



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option: ALIMENTATION EN EAU POTABLE**

**THEME :**

**Diagnostic et réhabilitation du système d'alimentation en  
eau potable du quartier d'Adja commune de Khemis Miliana  
(W.Ain Defla)**

**Présenté par :**

**BENSAID Younes**

**Devant les membres du jury**

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
DJOUDAR/HALLAL Dahbia	M.C.A	Président
TOUAHIR Sabah	M.A.A	Examineur
BOUNNAH Younes	M.A.A	Examineur
DERNOUNI Youcef	M.A.A	Examineur
MIHOUBI Mustapha Kamel	Professeur	Promoteur

**Session Septembre 2024**

## ملخص

تستعرض هذه الدراسة شبكة توزيع المياه الصالحة للشرب بمنطقة عاجة التابعة لخميس مليانة، ولاية عين الدفلى. تبدأ الدراسة بتقديم عن منطقة البحث، ثم تقوم بتقدير احتياجات المياه لفئات مختلفة من المستهلكين. تلي ذلك دراسة تشخيصية لتقييم حالة الشبكة الحالية، والتي أظهرت الحاجة إلى تصميم شبكة جديدة لتوزيع مياه الشرب. كما تتناول الدراسة حلاً لتخزين المياه بفعالية. تم اقتراح تركيب شبكة متفرعة جديدة باستخدام أنابيب PE100-PN16 ، حيث حددت نتائج المحاكاة أقطار الأنابيب لكل مقطع. شملت الدراسة أيضاً إجراءات المراقبة لأنابيب PEHD واختيار أنواع مختلفة من الملحقات اللازمة للتنفيذ. في النهاية، تم إجراء تحليل كمي وتقديري لتكاليف المشروع، بالإضافة إلى وضع خطة تفصيلية للتنفيذ وحساب مدة إنجاز المشروع.

**الكلمات المفتاحية:** نظام، تشخيص.

## Résumé

Cette étude examine le réseau d'alimentation en eau potable dans la zone d'Adja à Khemis Miliana, dans la wilaya d'Aïn Defla. Elle commence par une présentation de la zone d'étude, suivie d'une estimation des besoins en eau des différents types de consommateurs. Une étude diagnostique a été menée pour évaluer la qualité du réseau, et nous avons conclu à la nécessité de concevoir un nouveau réseau de distribution d'eau potable. L'étude s'est ensuite concentrée sur la recherche d'une solution de stockage adéquate. L'installation d'un nouveau réseau ramifié en tubes PE100-PN16 a été envisagée, et les résultats de simulation ont permis de déterminer les diamètres des différentes sections. Le processus de mise en œuvre a inclus diverses mesures de contrôle et la sélection de plusieurs types d'accessoires. Enfin, une analyse quantitative et estimative des coûts a été réalisée, parallèlement à la planification du projet et au calcul de la durée de réalisation du projet.

**Mots clés :** Système, Diagnostic.

## Abstract:

This study examines the potable water supply network in the Adja area of Khemis Miliana, in the wilaya of Aïn Defla. It begins with a presentation of the study area, followed by an estimation of the water needs for the different types of consumers. A diagnostic study was conducted to assess the quality of the network, leading to the conclusion that a new potable water distribution network needed to be designed. The study then focused on finding an adequate storage solution. The installation of a new branched network using PE100-PN16 pipes was considered, and the simulation results determined the diameters for the various sections. The implementation process included various control measures and the selection of several types of fittings. Finally, a quantitative and cost estimate analysis was carried out, along with the project planning and calculation of the project's completion time.

**Keywords:** System, Diagnosis.

# TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GÉNÉRALE .....	2
<b>Chapitre I : Présentation de la zone d'étude</b>	
INTRODUCTION .....	4
I.1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE.....	4
I.2 SITUATION TOPOGRAPHIQUE .....	5
I.3 SITUATION CLIMATIQUE .....	6
I.3.1 PRÉCIPITATIONS.....	6
I.3.2 TEMPÉRATURE .....	8
I.3.3 LE VENT .....	9
I.3.4 HUMIDITÉ .....	9
I.4 SITUATION SÉISMIQUE.....	9
I.5 SITUATION GÉOLOGIQUE.....	10
I.6 SITUATION HYDROLOGIQUE.....	11
I.7 SITUATION HYDRAULIQUE.....	12
I.7.1 RESSOURCECS EN EAU.....	12
I.7.2 CONDUITE DE REFOULEMENT .....	12
I.7.3 RÉSEAU DE DISTRIBUTION.....	13
CONCLUSION.....	13
<b>Chapitre II : Estimation des besoins en eau</b>	
INTRODUCTION .....	15
II.1 EVALUATION DE LA POPULATION .....	15
II.2. ESTIMATION DES BESOINS EN EAU POTABLE.....	16
II.3 CHOIX DE LA DOTATION.....	17
II.4 ESTIMATION DES BESOINS MOYENS JOURNALIERS .....	17
II.4.1 BESOINS DOMESTIQUES .....	17
II.4.2 BESOINS DES ÉQUIPEMENTS PUBLICS (EXISTANTS ET PROJETÉ).....	18
II.5 ETUDE DE LA VARIATION DES DÉBITS DE CONSOMMATION DANS LE TEMPS .....	19

II.5.1	COEFFICIENTS D'IRRÉGULARITÉ JOURNALIÈRES .....	19
II.5.2	COEFFICIENTS D'IRRÉGULARITÉ HORAIRES.....	20
II.5.3	CALCUL DES DÉBITS JOURNALIERS .....	21
II.5.4	CALCUL DES DÉBITS HORAIRES :.....	22
II.6	EVALUATION DE LA CONSOMMATION HORAIRE SELON LE NOMBRE D'HABITANTS (MÉTHODE GRAPHIQUE) .....	24
II.7	DÉTERMINATION DES COEFFICIENTS D'IRRÉGULARITÉS MAXIMUM ET MINIMUM HORAIRES GRAPHIQUEMENT .....	27

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

INTRODUCTION .....	30
III.1 DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE DU RÉSEAU DE DISTRIBUTION .....	30
III.1.1 CALCUL HYDRAULIQUE DU RÉSEAU DE DISTRIBUTION .....	30
<i>III-1-1-2-Débit en route</i> .....	30
<i>III.1.1.2 Débit spécifique</i> .....	31
<i>III.1.1.2 Débit nodal</i> .....	32
III.1.2 SIMULATION HYDRAULIQUE DU RÉSEAU EXISTANT PAR LE LOGICIEL EPANET .....	34
<i>III.1.2.1 Présentation du logiciel EPANET</i> .....	34
<i>III.1.2.2 Formule de perte de charge utilisée</i> .....	34
<i>III.1.2.3 Résultats de la simulation</i> .....	35
III.1.3 DISCUSSION DES RÉSULTATS DU DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE.....	39
III.2 DIAGNOSTIC PHYSIQUE DU SYSTÈME D'AEP DE LA ZONE D'ÉTUDE.....	40
III.2.1 DIAGNOSTIC PHYSIQUE DU RÉSEAU EXISTANT .....	40
<i>III.2.1.1 Matériaux des conduites du réseau actuel</i> .....	41
III.3 DISCUSSION DES RÉSULTATS DU DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE ET PHYSIQUE .....	41
CONCLUSION.....	42

### **Chapitre IV : Etude de stockage**

INTRODUCTION .....	44
IV.1 FONCTION DES RÉSERVOIRS.....	44
IV.2 CLASSIFICATION DES RÉSERVOIRS.....	45
IV.3 EMBLEMMENT DU RÉSERVOIR .....	45
IV.4 EQUIPEMENTS DES RÉSERVOIRS.....	45
IV.4.1 CONDUITE D'ALIMENTATION .....	47
IV.4.2 CONDUITE DE DISTRIBUTION .....	47
IV.4.3 CONDUITE DE TROP-PLEIN.....	47
IV.4.4 CONDUITE DE VIDANGE.....	47

IV.4.5 CONDUITE DE BY-PASS.....	47
IV.5 CAPACITÉ DE STOCKAGE .....	48
IV.5.1 PRINCIPE DE CALCULE.....	48
V.5.2.L'ALIMENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE .....	50
CONCLUSION.....	51

## **Chapitre V : Conception d'un nouveau réseau d'AEP à l'horizon 2054**

INTRODUCTION .....	53
V.1 CHOIX DU TYPE DE RÉSEAU .....	53
V.2 CONCEPTION DU RÉSEAU DE L'AGGLOMÉRATION.....	53
V.3 PRINCIPE DU TRACÉ DU RÉSEAU DE DISTRIBUTION .....	54
V.4 CHOIX DES MATÉRIAUX POUR LES CONDUITES.....	54
V.5 CONCEPTION D'UN NOUVEAU RÉSEAU D'AEP .....	54
V.5.1 DÉBIT EN ROUTE.....	54
V.5.2 DÉBIT SPÉCIFIQUE .....	55
V.5.3 DÉBIT NODAL .....	56
V.5.4 DÉTERMINATION DES PARAMÈTRES HYDRAULIQUES DU RÉSEAU.....	59
V.6 DISCUSSION ET INTERPRÉTATION ET DES RÉSULTATS DE LA SIMULATION HYDRAULIQUE DU RÉSEAU PROJETÉ .....	65
CONCLUSION.....	66

## **Chapitre VI : Pose de canalisations, accessoires et pièces spéciales**

INTRODUCTION .....	68
VI.1 CONTRÔLE DES CONDUITES.....	68
VI.2 POSE DE CANALISATION .....	69
VI.2.1 PRINCIPE DE POSE DE CANALISATION .....	69
VI.3 TECHNIQUES D'ASSEMBLAGE DES CONDUITES .....	71
VI.4 STABILISATION DES CONDUITES .....	72
VI.5 ACCESSOIRES ET PIÈCES SPÉCIALES.....	72
VI.5.1 LES ROBINETS-VANNES .....	72
VI.5.2 LES CLAPETS .....	75
VI.5.3 LES VENTOUSE .....	75
VI.5.4 BOUCHES ET POTEAUX D'INCENDIE.....	76
VI.5.5 LES RÉGULATEURS DE PRESSION .....	76
VI.5.6 ENTRÉES DE SERVICE .....	77
VI.5.7 LES PIÈCES SPÉCIALES .....	77

VI.5.8 LES MESURES DE DÉBIT ET DE PRESSION.....	78
<i>VI.5.8.1 Mesure de débit</i> .....	78
<i>VI.5.8.2 Mesure de la pression</i> .....	79
CONCLUSION.....	79
<b>Chapitre VII : Devis quantitatif et estimatif</b>	
INTRODUCTION .....	81
VII.1 COMPOSITION DU RÉSEAU .....	81
VII.2 CALCUL DU VOLUMES DU TRAVAUX.....	82
VII.2.1 CALCUL DU VOLUME DU DÉBLAI DU RÉSEAU .....	82
VII.2.2 CALCUL DES VOLUMES DES LITS DE POSE .....	83
VII.2.3 CALCUL DU VOLUME D’ENROBAGE EN SABLE .....	84
VII.2.4 CALCUL DU VOLUME DU REMBLAI EN TERRE .....	85
VII.3 PLANIFICATION DU TRAVAUX .....	86
VII.3.1 CALCULE LA DURÉE DU PROJET EN UTILISANT LA MÉTHODE DE P.D.M .....	87
VII.4 DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF DU PROJET.....	89
CONCLUSION.....	90
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	92
<b>Références Bibliographiques</b>	
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	94
RÉFÉRENCES SITO-GRAPHIQUES .....	95

# LISTE DES FIGURES

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

FIGURE I.1: SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE D'ETUDE, .....	4
FIGURE I.2 : LA CARTE TOPOGRAPHIQUE DU QUARTIER D'ADJA, .....	5
FIGURE I.3 : CARTE DE ZONAGE SISMIQUE SELON LE RPA, .....	10
FIGURE I.4 : CARTE GEOLOGIQUE DU BASSIN DU CHELIFF NUMERISEE PAR L'A.B.H A PARTIR DES CARTES GEOLOGIQUES AU 1/50.000. ....	11

## **Chapitre II : Estimation des besoins en eau**

FIGURE II.1 : HISTOGRAMME DE L'EVOLUTION DE L'ACCROISSEMENT DE LA POPULATION DE LA ZONE D'ETUDE (2014 – 2054) .....	16
FIGURE II.2 : HISTOGRAMME DE LA CONSOMMATION HORAIRE (2054) .....	27
FIGURE II.3 : COURBE INTEGRALE DE LA CONSOMMATION (2054) .....	27

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

FIGURE III.1 : RESULTATS DE LA SIMULATION DES VITESSES ET DES PRESSIONS EN CAS DE POINTE LE CAS DU RESEAU EXISTANT. ....	37
FIGURE III.2 : RESULTATS DE LA SIMULATION DES VITESSES ET DES PRESSIONS EN CAS DE POINTE + INCENDIE DANS LE CAS DU RESEAU EXISTANT. ....	39
FIGURE III.3 : REPARTITION DES TRONÇONS SELON LES MATERIAUX DES CONDUITES DANS LE RESEAU DE DISTRIBUTION .....	41

## **Chapitre IV : Etude de stockage**

FIGURE IV.1 : CHAMBRE DE MANŒUVRE ET RESERVOIR.....	46
FIGURE IV.2 : EQUIPEMENT D'UN RESERVOIR.....	46
FIGURE IV.3 : BY-PASS ENTRE L'ADDUCTION ET LA DISTRIBUTION.....	48
FIGURE IV.4 : LOCALISATION DU RESERVOIR CHOISIT POUR NOTRE ETUDE.....	51

## **Chapitre V : Conception d'un nouveau réseau d'AEP à l'horizon 2054**

FIGURE V.1 : DISTRIBUTION DES NŒUDS DANS LE RESEAU DE DISTRIBUTION (1)	56
FIGURE V.2 : DISTRIBUTION DES NŒUDS DANS LE RESEAU DE DISTRIBUTION (2)	57
FIGURE V.3 : DISTRIBUTION DES NŒUDS DANS LE RESEAU DE DISTRIBUTION (3)	58

FIGURE V.4 : RESULTAT DE LA SIMULATION DES VITESSES ET DES PRESSIONS EN CAS DE POINTE .....	62
---	----

FIGURE V.5 : RESULTAT DE LA SIMULATION DES VITESSES ET DES PRESSIONS EN CAS DE POINTE + INCENDIE .....	65
--	----

### **Chapitre VI : Pose de canalisation, accessoires et pièces spéciales**

FIGURE VI.1: ETAT DES POINTS DE CONTROLE DOCUMENTAIRE D'UNE CONDUITE TYPE PEHD .....	68
--	----

FIGURE VI.2: CONTROLE VISUEL D'UNE CONDUITE TYPE PEHD .....	69
---	----

FIGURE VI.4: VANNE A OPERCULE .....	73
-------------------------------------	----

FIGURE VI.5: VANNE PAPILLON .....	74
-----------------------------------	----

FIGURE VI-6: CLAPET A BATTANT.....	75
------------------------------------	----

FIGURE VI.7 : VENTOUSE TRIPLE (3) FONCTIONS COMPACTE – 9400 – PURGE D’AIR – EAU PROPRE .....	76
--	----

### **Chapitre VII : Devis quantitatif et estimatif**

FIGURE VII.1 : RESEAU A NŒUD AVEC LE CHEMIN CRITIQUE.....	88
---	----

# LISTE DES TABLEAUX

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

TABLEAU N° I.1 : RÉPARTITION MENSUELLE DES PRÉCIPITATIONS .....	6
TABLEAU N° I.2 : TEMPÉRATURES MOYENNES MENSUELLES .....	8
TABLEAU N° I.3 : ETAT DES FORAGES ET ÉQUIPEMENTS .....	12

## Chapitre II : Estimation des besoins en eau

TABLEAU N° II.1 : EVALUATION DES BESOINS DOMESTIQUES .....	18
TABLEAU N° II.2 : EVALUATION DES BESOINS SCOLAIRES (PROJETÉ) .....	18
TABLEAU N° II.3 : EVALUATION DES BESOINS SCOLAIRES (EXISTANTS) .....	18
TABLEAU N° II.4 : EVALUATION DES BESOINS CULTURELS (EXISTANTS) .....	18
TABLEAU N° II.5 : EVALUATION DES BESOINS DE LA ZONE D'ÉTUDE .....	19
TABLEAU N° II.6 : RÉCAPITULATIF DES DÉBITS MAXIMAUX ET MINIMAUX JOURNALIERS .....	22
TABLEAU N° II.7 : RÉCAPITULATIF DES DÉBITS HORAIRES PAR LA MÉTHODE ANALYTIQUE .....	24
TABLEAU N° II.8 : VARIATION DES DÉBITS HORAIRES PAR LA MÉTHODE GRAPHIQUE (2024) .....	24
TABLEAU N° II.9 : VARIATION DES DÉBITS HORAIRES PAR LA MÉTHODE GRAPHIQUE (2054) .....	25
TABLEAU N° II.10 : RÉCAPITULATIF DES DÉBITS HORAIRES PAR LA MÉTHODE GRAPHIQUE .....	26
TABLEAU N° II.11 : LES COEFFICIENTS D'IRRÉGULARITÉS MAXIMUM ET MINIMUM HORAIRES .....	28

## Chapitre III : Diagnostic du réseau d'AEP

TABLEAU NO III.1 : DÉTERMINATION DES DÉBITS EN ROUTES (VOIR L'ANNEX III) .....	31
TABLEAU NO III.2 : LES DÉBITS NODAUX EN CAS DE POINTE (VOIR L'ANNEX IV) .....	32
TABLEAU NO III.3 : LE DÉBIT NODAL EN CAS DE POINTE + INCENDIE AU POINT LE PLUS DÉFAVORABLE .....	34

TABLEAU NO III.4 : LES VITESSES ET LES PERTES DE CHARGE DANS LE RÉSEAU EXISTANT EN CAS DE POINTE (VOIR L'ANNEX V) .....	35
TABLEAU NO III.5 : LES PRESSIONS ET LES COTES PIÉZOMÉTRIQUES DANS LE RÉSEAU EXISTANT EN CAS DE POINTE (VOIR L'ANNEX VI) .....	36
TABLEAU NO III.6 : LES VITESSES ET LES PERTES DE CHARGE DANS LE RÉSEAU EXISTANT EN CAS DE POINTE + INCENDIE (VOIR L'ANNEX VII) .....	37
TABLEAU NO III.7 : LES PRESSIONS ET LES COTES PIÉZOMÉTRIQUES DANS LE RÉSEAU EXISTANT EN CAS DE POINTE + INCENDIE (VOIR L'ANNEX VIII).....	38
TABLEAU NO III.8 : RÉPARTITION DES TRONÇONS SELON LES MATÉRIAUX DES CONDUITES DANS LE RÉSEAU DE DISTRIBUTION. ....	41
<b>Chapitre IV : Etude de stockage</b>	
TABLEAU N° IV.1 : LA CAPACITÉ DES RÉSERVOIRS .....	49
TABLEAU N° IV.2 : VOLUMES REQUIS DES RÉSERVOIRS POUR DIFFÉRENTS HORIZONS. ....	50
<b>Chapitre V : Conception d'un nouveau réseau d'AEP à l'horizon 2054</b>	
TABLEAU N° V.1 : DÉTERMINATION DES DÉBITS EN ROUTES (VOIR L'ANNEX IX)55	
TABLEAU N° V.2 : LES DÉBITS NODAUX EN CAS DE POINTE (VOIR L'ANNEX X)...	58
TABLEAU N° V.3 : RÉSULTAT DES CARACTÉRISTIQUES HYDRAULIQUES ET DIAMÈTRES DES TANÇONS EN CAS DE POINTE (VOIR ANNEX XI).....	60
TABLEAU N° V.4 : RÉSULTAT DES CHARGES ET PRESSIONS AU NŒUDS EN CAS DE POINTE (VOIR L'ANNEX XII).....	61
TABLEAU N° V.5 : RÉSULTAT DES CARACTÉRISTIQUES HYDRAULIQUES ET DIAMÈTRES DES TANÇONS EN CAS DE POINTE + INCENDIE (VOIR L'ANNEX XIII)63	
TABLEAU N° V.6 : RÉSULTAT DES CHARGES ET PRESSIONS AU NŒUDS EN CAS DE POINTE + INCENDIE (VOIR L'ANNEX XIV).....	64
<b>Chapitre VI : Pose de canalisation, accessoires et pièces spéciales</b>	
TABLEAU N° VI.1: LARGEUR DE TRANCHÉE EN FONCTION DU DIAMÈTRE DE LA CONDUITE. ....	70
<b>Chapitre VII : Devis quantitatif et estimatif</b>	
TABLEAU N° : VII.1 : RÉPARTITION DES LONGUEURS PAR DIAMÈTRES. ....	81
TABLEAU N° : VII.2 : VOLUMES DU DÉBLAI DU RÉSEAU .....	82
TABLEAU N° : VII.3 : VOLUMES DES LITS DE POSE .....	83
TABLEAU N° : VII.4 : VOLUME D'ENROBAGE EN SABLE.....	84
TABLEAU N° : VII.5 : VOLUME DES CONDUITES .....	86

TABLEAU N° : VII.6 : TEMPS DE RÉALISATION DES OPÉRATIONS DANS LE RÉSEAU DE DISTRIBUTION AVEC LES OPÉRATIONS PRÉCÈDE ET SUCCÈDE .....	87
TABLEAU N° : VII.7 : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF DU PROJET .....	89

# LISTE DES PLANCHES

Planche N°1 : Plan de masse avec réseau d'AEP existant du quartier d'Adja, commune de Khemis Miliana.

Planche N°2 : Plan de masse avec réseau d'AEP projeté du quartier d'Adja, commune de Khemis Miliana.

Planche N°3 : Profil en long du R au N28.

Planche N°4 : Équipements du réservoir.

# **Introduction générale**

## **Introduction Générale**

Un système d'alimentation en eau potable est bien plus qu'une simple infrastructure. Il joue un rôle important dans la protection de la santé publique, la préservation de l'environnement et le développement socio-économique. Il est un élément vital essentiel pour favoriser la qualité de vie et la durabilité à long terme dans toutes les sociétés modernes.

Ce système est constitué d'un ensemble d'ouvrages et d'installations nécessaires pour transférer de l'eau d'une source aux consommateurs. Il vise à assurer un approvisionnement en eau propre, sûr et fiable, dans le but de satisfaire les besoins en eau potable des utilisateurs finaux.

Avant d'installer un système d'alimentation en eau potable, une étude technico-économique doit être réalisée. Le but de cette étude est d'équilibrer les aspects pratiques et financiers pour concevoir et gérer un système fonctionnel, durable et économiquement avantageux, qui réponde aux besoins des consommateurs.

Dans notre zone d'étude, nous avons un réseau d'alimentation en eau potable alimenté directement par deux forages. Nous analyserons donc l'état de ce réseau et résoudrons le problème de l'alimentation directe à partir des forages.

La présente mémoire est consacrée à l'étude d'un projet de diagnostic et de réhabilitation d'un système d'alimentation en eau potable dans la région d'Adja, commune de Khemis Miliana (Wilaya d'Aïn Defla). Pour ce faire, le travail sera scindé en sept chapitres organisés comme suit :

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

**Chapitre II** : Estimation des besoins en eau.

**Chapitre III** : Diagnostic du réseau existant.

**Chapitre IV** : Étude de stockage.

**Chapitre V** : Conception d'un nouveau réseau d'AEP.

**Chapitre VI** : Pose de canalisations, accessoires et pièces spéciales.

**Chapitre VII** : Devis quantitatif et estimatif.

# **Chapitre I**

## **Présentation de la zone d'étude**

## Chapitre I

### Présentation de la zone d'étude

#### Introduction

La présentation de la zone d'étude est une étape fondamentale dans tout projet d'alimentation en eau potable car elle fournit les informations nécessaires pour une planification efficace et réussie.

Ceci assure la considération des besoins, des défis et des opportunités propres à la région, ce qui assure l'élaboration d'un système d'alimentation en eau potable qui soit adapté et résistant sur le long terme.

#### I.1 Situation géographique

Le quartier d'Adja se trouve dans la commune de Khemis Miliana (W.Ain Defla), qui se situe au Sud-Ouest d'Alger à 110 km. Le quartier d'Adja est limité par :

- Au Nord : par Khemis chef-lieu.
- Au Sud : par oued Cheliff.
- À l'Est : par route vers Ain Soltane.
- À l'Ouest : par terrain agricole.

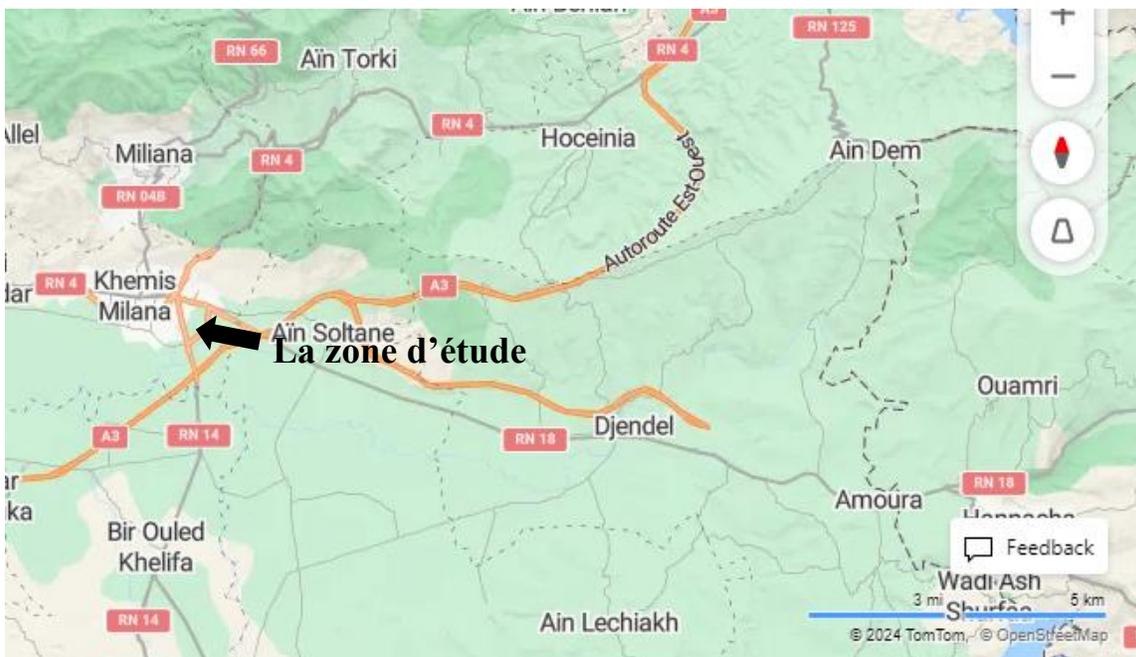


Figure I.1: Situation géographique de la zone d'étude,

( <https://www.bing.com/maps/,2024> )

## I.2 Situation topographique

L'étude de la situation topographique est cruciale pour déterminer la pression hydraulique et le tracé optimal des canalisations dans un projet d'alimentation en eau potable.

Le relief du quartier d'Adja est généralement plat.

La levée topographique du site montre que la zone d'étude présente une déclivité (pente) de 0% à 6% variant de nord à sud et de l'est à l'ouest avec des altitudes variant de 260 m à 282 m.

Ces conditions sont favorables pour un projet d'alimentation en eau potable.

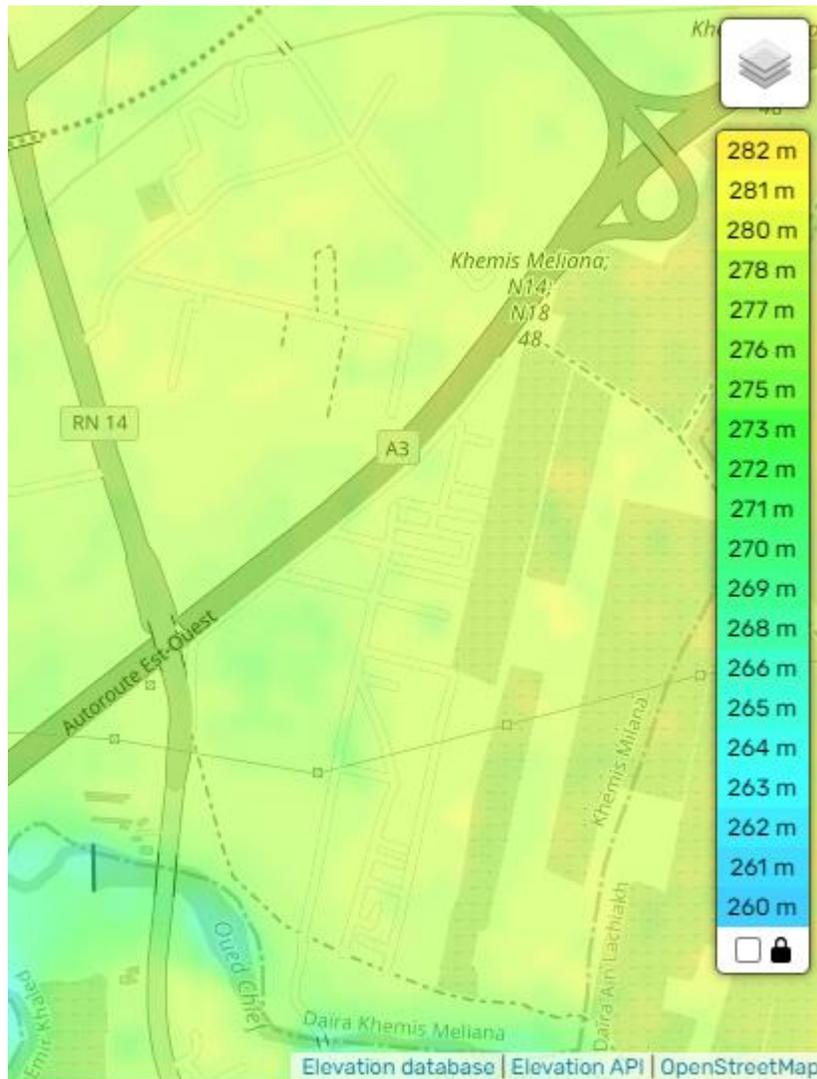


Figure I.2 : La carte topographique du quartier d'Adja,

(<https://fr-fr.topographic-map.com/>, 2024)

### I.3 Situation climatique

#### I.3.1 Précipitations

L'analyse des précipitations revêt une importance dans différents domaines comme la gestion des ressources en eau, et les projets d'aménagement hydraulique.

Elle apporte également des perspectives précieuses à l'analyse des nappes phréatiques et des changements climatiques.

Dans ces situations, il est essentiel de bien comprendre les informations concernant les précipitations quotidiennes et les niveaux d'intensité maximum.

La précipitation varie de manière irrégulière tout au long de l'année. Selon la station de EL KHEMIS ANRH (011717) d'après l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH). La répartition mensuelle des précipitations est la suivante :

**Tableau n° I.1 : Répartition mensuelle des précipitations**

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Annuel
2010													
PJ max (mm)	0,7	20,3	33,2	11,4	22,3	26,5	8,7	17,6	16,6	13,3	3	0,5	33,2
Total (mm)	1,5	88,3	86	37,9	64,9	72,6	31	59,5	56,7	14,4	3,2	0,8	516,8
2011													
PJ max (mm)	0,2	15,5	32,9	18,4	20	42,3	25,5	29,8	9,2	1,3	0	0	42,3
Total (mm)	0,2	34,7	107,6	35,5	30,9	127,5	76,7	87,3	20,2	2,1	0	0	522,7
2012													
PJ max (mm)	1,4	11,3	19,3	4,1	18,7	16,9	9,9	20,6	15,6	0,1	2	15	20,6
Total (mm)	1,4	33,4	69,5	7,1	85,4	69,8	60,2	51,8	44,2	0,1	2	22,3	447,2
2013													
PJ max (mm)	9,8	3	16,9	19,2	17,8	12,3	40,5	2,5	4	16,6	0	0,2	40,5

## Chapitre I

## Présentation de la zone d'étude

Total (mm)	22,8	4,1	68,7	55,1	61,4	40,8	80,6	8,4	8,2	21	0	0,2	371,3
2014													
PJ max (mm)	8,9	6,3	14,4	31,8	29,6	16,9	16,5	0	1,5	6,4	0,5	10,6	31,8
Total (mm)	13,8	15,8	47,7	100,1	67,1	106,9	39,5	0	4,1	12,7	0,5	10,9	419,1
2015													
PJ max (mm)	11,6	14,5	5	0	11,7	14,3	49,3	15,3	11,9	0,9	6,1	0	49,3
Total (mm)	18	30,7	16,3	0	32,3	57,1	150	35,4	22,1	1,1	7	0	370
2016													
PJ max (mm)	3,1	4,2	17,8	39,2	42	4,7		0,5	3,6	21,2	0	0,3	
Total (mm)	3,8	8,4	53,2	81,6	235	10,6		0,9	4,3	46,1	0	0,3	
2017													
PJ max (mm)	9,1	37,1	15,5	16,5	12,8	15,6	21,1	31,5	8,9	27,2	0	9,4	37,1
Total (mm)	9,1	37,8	48,9	83,7	33,8	69,4	132,2	85,2	25,8	43,8	0	14,2	583,9
2018													
PJ max (mm)	31,6	9,3	26,6	42,3	37,9	6	8,2	12,9	27,3	0,8	6,7	0,3	42,3
Total (mm)	62,6	47,9	68,4	73,4	101,7	17,4	26,2	41,4	29,9	0,8	7,4	0,3	477,4
2019													
PJ max (mm)	25,1	3	18,5	10,4		0	18,2	26,9	7,5	3,2	0	0	
Total (mm)	57,6	6,6	77,9	21,3		0	44,8	94,9	8	3,2	0	0	

2020													
PJ max (mm)	8,7	5,5	3,2	13,6									
Total (mm)	9,2	8,5	10,6	68,7									

Source : ANRH de Blida

D'après le tableau n° I.1 : la majorité des années indiquent un climat semi-aride, mais les années avec des précipitations supérieures à 500 mm suggèrent que le climat pourrait être situé entre semi-aride et subhumide selon les années.

Les précipitations modérées, souvent semi-arides, présentent des défis pour l'alimentation en eau potable. Elles nécessitent des infrastructures de stockage efficaces et une gestion optimisée pour éviter les pénuries durant les périodes sèches.

### I.3.2 Température

La localité d'Adja se distingue par un climat méditerranéen, marqué par un été chaud et sec et un hiver humide et froid. D'après l'Agence Nationale des Ressources Hydraulique (ANRH), les températures moyennes mensuelles sont les suivantes :

Tableau n° I.2 : Températures moyennes mensuelles

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2013												
T <sub>min</sub> (°C)				5,7	11,2	16	19,7		16,5	14,0	3,2	2,5
T <sub>max</sub> (°C)				32,7	31,1	41,6	44,5		37,3	38,7	28,8	22,3
T <sub>moy</sub> (°C)				19,2	21,2	28,8	32,1		26,9	26,4	16,0	12,4
2014												
T <sub>min</sub> (°C)	2,8	2,9	4,5	9	10	16,7	20,7	19,5	18	10,5	9,7	2,6
T <sub>max</sub> (°C)	23,9	27,1	25	31	35,7	39	42	40,5	37,7	37,1	32	21,8
T <sub>moy</sub> (°C)	13,4	15	14,8	20	22,9	27,9	31,4	30	27,9	23,8	20,9	12,2
2015												
T <sub>min</sub> (°C)	2,1		4,4	9,9		16,5	22,5	18,4	14,5	11,5	5,5	3,9
T <sub>max</sub> (°C)	19,6		29,7	31,8		40,8	41,8	40,2	34,7	33,0	24,8	21,5
T <sub>moy</sub> (°C)	10,9		17,1	20,9		28,5	32,2	29,3	24,6	22,3	15,2	12,7

Source : ANRH de Blida.

Ces températures montrent une variation modérée, typique d'un climat semi-aride, avec des étés chauds et des hivers doux. Ces conditions sont favorables pour un projet d'alimentation en eau potable, car elles impliquent des besoins en eau plus élevés en été, mais ne présentent pas de conditions extrêmes nécessitant des solutions spécifiques.

### **I.3.3 Le vent**

Les vitesses moyennes mensuelles du vent varient entre 10,4 km/h et 14,7 km/h avec un moyen annuel de 12,9 km/h.

Ces vitesses sont modérées. Elles n'affectent pas directement un projet d'alimentation en eau potable, mais peuvent influencer l'évaporation des réserves d'eau exposées et nécessiter des mesures de protection pour minimiser les pertes. Globalement, ces résultats ne représentent pas un obstacle majeur pour un tel projet.

### **I.3.4 Humidité**

L'humidité de l'air joue un rôle crucial dans l'équilibre atmosphérique, tout comme les précipitations.

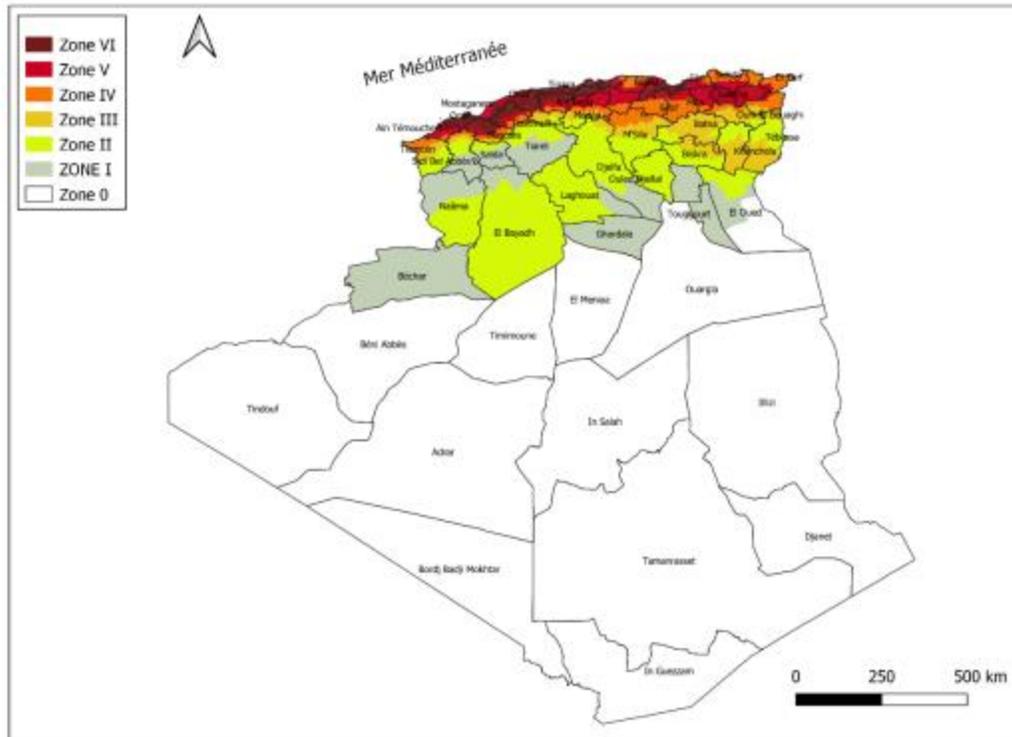
C'est un facteur essentiel du cycle hydrologique, influençant l'évaporation des sols et le développement végétal, tout en indiquant le niveau de saturation de l'air en vapeur d'eau.

La région présente une moyenne annuelle d'humidité de 68%. Les pics sont en décembre, janvier et février, tandis que la valeur minimale est enregistrée en juillet.

Avec une humidité annuelle moyenne de 68%, ces conditions favorisent une évaporation modérée. Les pics hivernaux réduisent l'évaporation, ce qui est bénéfique pour un projet d'alimentation en eau potable.

## **I.4 Situation sismique**

Selon l'addenda du Règlement Parasismique Algérien (RPA 2024), la zone d'étude est caractérisée par une sismicité élevée.



**Figure I.3 :** Carte de zonage sismique selon le RPA,  
(Abed et al., 2024)

## I.5 Situation géologique

La plaine d'El Khemis, localisée dans l'Atlas tellien méridional, se distingue par une structure géologique plissée, indiquant un relief formé par des forces tectoniques. Cette plaine est orientée dans une direction est-ouest, se présentant comme une dépression remplie de dépôts alluvionnaires qui remontent au Mio-Pliocène et au Quaternaire. Ces alluvions, déposées par les mouvements de l'oued Chélif, forment des terrasses fluviales, témoignant des processus d'érosion et de sédimentation qui ont façonné la région au fil des millénaires.

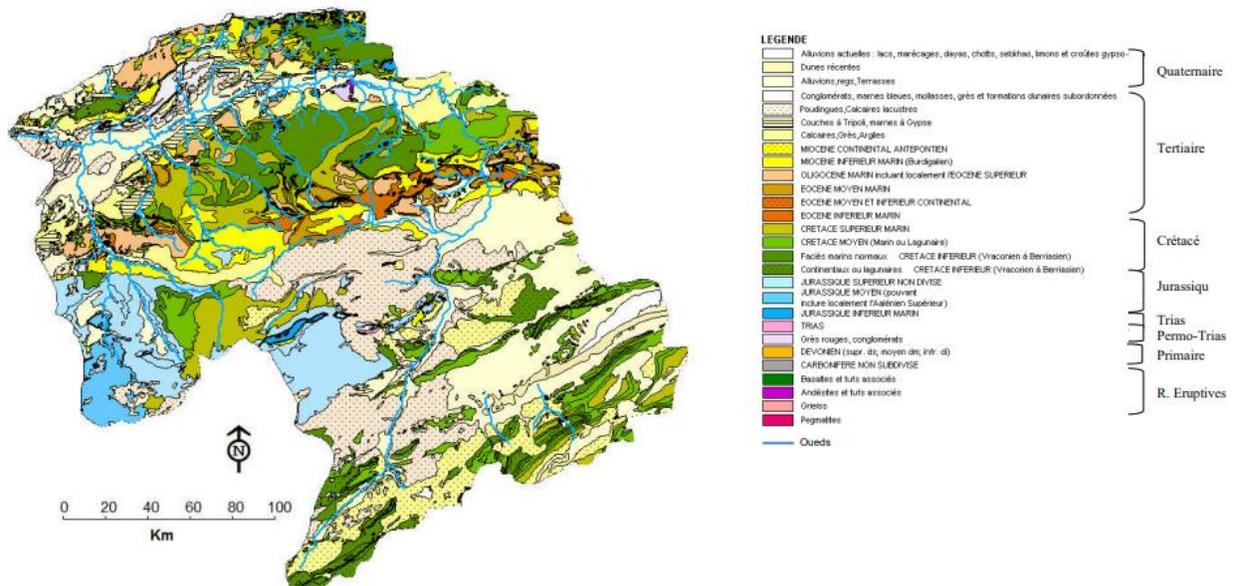
Les versants de cette dépression sont composés de formations rocheuses datant du Mésozoïque, une période qui s'étend de 250 à 65 millions d'années, couvrant les ères du Trias, du Jurassique et du Crétacé. Ces formations représentent les contreforts montagneux du Dahra au nord et de l'Ouarsenis au sud, deux massifs importants de l'Atlas tellien. Le Dahra et l'Ouarsenis, avec leurs reliefs élevés et abrupts, sont le produit de plissements tectoniques qui ont également contribué à la formation de la plaine.

Un aspect notable de la géologie de cette région est la présence de terrains crétacés considérés comme allochtones. Les formations allochtones sont des nappes géologiques qui ont été transportées sur de grandes distances par des forces tectoniques, créant des "nappes de

charriage". Cela signifie que les couches de terrains crétacés, bien qu'elles reposent aujourd'hui dans la plaine d'El Khemis, proviennent d'une autre région, ayant été déplacées au fil du temps à cause des mouvements des plaques terrestres. Cette dynamique tectonique complexe a non seulement façonné le paysage, mais également influencé les ressources naturelles et la configuration hydrologique de la région.

Ces caractéristiques géologiques font de la plaine d'El Khemis une zone d'intérêt particulier, à la fois pour la géologie régionale et pour les études hydrologiques, car les alluvions qui composent le sous-sol peuvent avoir un rôle clé dans l'alimentation des nappes phréatiques et dans la gestion de l'eau pour les usages agricoles et domestiques.

La géologie de la plaine d'El Khemis, avec ses alluvions et formations rocheuses, est favorable à l'alimentation en eau potable. Les terrasses fluviales peuvent contribuer à la recharge des nappes phréatiques, facilitant l'accès à l'eau. Cependant, la gestion des ressources doit être prudente pour éviter la surexploitation.



**Figure I.4 :** Carte géologique du bassin du Cheliff numérisée par l'A.B.H à partir des cartes géologiques au 1/50.000.

(Mehaiguene, 2017)

## I.6 Situation hydrologique

Le réseau hydrographique se compose de tous les cours d'eau, naturel ou artificiel, permanents ou temporaires, qui contribuent à l'écoulement des eaux à la surface de la terre. Il constitue l'une des caractéristiques essentielles du sous-bassin étudié.

Ce sous-bassin présente un régime d'écoulement généralement temporaire. Pendant la saison des pluies, les eaux provenant des principaux affluents tels que les oueds Souffay, Boutane,

et Rayhane au nord ainsi que les oueds Deurdeur, Massine et Haraza au sud, se déversent dans l'oued Cheliff.

- **L'oued Boutane** draine les eaux des monts du Zaccar dans sa partie nord, ainsi que les eaux usées de la ville d'El-Khemis à l'ouest, avant de traverser la plaine et parfois d'interagir avec la nappe alluviale. À l'ouest de la zone d'étude, il rejoint l'oued Cheliff.
- **L'oued Deurdeur**, il prend sa source dans les monts de l'Ouarsenis au sud de la zone d'étude et se déverse dans la plaine d'EL Khemis, où il rejoint l'oued Cheliff.
- **L'oued Haraza** prend sa source dans les monts de l'Ouarsenis au sud de la zone d'étude et est caractérisé par un débit élevé en raison de sa grande surface d'impluvium. Au nord, il traverse la plaine d'EL Khemis, interagissant avec la nappe alluviale, avant de rejoindre l'oued Cheliff en aval.
- **L'oued Souffay** collecte les eaux de précipitation des monts du Zaccar, recevant également les eaux usées d'El Khemis dans sa partie nord.

Le réseau hydrographique de la plaine d'El Khemis est crucial pour l'alimentation en eau potable, car il permet la recharge des nappes alluviales. Toutefois, l'interaction avec les eaux usées des oueds soulève des préoccupations pour la qualité de l'eau. Une gestion rigoureuse est essentielle pour assurer la potabilité.

## I.7 Situation hydraulique

### I.7.1 Ressources en eau

L'alimentation actuelle de Hay Adja est assurée à partir de deux forages (f.Adja 01 et f.Adja 04), se fait à partir de deux zones de captage, ayant les débits suivantes ( $Q = 44$  l/s) et ( $Q = 32$  l/s).

**Tableau n° I.3 :** Etat des forages et équipements

N0	Forage	Type	Débit (l/s)	HMT (m)
01	Forage Adja 01	Profond	44	165
02	Forage Adja 04	Profond	32	170

### I.7.2 Conduite de refoulement

Le refoulement vers les habitants se fait par une conduite en fonte de diamètre  $D = 300$  mm à partir de forage Adja 01 et forage Adja 04, le pompage se fait par deux pompes travaillantes en

permutation une à une, refoulant un débit de 76 l/s environ à une hauteur moyenne de 45m, l'état de cette conduite est considéré comme moyenne.

Le pompage se fait de façon continue et directement vers les habitants pendant toute la journée car il y'a un manque de réservoir qui régularisé la pression et limite le gaspillage d'eau.

### **I.7.3 Réseau de distribution**

Actuellement, il existe un réseau de distribution de type ramifié, sa canalisation est en PVC et PEHD considéré en état bon, mais il ne répond pas à tous les besoins des habitants dorénavant existants, ce réseau est composé par des conduites dont les diamètres 40 mm, 50 mm, 63 mm, 125mm, 200mm, assurant l'approvisionnement de la population en matière d'eau potable

L'alimentation en eau de Hay Adja repose sur deux forages, offrant des débits satisfaisants. Cependant, l'absence de réservoir pour réguler la pression pose un risque de gaspillage. Le réseau de distribution en PVC et PEHD est en bon état, mais son diamètre limité peut ne pas répondre aux besoins croissants des habitants.

## **Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons examiné en détail notre zone d'étude, en analysant des aspects tels que la situation géographique, la topographie, la géologie, le climat et la situation hydraulique. Cette étape est cruciale, car elle repose sur la collecte d'informations brutes et leur validation pour garantir des décisions éclairées et précises.

# **Chapitre II**

## **Estimation des besoins en eau**

## Chapitre II

### Estimation des besoins en eau

#### Introduction

Pour amorcer un projet d'alimentation en eau potable (AEP), la première étape consiste à évaluer les besoins en eau de l'agglomération. Cela implique de déterminer la demande individuelle pour chaque catégorie de consommateurs.

Les besoins en eau d'une agglomération exigent d'abord l'établissement de normes spécifiques pour chaque catégorie de consommateurs.

Dans une agglomération, on a différentes catégories de consommation :

- Consommation domestique : les différentes utilisations de l'eau comprennent la boisson, la préparation des repas, le lavage de la vaisselle, les douches et les besoins d'hygiène. On peut également inclure la consommation d'eau pour l'arrosage des jardins familiaux.
- Consommation industrielle et agricole : les entreprises industrielles et agricoles nécessitent une grande quantité d'eau, et la qualité requise varie en fonction de la nature spécifique de leurs activités.
- Consommation des établissements publics : administrations, écoles, arrosage des jardins, lavage des marchés, hôpitaux, commerces, ...
- Consommation pour la lutte contre les incendies : Dans toutes les agglomérations, il est nécessaire de prévoir une quantité d'eau dédiée à la lutte contre les incendies.
- Les pertes d'eau sont également prises en considération.

#### II.1 Evaluation de la population

D'après les informations recueillies au niveau de l'APC de Khemis Miliana, la population de quartier d'Adja a été estimée à 4 190 habitants en 2014 (600 logements).

Pour le quartier d'Adja, on a un taux d'accroissement de 1,89 %.

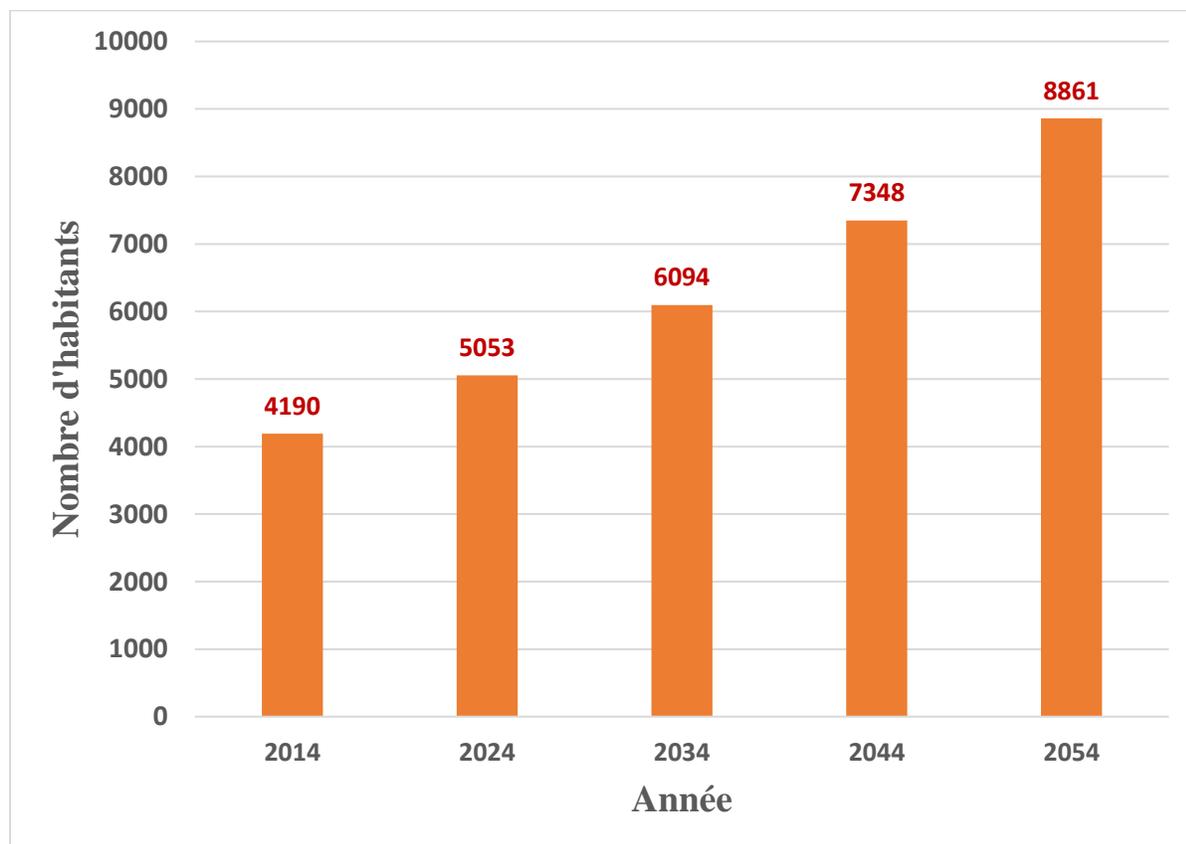
Pour calculer la population future à l'horizon 2054, on fait recours à la formule géométrique de l'accroissement de la population :

$$P_n = P_0 \cdot (1 + \tau)^n \quad (\text{II.1})$$

Où :

$P_n$  : Population à l'horizon donné ;  $P_0$  : Population à l'année de référence.

$\tau$  : Taux d'accroissement de la population ;  $n$  : Nombre d'années entre l'année de référence et l'année de l'horizon.



**Figure II.1** : Histogramme de l'évolution de l'accroissement de la population de la zone d'étude (2014 – 2054)

## II.2. Estimation des besoins en eau potable

Pour élaborer un projet d'alimentation en eau potable (AEP), il est essentiel de commencer par évaluer les besoins en eau de l'agglomération. Cette évaluation repose sur la définition des besoins unitaires de chaque catégorie de consommateurs, également appelés dotations.

Pour un projet d'alimentation en eau potable, On a différentes catégories de besoins :

- **Besoins en eau domestiques** : Ces besoins varient en fonction du niveau de vie, des habitudes de consommation de la population, du climat, et de la disponibilité de l'eau.

- **Besoins en eau industriels** : On prend généralement en compte les besoins des petites industries, lesquelles sont alimentées par le réseau public de la ville.
- **Besoins en eau pour la lutte contre l'incendie** : La protection contre les incendies peut être assurée via le réseau de distribution, en utilisant des poteaux ou des bouches d'incendie.
- **Besoins en eau pour l'élevage** : Ces besoins varient selon les espèces animales, leur mode d'alimentation, ainsi que la saison.
- **Fuite et gaspillage** : Les fuites dans un réseau peuvent être significatives, notamment au niveau des branchements particuliers.

### II.3 Choix de la dotation

Dans le cadre de notre projet, nous prévoyons une dotation domestique de 200 l/j/hab.

Une dotation de 200 l/j/hab est justifiée pour garantir une alimentation suffisante en eau potable dans les zones semi-arides où les précipitations sont irrégulières. Cette dotation permet de couvrir les besoins domestiques essentiels, en prenant en compte les périodes de sécheresse et la nécessité de stocker l'eau efficacement.

### II.4 Estimation des besoins moyens journaliers

La consommation moyenne journalière est calculé par la formule suivante :

$$Q_{\text{moy j}} = \frac{Q_i \times N_i}{1000} \text{ (m}^3\text{/j)} \quad (\text{II.2})$$

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

$Q_i$  : La dotation journalière pour chaque catégorie (l/j/consommateur).

$N_i$  : Nombre de consommateurs.

#### II.4.1 Besoins domestiques

##### Les besoins actuels 2024 :

$$Q_{\text{moy j}} = \frac{200 \times 5\,053}{1000} = 1\,010,60 \text{ m}^3\text{/j.}$$

##### Les besoins horizon 2054 :

$$Q_{\text{moy j}} = \frac{200 \times 8\,861}{1000} = 1\,772,20 \text{ m}^3\text{/j.}$$

**Tableau n° II.1** : Evaluation des besoins domestiques

	Année de dénombrement	Actuel	Long terme
Année	2014	2024	2054
Population	4 190	5 053	8 861
Dotation (l/j/hab)	200	200	200
Q moy j(m <sup>3</sup> /j)	838,00	1 010,60	1 772,20

**II.4.2 Besoins des équipements publics (existants et projeté)**

Les tableaux suivants résument les besoins publics :

- **Besoins scolaires (projeté) :**

**Tableau n° II.2** : Evaluation des besoins scolaires (projeté)

Désignation	Nombre	Nombre d'élève	Dotation (l/j/élève)	Consommation (m <sup>3</sup> /j)
C.E.M projeté	01	580	30	17,40
Total				17,40

- **Besoins scolaires (existants) :**

**Tableau n° II.3** : Evaluation des besoins scolaires (existants)

Désignation	Nombre	Nombre d'élève	Dotation (l/j/élève)	Consommation (m <sup>3</sup> /j)
Ecole primaire	01	480	30	14,40
Total				14,40

- **Besoins culturels (existants) :**

**Tableau n° II.4** : Evaluation des besoins culturels (existants)

Désignation	Nombre	Nombre de personnes	Dotation (l/j/fidèle)	Consommation (m <sup>3</sup> /j)
Mosquée	01	800	20	16,00
Total				16,00

Tableau n° II.5 : Evaluation des besoins de la zone d'étude

	Actuel	Long terme
Année	2024	2054
Besoins domestiques	1 010,60	1 772,20
Besoins scolaires (projeté) (m <sup>3</sup> /j)	17,40	17,40
Besoins scolaires (existants) (m <sup>3</sup> /j)	14,40	14,40
Besoins culturels (existants) (m <sup>3</sup> /j)	16,00	16,00
Besoins total (m <sup>3</sup> /j)	1 058,40	1 820,00

Les réseaux d'eau potable sont souvent sujets à des fuites et des gaspillages, ce qui entraîne un gaspillage important. Il est donc essentiel de reconnaître ces fuites et de les corriger.

Donc On fait une majoration de 15 % du débit moyen journalier donc :

$$Q_{\text{moy } j} = 1\,217,16 \text{ m}^3/\text{j.} \quad (\text{Actuel})$$

$$Q_{\text{moy } j} = 2\,093,00 \text{ m}^3/\text{j.} \quad (\text{L'horizon 2054})$$

## II.5 Etude de la variation des débits de consommation dans le temps

Les débits de consommation varient au fil du temps en fonction de plusieurs facteurs, les variations annuelles sont influencées par le niveau de vie des résidents de l'agglomération concernée, les variations mensuelles et saisonnières dépendent de l'activité de la ville, les variations hebdomadaires sont liées au jour de la semaine, et les variations journalières sont dictées par le graphique de consommation de la population.

### II.5.1 Coefficients d'irrégularité journalières

Au cours d'une année, il y a un jour où la consommation d'eau atteint un maximum, et un autre jour où elle est au minimum par rapport à la consommation moyenne.

- **Coefficient d'irrégularité maximale journalière**

Le coefficient d'irrégularité maximale journalière est défini par le rapport du débit maximal journalier et du débit moyen journalier.

$$K_{\text{max } j} = \frac{Q_{\text{max } j}}{Q_{\text{moy } j}} \quad (\text{II.3})$$

Avec :

$K_{\max j}$  : Coefficient d'irrégularité maximale journalière (---).

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

$Q_{\text{moy } j}$  : Débit moyen journalier ( $m^3/j$ )

La valeur de coefficient d'irrégularité maximale journalière varie entre **1,1** et **1,3**.

Pour notre étude, on prend  $K_{\max j} = 1.3$ .

- **Coefficient d'irrégularité minimale journalière**

Le coefficient d'irrégularité minimale journalière est défini par le rapport du débit minimal journalier et du débit moyen journalier.

$$K_{\min j} = \frac{Q_{\min j}}{Q_{\text{moy } j}} \quad (\text{II.4})$$

$K_{\min j}$  : Coefficient d'irrégularité minimale journalière (---).

$Q_{\min j}$  : Débit minimal journalier ( $m^3/j$ ).

$Q_{\text{moy } j}$  : Débit moyen journalier ( $m^3/j$ ).

La valeur de coefficient d'irrégularité minimale journalière varie entre **0,7** et **0,9**.

Pour notre étude, on prend  $K_{\min j} = 0,7$ .

### II.5.2 Coefficients d'irrégularité horaires

- **Coefficient d'irrégularité maximale horaire**

Ce coefficient exprime l'élévation de la consommation horaire pendant la journée, désignée sous le nom de débit de pointe. Pour le calculer, on se sert de la formule suivante :

$$K_{\max h} = \alpha_{\max} \times \beta_{\max} \quad (\text{II.5})$$

Avec :

$K_{\max h}$  : Coefficient d'irrégularité maximale horaire (---).

- **Coefficient d'irrégularité minimale horaire**

Ce coefficient est utilisé pour établir le débit minimum horaire, il est calculé par la formule suivante :

$$K_{\min h} = \alpha_{\min} \times \beta_{\min} \quad (\text{II.6})$$

Avec :

$K_{\min h}$  : Coefficient d'irrégularité minimale horaire (---).

- Un coefficient, appelé  $\alpha$ , qui reflète à la fois le développement industriel et les habitudes de la population, fluctue entre **1,2** et **1,4** pour sa valeur maximale ( $\alpha_{\max}$ ), et entre **0,4** et **0,6** pour sa valeur minimale ( $\alpha_{\min}$ )
- Pour notre étude, on prend  $\alpha_{\max} = 1,4$  et  $\alpha_{\min} = 0,4$ .
- Un coefficient,  $\beta$ , est étroitement lié à l'augmentation de la population.

Pour notre étude, et d'après l'Annex I, on a un nombre de **8 861 habitants**, donc :

$$\beta_{\max} = 1,33$$

$$\beta_{\min} = 0,36$$

**Donc :**

$$K_{\max h} = 1,86$$

$$K_{\min h} = 0,14$$

### II.5.3 Calcul des débits journaliers

- **Consommation maximale journalière :**

Ce débit correspond au jour de consommation maximale.

La consommation maximale journalière est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$Q_{\max j} = K_{\max j} \times Q_{\text{moy } j} \quad (\text{II.7})$$

Avec :

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

$K_{\max j}$  : Le Coefficient d'irrégularité maximale journalière (---).

$Q_{\text{moy } j}$  : La consommation moyenne journalière ( $\text{m}^3/\text{j}$ ).

On a que :

$$K_{\max j} : 1,3$$

$$Q_{\text{moy } j} : 2\,093,00 \text{ m}^3/\text{j}$$

Donc :

$$Q_{\max j} = 2\,720,90 \text{ m}^3/\text{j}$$

- **Consommation minimale journalière :**

Ce débit correspond au jour de consommation minimale.

La consommation minimale journalière est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$Q_{\min j} = K_{\min j} \times Q_{\text{moy } j} \quad (\text{II.8})$$

Avec :

$Q_{\min j}$  : La consommation minimale journalière ( $m^3/j$ ).

$K_{\min j}$  : Le coefficient d'irrégularité minimale journalière (---).

$Q_{\text{moy } j}$  : La consommation moyenne journalière ( $m^3/j$ ).

On a que :

$$K_{\min j} = 0,7$$

$$Q_{\text{moy } j} = 2\,093,00 \text{ m}^3/j$$

Donc :

$$Q_{\min j} = 1\,465,10 \text{ m}^3/j.$$

**Tableau n° II.6** : Récapitulatif des débits maximaux et minimaux journaliers

Horizon	$Q_{\max j}$ ( $m^3/j$ )	$Q_{\min j}$ ( $m^3/j$ )
2024	1 582,31	852,01
2054	2 720,90	1 465,10

#### II.5.4 Calcul des débits horaires :

- **Calcul du débit moyen horaire :**

Le volume d'eau consommé dans une agglomération fluctue d'heure en heure.

La somme des débits horaires donne la consommation maximale journalière.

Ainsi, il est possible de définir une consommation horaire moyenne par la formule suivante :

$$Q_{\text{moy } h} = \frac{Q_{\max j}}{24} \quad \text{(II.9)}$$

Avec :

$Q_{\text{moy } h}$  : La consommation moyenne horaire ( $m^3/h$ ).

$Q_{\max j}$  : La consommation maximale journalière ( $m^3/j$ ).

On a que :

$$Q_{\max j} = 2\,720,9 \text{ m}^3/j.$$

Donc :

$$Q_{\text{moy h}} = 113,37 \text{ m}^3/\text{h}.$$

- **Calcul du débit maximum horaire :**

Le débit maximum horaire, c'est ce qu'on appelle le débit de pointe.

Il est calculé par la formule suivante :

$$Q_{\text{max h}} = K_{\text{max h}} \times Q_{\text{moy h}} \quad (\text{II.10})$$

Avec :

$Q_{\text{max h}}$  : La consommation maximale horaire ( $\text{m}^3/\text{h}$ ).

$K_{\text{max h}}$  : Coefficient d'irrégularité maximale (---).

$Q_{\text{moy h}}$  : La consommation moyenne horaire ( $\text{m}^3/\text{h}$ ).

On a que :

$$K_{\text{max h}} = 1,86.$$

$$Q_{\text{moy h}} = 113,37 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Donc :

$$Q_{\text{max h}} = 210,87 \text{ m}^3/\text{h}.$$

- **Calcul du débit minimum horaire :**

Le débit minimum horaire est calculé par la formule suivante :

$$Q_{\text{min h}} = K_{\text{min h}} \times Q_{\text{moy h}} \quad (\text{II.11})$$

Avec :

$Q_{\text{min h}}$  : La consommation minimale horaire ( $\text{m}^3/\text{h}$ ).

$K_{\text{min h}}$  : Le Coefficient d'irrégularité minimale (---).

$Q_{\text{moy h}}$  : La consommation moyenne horaire ( $\text{m}^3/\text{h}$ ).

On a que :

$$K_{\text{min h}} = 0,14.$$

$$Q_{\text{moy h}} = 113,37 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Donc :

$$Q_{\text{min h}} = 15,87 \text{ m}^3/\text{h}.$$

**Tableau n° II.7** : Récapitulatif des débits horaires par la méthode analytique

Horizon	Q <sub>moy h</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>max h</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>min h</sub> (m <sup>3</sup> /h)
2024	65,93	133,84	5,93
2054	113,37	210,87	15,87

## II.6 Evaluation de la consommation horaire selon le nombre d’habitants (méthode graphique)

La variation des débits horaires au cours d’une journée est illustrée en fonction du nombre d’habitants.

Le tableau dans l’**Annex II** présente la variation horaire de la consommation d’eau dans divers centres d’agglomération. Les débits horaires y sont exprimés en pourcentage du débit maximum journalier :

Le débit horaire requis pour chaque groupe de consommateurs est calculé par la formule suivante :

$$Q_h = \frac{Q_{\max j} \times P(\%)}{100} \tag{II.12}$$

Avec :

Q<sub>h</sub> : Débit horaire nécessaire (m<sup>3</sup>/h).

Q<sub>max j</sub> : La consommation maximale journalière (m<sup>3</sup>/j).

P (%) : Pourcentage horaire.

Pour notre étude, nous avons une agglomération de type rural, la répartition est indiquée dans le tableau suivant :

**Tableau n° II.8** : Variation des débits horaires par la méthode graphique (2024)

Heurs	2024			
	Q <sub>max j</sub> = 1582,31 (m <sup>3</sup> /j)		Consommation cumulée	
	Ch (%)	Q <sub>h</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Ch (%)	Q <sub>h</sub> (m <sup>3</sup> /h)
0_1	0,75	11,87	0,75	11,87
1_2	0,75	11,87	1,5	23,73
2_3	1	15,82	2,5	39,56
3_4	1	15,82	3,5	55,38

4_5	3	47,47	6,5	102,85
5_6	5,5	87,03	12	189,88
6_7	5,5	87,03	17,5	276,90
7_8	5,5	87,03	23	363,93
8_9	3,5	55,38	26,5	419,31
9_10	3,5	55,38	30	474,69
10_11	6	94,94	36	569,63
11_12	8,5	134,50	44,5	704,13
12_13	8,5	134,50	53	838,62
13_14	6	94,94	59	933,56
14_15	5	79,12	64	1 012,68
15_16	5	79,12	69	1 091,79
16_17	3,5	55,38	72,5	1 147,17
17_18	3,5	55,38	76	1 202,56
18_19	6	94,94	82	1 297,49
19_20	6	94,94	88	1 392,43
20_21	6	94,94	94	1 487,37
21_22	3	47,47	97	1 534,84
22_23	2	31,65	99	1 566,49
23_24	1	15,82	100	1 582,31
Totale	100	1582,31		

Tableau n° II.9 : Variation des débits horaires par la méthode graphique (2054)

Heurs	2054			
	Q max j = 2720,9 (m <sup>3</sup> /j)		Consommation cumulée	
	Ch (%)	Qh (m <sup>3</sup> /h)	Ch (%)	Qh (m <sup>3</sup> /h)
0_1	0,75	20,41	0,75	20,41
1_2	0,75	20,41	1,5	40,81
2_3	1	27,21	2,5	68,02
3_4	1	27,21	3,5	95,23
4_5	3	81,63	6,5	176,86
5_6	5,5	149,65	12	326,51

6_7	5,5	149,65	17,5	476,16
7_8	5,5	149,65	23	625,81
8_9	3,5	95,23	26,5	721,04
9_10	3,5	95,23	30	816,27
10_11	6	163,25	36	979,52
11_12	8,5	231,28	44,5	1 210,80
12_13	8,5	231,28	53	1 442,08
13_14	6	163,25	59	1 605,33
14_15	5	136,05	64	1 741,38
15_16	5	136,05	69	1 877,42
16_17	3,5	95,23	72,5	1 972,65
17_18	3,5	95,23	76	2 067,88
18_19	6	163,25	82	2 231,14
19_20	6	163,25	88	2 394,39
20_21	6	163,25	94	2 557,65
21_22	3	81,63	97	2 639,27
22_23	2	54,42	99	2 693,69
23_24	1	27,21	100	2 720,90
Totale	100	2 720,90		

D'après le tableau on a :

$$Q_{\max h} = 231,28 \text{ m}^3/\text{h}.$$

$$Q_{\min h} = 20,41 \text{ m}^3/\text{h}.$$

**Tableau n° II.10** : Récapitulatif des débits horaires par la méthode graphique

Horizon	$Q_{\max h}$ (m <sup>3</sup> /h)	$Q_{\min h}$ (m <sup>3</sup> /h)
2024	134,50	11,87
2054	231,28	20,41

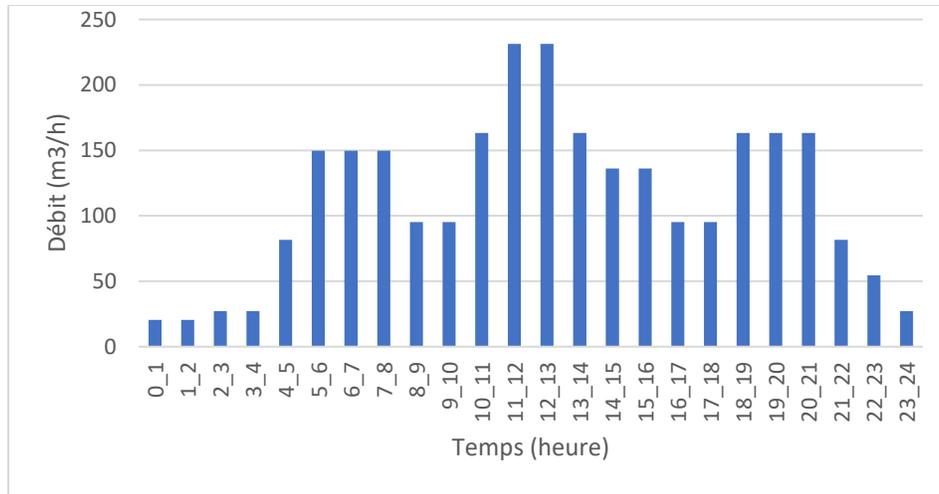


Figure II.2 : Histogramme de la consommation horaire (2054)

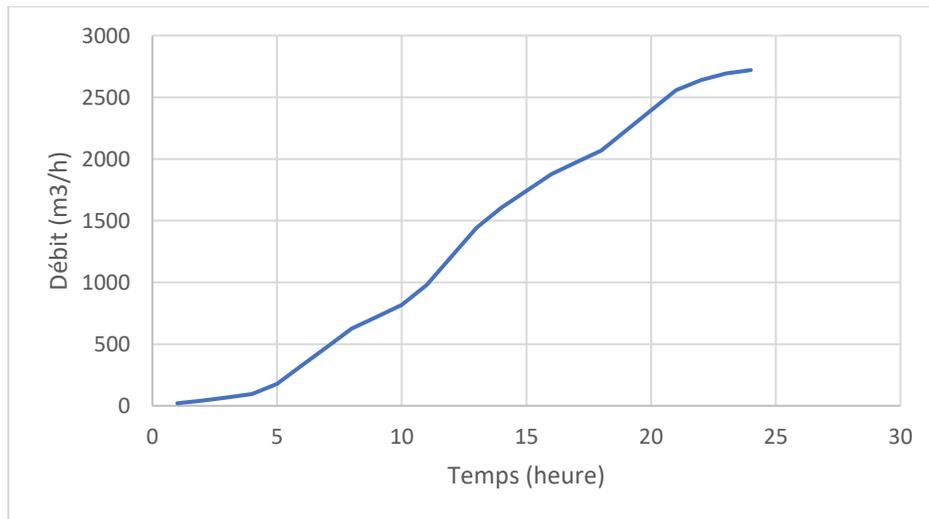


Figure II.3 : Courbe intégrale de la consommation (2054)

### II.7 Détermination des coefficients d'irrégularités maximum et minimum horaires graphiquement

Le coefficient d'irrégularité maximum horaire est le rapport entre le débit maximum horaire et le débit moyen horaire.

Le coefficient d'irrégularité minimum horaire est le rapport entre le débit minimum horaire et le débit moyen horaire.

Tableau n° II.11 : Les coefficients d'irrégularités maximum et minimum horaires

	$Q_{\text{moy h}}$ (m <sup>3</sup> /h)	$Q_{\text{max h}}$ (m <sup>3</sup> /h)	$Q_{\text{min h}}$ (m <sup>3</sup> /h)	$K_{\text{max h}}$	$K_{\text{min h}}$
2024					
La méthode analytique	65,93	133,84	5,93	2,03	0,09
La méthode graphique	65,93	134,50	11,87	2,04	0,18
2054					
La méthode analytique	113,37	210,87	15,87	1,86	0,14
La méthode graphique	113,37	231,28	20,41	2,04	0,18

Après avoir appliqué les deux méthodes, nous opterons pour le débit horaire maximum le plus grand, qui est de **231,18 m<sup>3</sup>/h** pour 2054.

### Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons noté que la population de la zone d'étude augmentera de 4 190 habitants au moment du dénombrement à 8 861 habitants d'ici 2054. Nous avons réalisé une estimation des besoins en eau potable pour les différents types de consommateurs de l'agglomération, ainsi que des débits journaliers maximum et minimum, ainsi que des débits horaires maximum et minimum prévus pour 2054.

# **Chapitre III**

## **Diagnostic du réseau d'AEP**

## Chapitre III

### Diagnostic du réseau d'AEP

#### Introduction

Dans ce chapitre, nous évaluerons la qualité du réseau de distribution en termes de ses caractéristiques hydrauliques (telles que le débit, la vitesse, etc.) et de ses aspects physiques.

#### Remarque

La distribution de l'eau potable dans la zone d'étude est assurée à partir de deux forages qui alimentent le réseau directement.

On n'a pas des réservoirs alimentent la zone d'étude.

Il y'a un réservoir est alimenté à partir les mêmes forages qui alimentent la zone d'étude mais il est destiné pour alimenter une ou des autres zones.

#### III.1 Diagnostic hydraulique du réseau de distribution

Le calcul du réseau de distribution sera effectué pour les deux cas suivants :

1. Cas de pointe.
2. Cas de pointe + incendie.

##### III.1.1 Calcul hydraulique du réseau de distribution

##### III-1-1-2-Débit en route

Le débit en route est déterminé avec la relation suivante :

$$Q_r = Q_p - Q_{\text{conc}} \quad (\text{III.1})$$

Avec ,

$Q_r$  : Débit en route ( $\text{m}^3/\text{h}$ ).

$Q_p$  : Débit de pointe ( $\text{m}^3/\text{h}$ ).

$Q_{\text{conc}}$  : Débit concentré ( $\text{m}^3/\text{h}$ ).

Pour notre, on n'a pas de débit concentré ( $Q_{\text{conc}} = 0$ ).

Donc :

$$Q_r = Q_p = 134,5 \text{ m}^3/\text{h}.$$

### III.1.1.2 Débit spécifique

Le débit spécifique est défini par le rapport entre le débit en route et la somme des longueurs qu'il y'a une distribution en route.

Le débit spécifique est défini par la relation suivante :

$$q_{sp} = \frac{Q_r}{\sum Li}$$

#### (III.2)

Avec :

$q_{sp}$  : débit spécifique ( l/s/ml).

$Q_r$  : Débit en route (l/s).

$\sum Li$  : La somme des longueurs (m).

On a que :

$$\sum Li = 11\,422 \text{ m.}$$

$$Q_r = 134,50 \text{ m}^3/\text{h} = 37,36 \text{ l/s.}$$

Donc :

$$Q_{sp} = 0,0033 \text{ l/s/ml.}$$

En tronçon 1 (T1), on n'a pas une distribution en route

**Tableau no III.1** : Détermination des débits en routes (voir l'Annex III) .

Tuyau	Longueur (m)	$Q_{sp}$ (l/s/ml)	$Q_r$ (l/s)
T2	369,48	0,0033	1,21
T3	37,55	0,0033	0,12
T4	152,39	0,0033	0,50
T5	24,21	0,0033	0,08
T6	168,26	0,0033	0,55
T7	99,59	0,0033	0,33
T8	197,19	0,0033	0,64
T9	59,11	0,0033	0,19
T10	242,30	0,0033	0,79
T11	303,72	0,0033	0,99
T12	156,86	0,0033	0,51
T13	199,60	0,0033	0,65
T14	172,04	0,0033	0,56
T15	8,49	0,0033	0,03
T16	73,14	0,0033	0,24

La suite du tableau est en annexe III.

**III.1.1.2 Débit nodal**

Les débits nodaux sont calculés par la formule suivante :

$$Q_n = 0.5 \times \sum Q_r + \sum Q_{conc} \tag{III.3}$$

Avec :

$Q_n$  : Débit nodal (l/s).

$\sum Q_r$  : Somme des débits en route des tronçons connectés au nœud i (l/s).

$\sum Q_{conc}$  : La somme des débits concentrés aux nœuds i (l/s).

- **Cas de pointe**

Les résultats des calculs des débits aux nœuds en cas de pointe sont dans le tableau suivant :

**Tableau no III.2 : Les débits nodaux en cas de pointe (voir l'Annex IV)**

Nœud	Altitude (m)	Tronçon	Qr (l/s)	Qn (l/s)
N1	277,1	T2	1,21	0,60
N2	277,8	T2	1,21	0,91
		T3	0,12	
		T4	0,50	
N3	276,6	T4	0,50	0,25
N4	278,0	T3	0,12	0,26
		T5	0,08	
		T7	0,33	
N5	278,0	T6	0,55	0,98
		T12	0,51	
		T56	0,81	
		T5	0,08	
N6	277,4	T6	0,55	0,28
		T7	0,33	

N7	277,9	T8	0,64	0,58
		T9	0,19	
N8	277,3	T8	0,64	0,32
N9	277,9	T9	0,19	0,99
		T10	0,79	
		T11	0,99	
N10	277,0	T10	0,79	0,40
N11	277,6	T11	0,99	0,50
N12	277,9	T12	0,51	0,86
		T13	0,65	
		T14	0,56	
N13	277,3	T13	0,65	0,33
N14	277,7	T14	0,56	0,55
		T15	0,03	
		T43	0,50	
N15	277,8	T15	0,03	0,19
		T16	0,24	
		T17	0,12	
N16	277,7	T17	0,12	0,44
		T18	0,40	
		T19	0,35	

La suite du tableau est en **annex VI**.

- **Cas de pointe + incendie**

Dans le cas de pointe + incendie, le calcul est effectué de manière similaire au cas de pointe, sauf qu'on doit ajouter le débit d'incendie de 17 l/s au point le plus défavorable (N99).

**Tableau no III.3** : Le débit nodal en cas de pointe + incendie au point le plus défavorable

Nœud	Cote (m)	Tronçon	Q <sub>r</sub> (l/s)	Q <sub>c</sub> (l/s)	Q <sub>n</sub> (l/s)
N99	277,8	T103	0,21	17,00	17,10

### III.1.2 Simulation hydraulique du réseau existant par le logiciel EPANET

#### III.1.2.1 Présentation du logiciel EPANET

EPANET est un logiciel informatique qui effectue la simulation à long terme du comportement hydraulique et de la qualité de l'eau au sein de réseau de canalisations sous pression. Un réseau comprend des tuyaux, des nœuds (point de jonction des tuyaux), des pompes, des vannes, ainsi que des réservoirs ou des citernes de stockage. EPANET trace le flux d'eau dans chaque tuyau, la pression à chaque nœud, la hauteur d'eau dans chaque réservoir, et la concentration de substances chimiques dans l'ensemble du réseau pendant une période de simulation divisée en plusieurs intervalles de temps.

En plus, des substances chimiques, EPANET peut également simuler l'âge de l'eau et le traçage de la source.

Ce code de calcul est conçu comme un outil de recherche, EPANET vise à améliorer notre compréhension du déplacement et du comportement des composants de l'eau potable dans les réseaux de distribution. Il est applicable à diverses analyses de systèmes de distribution, telles que la conception de programmes d'échantillonnage, le calibrage des modèles hydrauliques, l'analyse des résidus de chlore et l'évaluation de l'exposition des consommateurs.

EPANET peut être utilisé pour évaluer différentes stratégies de gestion visant à améliorer la qualité de l'eau dans tout le système, notamment :

- Ajuster l'utilisation des sources dans les systèmes à sources multiples.
- Modifier les horaires de pompage et remplissage/vidange des réservoirs.
- Appliquer des traitements spécifiques comme la re-chloruration dans les réservoirs de stockage.
- Effectuer le nettoyage ciblé des conduites et leur remplacement.

Ces fonctionnalités permettent à EPANET de jouer un rôle crucial dans l'amélioration des pratiques de gestion de la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution.

#### III.1.2.2 Formule de perte de charge utilisée

Le logiciel EPANET offre plusieurs possibilités de calcul des pertes de charge à savoir : Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, Chezy-Manning.

Pour notre étude on va choisir la formule de Darcy-Weisbach.

- **Formule de Darcy-Weisbach**

$$H_L = f \times \frac{L \times v^2}{d \times 2g} \quad (\text{III.4})$$

Avec :

$H_L$ : Perte de charge (m).

$f$ : Facteur de friction (---).

$L$ : Longueur du tuyau (m).

$v$ : Vitesse d'écoulement (m/s).

$d$ : Diamètre du tuyau (m).

$g$ : Accélération de la pesanteur ( $m/s^2$ ).

$Q$ : Débit d'écoulement dans la conduite ( $m^3/s$ ).

### III.1.2.3 Résultats de la simulation

- **Cas de pointe**

**Tableau no III.4** : Les vitesses et les pertes de charge dans le réseau existant en cas de pointe (voir l'annex V)

Tuyau	Longueur	$D_{ext}$	$D_{int}$	Débit	Vitesse	Perte de charge	Perte de charge
	m	mm	mm	l/s	m/s	m/km	m,c,e
T2	369,50	200PVC	184,6	36,74	1,37	7,79	2,88
T3	37,55	200PVC	184,6	35,58	1,33	7,35	0,28
T4	152,40	40PEHD	35,2	0,25	0,26	3,07	0,47
T5	24,21	125PVC	115,4	32,53	3,11	60,32	1,46
T6	168,30	50PVC	45,2	0,28	0,17	1,14	0,19
T7	99,59	200PVC	184,6	2,79	0,10	0,08	0,01
T8	197,20	40PEHD	35,2	0,32	0,33	4,7	0,93
T9	59,11	200PVC	184,6	1,89	0,07	0,04	0,00
T10	242,30	40PEHD	35,2	0,40	0,41	6,92	1,68
T11	303,70	63PVC	57,0	0,50	0,20	1,04	0,32
T12	156,90	125PVC	115,4	15,56	1,49	15,81	2,48
T13	199,60	50PEHD	44,0	0,33	0,22	1,72	0,34
T14	172,00	110PVC	101,6	14,37	1,77	25,28	4,35
T15	8,49	110PVC	101,6	9,62	1,19	12,25	0,10
T16	73,14	50PVC	45,2	0,12	0,07	0,23	0,02

La suite du tableau est en **annex V**.

**Tableau no III.5** : Les pressions et les cotes piézométriques dans le réseau existant en cas de pointe (voir l'annex VI)

Le Noeud	L'Altitude	La cote piézométrique	La pression
	m	m	m
N1	277,1	388,40	111,30
N2	277,8	385,50	107,66
N3	276,6	385,00	108,43
N4	278,0	385,20	107,23
N5	278,0	383,80	105,77
N6	277,4	383,60	106,13
N7	277,9	385,20	107,32
N8	277,3	384,30	106,94
N9	277,9	385,20	107,32
N10	277,0	383,50	106,54
N11	277,6	384,90	107,30
N12	277,9	381,30	103,37
N13	277,3	380,90	103,69
N14	277,7	376,90	99,27
N15	277,8	376,80	99,08
N16	277,7	375,60	97,92

La suite du tableau est en **annex VI**.

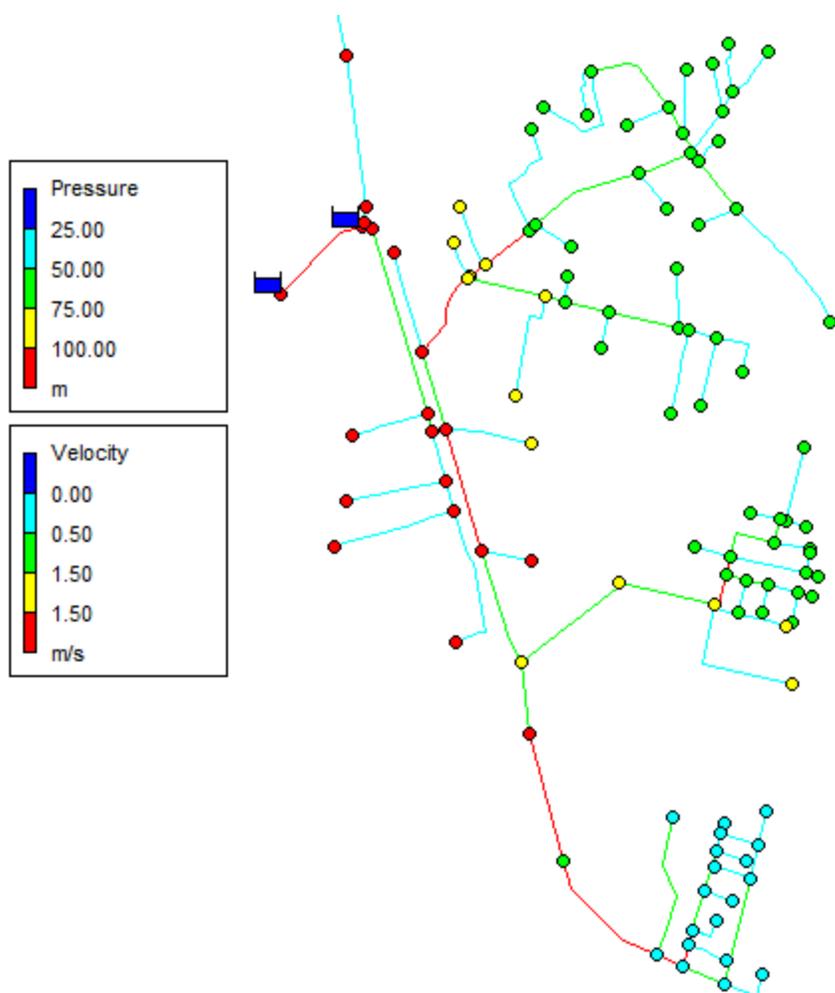


Figure III.1 : Résultats de la simulation des vitesses et des pressions en cas de pointe le cas du réseau existant.

- Cas de pointe + incendie

Tableau no III.6 : Les vitesses et les pertes de charge dans le réseau existant en cas de pointe + incendie (voir l'annex VII)

Tuyau	Longueur	D <sub>ext</sub>	D <sub>int</sub>	Débit	Vitesse	Perte de charge	Perte de charge
	m	mm	mm	l/s	m/s	m/km	m,c,e
T2	369,50	200PVC	184,6	53,74	2,01	15,56	5,75
T3	37,55	200PVC	184,6	52,58	1,96	14,95	0,56
T4	152,40	40PEHD	35,2	0,25	0,26	3,07	0,47
T5	24,21	125PVC	115,4	49,53	4,74	130,20	3,15
T6	168,30	50PVC	45,2	0,28	0,17	1,14	0,19

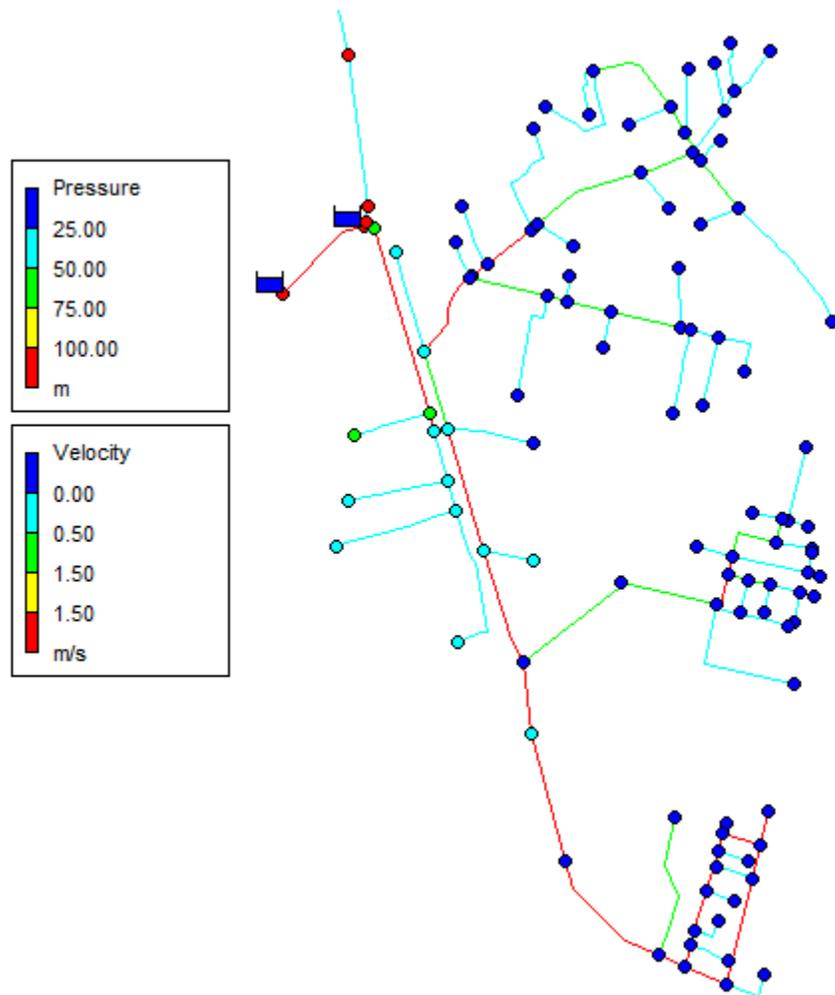
T7	99,59	200PVC	184,6	2,79	0,10	0,08	0,01
T8	197,20	40PEHD	35,2	0,32	0,33	4,70	0,93
T9	59,11	200PVC	184,6	1,89	0,07	0,04	0,00
T10	242,30	40PEHD	35,2	0,40	0,41	6,92	1,68
T11	303,70	63PVC	57,0	0,50	0,20	1,04	0,32
T12	156,90	125PVC	115,4	15,56	1,49	15,81	2,48
T13	199,60	50PEHD	44,0	0,33	0,22	1,72	0,34
T14	172,00	110PVD	101,6	14,37	1,77	25,28	4,35
T15	8,49	110PVC	101,6	9,62	1,19	12,26	0,10
T16	73,14	50PVC	45,2	0,12	0,07	0,23	0,02

La suite du tableau est en annex VII.

**Tableau no III.7 :** Les pressions et les cotes piézométriques dans le réseau existant en cas de pointe + incendie (voir l'annex VIII)

Le Noeud	L'Altitude	La cote piézométrique	La pression
	m	m	m
N1	277,1	333,90	56,79
N2	277,8	328,10	50,28
N3	276,6	327,70	51,05
N4	278,0	327,60	49,56
N5	278,0	324,40	46,41
N6	277,4	324,20	46,77
N7	277,9	327,60	49,65
N8	277,3	326,60	49,28
N9	277,9	327,60	49,65
N10	277,0	325,90	48,87
N11	277,6	327,20	49,63
N12	277,9	321,90	44,01
N13	277,3	321,60	44,33
N14	277,7	317,60	39,91
N15	277,8	317,50	39,72
N16	277,7	316,20	38,56

La suite du tableau est en **annex VIII**.



**Figure III.2** : Résultats de la simulation des vitesses et des pressions en cas de pointe + incendie dans le cas du réseau existant.

### III.1.3 Discussion des résultats du diagnostic hydraulique

Après avoir effectué la simulation du fonctionnement du réseau de distribution de la zone d'étude nous avons pu constater que :

- **Cas de pointe**

D'après le **tableau n° III.4**, on remarque que :

- 58,25 % des vitesses sont inférieure à 0,5 m/s.
- 31,07 % des vitesses sont entre 0,5 m/s et 1,5 m/s.

- 10,68% des vitesses sont supérieures à 1,5 m/s.

D'après le **tableau n° III.5** on remarque que :

- 0 % des pressions sont inférieures à 35 m.c.e.
- 26,21 % des pressions sont entre 35 m.c.e et 60 m.c.e.
- 58,25 % des pressions sont entre 60 m.c.e et 100 m.c.e.
- 15,53 % des pressions sont supérieures à 100 m.c.e.

68,93 % des vitesses ne sont pas dans l'intervalle admissible des vitesses sachant que l'intervalle admissible des vitesses est entre 0,5 m/s et 1,5 m/s.

D'après les résultats des pressions en cas de pointe, les pressions sont mauvaises.

- **Cas de pointe + incendie**

D'après le **tableau n° III.6**, on remarque que :

- 5,36 % des vitesses sont inférieures à 0,5 m/s.
- 22,33 % des vitesses sont entre 0,5 m/s et 1,5 m/s.
- 23,30 % des vitesses sont supérieures à 1,5 m/s.

D'après le **tableau n° III.7** on remarque que :

- 39,81 % des pressions sont négatives.
- 0 % des pressions sont entre 0 m.c.e et 10 m.c.e .
- 60,19 % des pressions sont entre 10 m.c.e et 60 m.c.e .
- 0 % des pressions sont entre 60 m.c.e et 100 m.c.e .
- 0 % des pressions sont supérieures à 100 m.c.e .

Seulement 22,33 % des vitesses se trouvent dans l'intervalle admissible, et les autres vitesses sont mauvaises.

Les résultats de la pression en ce cas sont mauvais.

## **III.2 Diagnostic physique du système d'AEP de la zone d'étude**

### **III.2.1 Diagnostic physique du réseau existant**

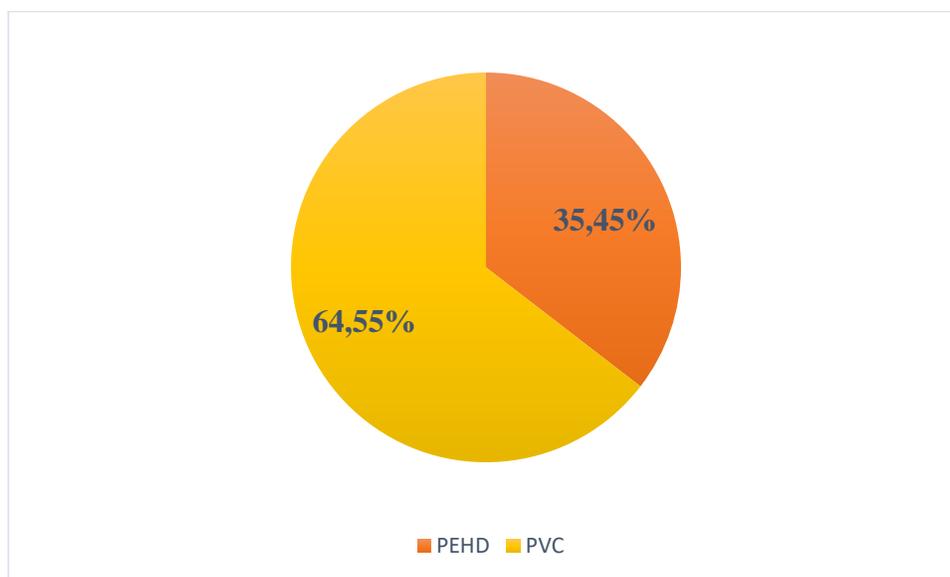
La zone d'étude dispose d'un réseau de distribution ramifié s'étendant sur une longueur de 11 422 m. Ce réseau est composé de PEHD et de PVC.

### III.2.1.1 Matériaux des conduites du réseau actuel

Le **tableau n° III.8** présente la répartition des tronçons selon les matériaux des conduites.

**Tableau no III.8** : Répartition des tronçons selon les matériaux des conduites dans le réseau de distribution.

Matériau	Longueur (m)	Longueur (%)
PEHD	4 049,37	35,45
PVC	7 372,63	64,55



**Figure III.3** : Répartition des tronçons selon les matériaux des conduites dans le réseau de distribution.

Actuellement, il existe un réseau de distribution de type ramifié, dont les canalisations sont en PVC, considéré en bon état, ainsi qu'en PEHD. La réalisation de ce réseau a eu lieu en 2008-2009 environ, selon l'enquête et les informations du service technique de la sub-hydraulique, ainsi que les plans de réalisation. Aucune fuite d'eau potable n'a été constatée dans les rues. Nous avons également constaté un manque de vannes de sectionnement.

### III.3 Discussion des résultats du diagnostic hydraulique et physique

D'après notre enquête sur le réseau de distribution d'eau potable dans la zone d'étude et les résultats de la simulation réalisée sur les conduites, il est évident que le réseau ne répond pas aux

conditions de fonctionnement normales en raison de vitesses et de pressions inacceptables, bien en dessous des normes requises. Il est donc impératif d'installer un nouveau réseau de distribution.

### Conclusion

Le présent chapitre a permis d'analyser le comportement hydraulique du réseau d'alimentation en eau potable de l'agglomération étudiée ainsi que son état physique.

D'après l'analyse effectuée dans ce chapitre, il est clair que notre réseau ne répond pas pleinement aux exigences et aux normes requises pour un fonctionnement optimal des réseaux d'approvisionnement en eau potable.

Afin d'améliorer la qualité du service public, il est impératif de mettre en place un nouveau réseau. Autrement dit, il s'agit de satisfaire aux exigences des utilisateurs par réseau qui réponds aux normes de fonctionnement et d'exploitation.

# **Chapitre IV**

## **Etude de stockage**

## Chapitre IV

### Etude de stockage

#### Introduction

Les réservoirs d'eau sont généralement indispensables pour assurer une alimentation adéquate en eau potable à une agglomération.

Le réservoir sert d'ouvrage intermédiaire entre les réseaux d'adduction et les réseaux de distribution. Il est conçu pour stocker de l'eau destinée soit à la consommation publique, soit à un usage industriel, soit à la lutte contre les incendies. Les débits de consommation varient au cours de la journée, et le rôle du réservoir est donc de réguler ces débits en fonction de la demande, de plus, il a de nombreux autres rôles.

#### IV.1 Fonction des réservoirs

Un réservoir joue plusieurs rôles essentiels dans un système de distribution d'eau :

1. Il régule le débit entre le système d'adduction, déterminé par le pompage et le traitement, et le système de distribution, déterminé par la courbe de consommation.
2. Il maintient une pression adéquate en tout point du réseau, garantissant aux abonnés une pression suffisante.
3. Si l'altitude ne permet pas de fournir une pression suffisante à toute l'agglomération, il devient nécessaire de construire un réservoir surélevé (ou château d'eau).
4. Il assure la sécurité en cas d'incendie, de demande en eau exceptionnelle ou de rupture temporaire de l'adduction (panne à la station de pompage, rupture de la conduite d'adduction, arrêt de la station de traitement, etc.).
5. Il a une fonction économique, permettant d'adapter le fonctionnement des pompes pour optimiser l'ensemble adduction + réservoir, réduisant ainsi la consommation d'énergie électrique pendant les heures de pointe et assurant un débit constant des pompes correspondant à leur rendement maximum.
6. Un réservoir sert de point de test pour évaluer le volume et la pression dans un réseau maillé. En fait, il agit comme un baromètre précis, surveillant en continu l'état du réseau (pression) et évaluant la demande réelle en fonction des variations de niveau.

## IV.2 Classification des réservoirs

Les réservoirs peuvent être classés selon différents critères.

En fonction des matériaux, on distingue les réservoirs en maçonnerie, métalliques, et en béton armé.

En ce qui concerne leur emplacement, ils peuvent être enterrés, semi-enterrés, au sol ou surélevés sur une tour, comme les châteaux d'eau.

Enfin, selon la forme de la cuve, ils peuvent être rectangulaires, carrés, circulaires ou de forme quelconque.

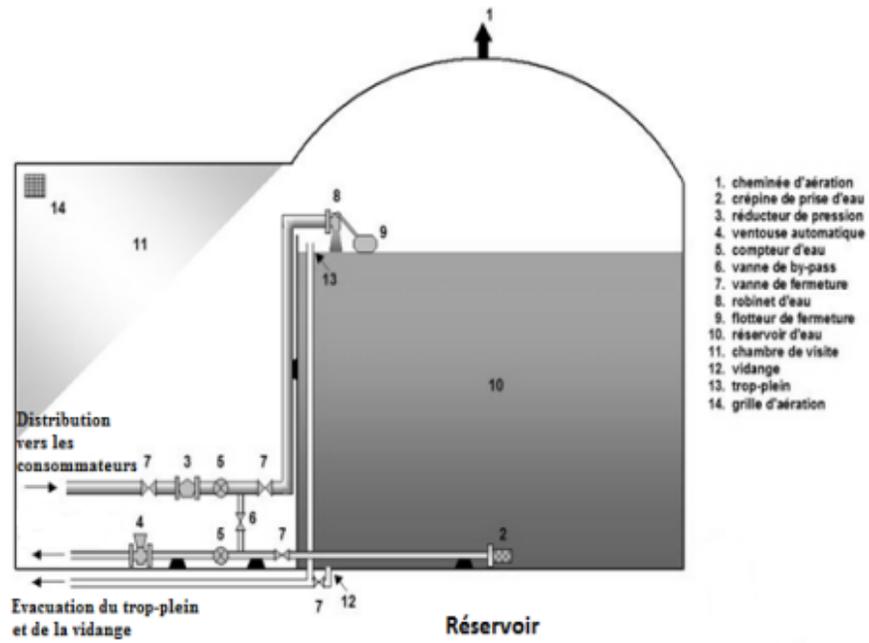
## IV.3 Emplacement du réservoir

L'implantation du réservoir doit prendre en compte le relief afin de minimiser les coûts d'investissement et d'exploitation. Les facteurs suivants doivent être considérés :

- La hauteur du point le plus élevé à alimenter.
- Le point le plus bas à alimenter.
- Le point le plus éloigné à alimenter.
- Les pertes de charge depuis le réservoir jusqu'au point le plus défavorable.
- Il est essentiel que le réservoir soit situé le plus près possible de l'agglomération à alimenter. En effet, le coefficient de pointe horaire, qui influence les pertes de charge dans les conduites de distribution, est plus significatif que celui des conduites d'adduction. Plus le réservoir est éloigné de l'agglomération, plus sa hauteur doit être importante.

## IV.4 Equipements des réservoirs

Le réservoir est composé de la cuve et d'une chambre de manœuvre. Il comprend généralement cinq types de conduites ainsi que divers équipements tels que la crépine, la vanne de distribution, et la prise d'air.



Chambre de manoeuvre ( chambre de vannes)

Figure IV.1 : Chambre de manoeuvre et réservoir

(Baba Hamed, s.d.)

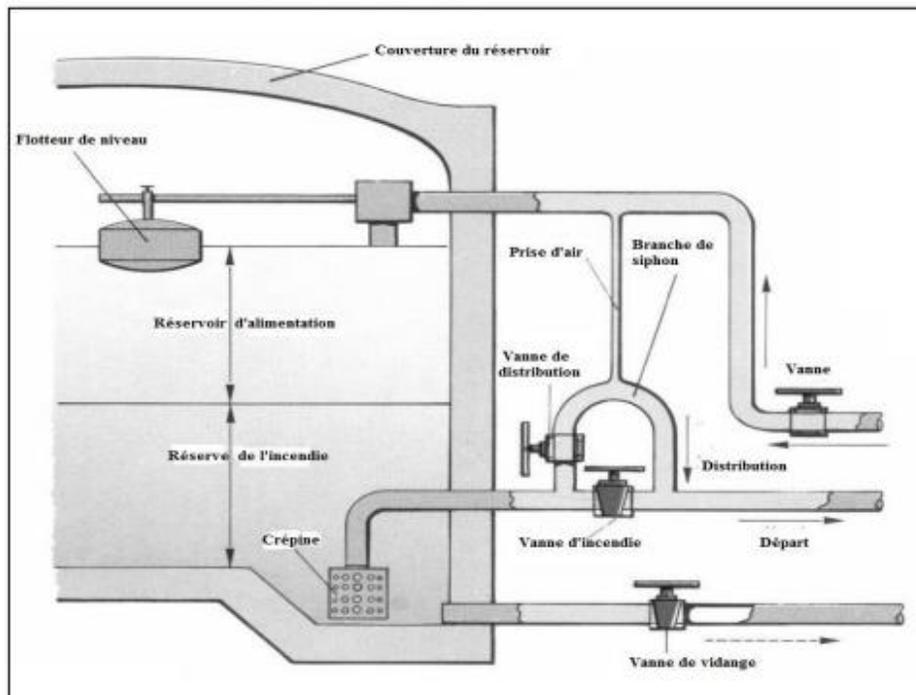


Figure IV.2 : Equipement d'un réservoir

(Baba Hamed, s.d.)

**IV.4.1 Conduite d'alimentation**

Il s'agit de l'arrivée de l'adduction, où cette conduite se termine dans la partie supérieure du réservoir. Un système d'arrêt automatique de la pompe est prévu pour s'activer lorsque le réservoir est plein. Afin d'éviter une surveillance continue pendant le remplissage, un robinet à flotteur est installé. Dès que le réservoir atteint sa capacité maximale, le robinet se ferme automatiquement grâce à ce flotteur de niveau.

**IV.4.2 Conduite de distribution**

La conduite de distribution commence à 0,20 m au-dessus du radier afin d'éviter l'entrée de dépôts décantés et de sable dans la conduite. Une vanne papillon à fermeture automatique sera installée sur la conduite sortant du réservoir pour prévenir tout débordement des eaux.

**IV.4.3 Conduite de trop-plein**

Cette conduite permet d'évacuer l'excès d'eau du réservoir en cas de défaillance de l'arrêt de la pompe. Si le réservoir est compartimenté, chaque cuve doit être équipée d'une conduite de trop-plein. Ces conduites doivent se rejoindre dans la chambre de manœuvre pour former un joint hydraulique, empêchant ainsi la pénétration de tout corps étranger.

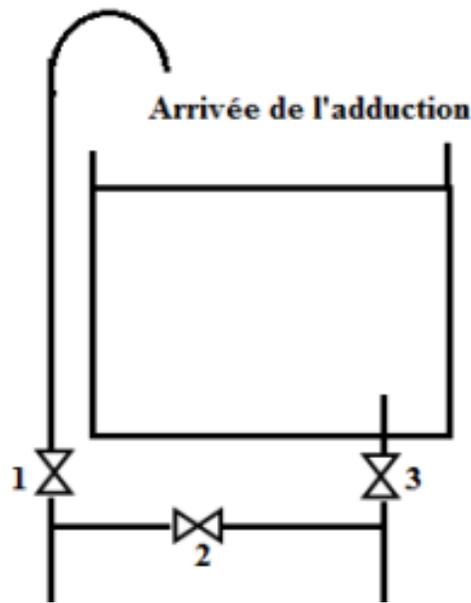
**IV.4.4 Conduite de vidange**

La vidange est essentielle pour l'entretien du réservoir, notamment pour le nettoyage et les réparations.

Une conduite de vidange est prévue au point le plus bas du réservoir, raccordée à la canalisation de trop-plein et équipée d'une robinet-vanne.

**IV.4.5 Conduite de by-pass**

En cas d'indisponibilité du réservoir, par exemple pour son nettoyage ou sa réparation, il est nécessaire de prévoir une conduite de by-pass entre l'adduction et la distribution afin d'assurer la distribution d'eau potable aux abonnés.



**Figure IV.3 :** By-pass entre l'adduction et la distribution

(Baba Hamed, s.d.)

En temps normal, les vannes 1 et 3 sont ouvertes pour assurer la distribution d'eau potable aux abonnés, tandis que la vanne 2 est fermée. En mode by-pass, les vannes 1 et 3 sont fermées et la vanne 2 est ouverte. De cette manière, les travaux sur les réservoirs peuvent être effectués sans interrompre l'approvisionnement en eau des abonnés.

## IV.5 Capacité de stockage

Afin de répondre aux besoins de l'agglomération, les réservoirs doivent avoir une capacité suffisante. Cette dernière doit être évaluée en prenant en compte les variations des débits à l'entrée et à la sortie.

### IV.5.1 Principe de calcul

Pour évaluer la capacité d'un réservoir, nous pouvons procéder à :

- La méthode graphique prend en compte la courbe de consommation totale, déterminée d'après les coefficients de variation horaires de la consommation, et la courbe d'apport du débit pompé.
- La méthode analytique qui prend également en compte les débits d'apport et les débits de sortie du réservoir.

Pour calculer le volume du réservoir, nous utilisons la méthode analytique. La capacité sera déterminée en calculant les résidus entre le cumul des apports et des départs d'eau pour chaque

heure, sur une période de 20 heures, et en y ajoutant la réserve minimale requise pour la lutte contre l'incendie, estimée à 120 m<sup>3</sup>.

Le volume résiduel est donné par la relation suivante :

$$V_R = \frac{a \times Q_{\max j}}{100} \quad \text{(IV.1)}$$

Avec :

V<sub>R</sub> : Capacité résiduelle (m<sup>3</sup>).

a : Fraction horaire du débit maximum journalier (%).

Q<sub>max j</sub> : La consommation maximale journalière (m<sup>3</sup>/j).

Le volume total des réservoirs est calculé à partir de la relation suivante :

$$V_T = V_R + V_{inc} \quad \text{(IV.2)}$$

Avec :

V<sub>T</sub> : Volume total des réservoirs (m<sup>3</sup>).

V<sub>R</sub> : Volume résiduel (m<sup>3</sup>).

V<sub>inc</sub> : Volume d'incendie (m<sup>3</sup>).

**Tableau n° IV.1 : La capacité des réservoirs**

Heures	Consommation horaire de q <sub>max j</sub> (%)	Refoulement d'eau (%)	Arrivée d'eau du réservoir (%)	Départ d'eau du réservoir (%)	Reste d'eau du réservoir (%)
0-1	0,75	5	4,25		4,25
1-2	0,75	5	4,25		8,5
2-3	1	5	4		12,5
3-4	1	5	4		16,5
4-5	3	5	2		18,5
5-6	5,5	5		0,5	18
6-7	5,5	5		0,5	17,5
7-8	5,5	5		0,5	17
8-9	3,5	5	1,5		18,5
9-10	3,5	5	1,5		20

10-11	6	5		1	19
11-12	8,5	5		3,5	15,5
12-13	8,5	5		3,5	12
13-14	6	5		1	11
14-15	5	5		0	11
15-16	5	5		0	11
16-17	3,5	5	1,5		12,5
17-18	3,5	5	1,5		14
18-19	6	5		1	13
19-20	6	5		1	12
20-21	6	0		6	6
21-22	3	0		3	3
22-23	2	0		2	1
23-24	1	0		1	0
Total	100	100			

Donc la fraction horaire du débit maximum journalier dans notre étude est :

**a = 20%.**

**Tableau n° IV.2 : Volumes requis des réservoirs pour différents horizons.**

Année	$Q_{\max j}$ (m <sup>3</sup> )	Volume résiduel (m <sup>3</sup> )	Volume d'incendie (m <sup>3</sup> )	Volume total (m <sup>3</sup> )
2024	1 582,31	316,46	120,00	436,46
2054	2 720,90	544,18	120,00	664,18

### V.5.2.L'alimentation de la zone d'étude

Pour notre zone d'étude, nous avons choisi un réservoir d'une capacité de 2 000 m<sup>3</sup>, construit en béton armé semi enterré. Ce réservoir, situé au nord-est du centre de Khemis, a été mise en service en 2013.



**Figure IV.4 :** Localisation du réservoir choisi pour notre étude  
(<https://www.google.com/maps>,2024)

## Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons parlé sur les réservoirs, les fonctions des réservoirs, classification des réservoirs, emplacement des réservoirs, équipements des réservoirs, nous avons aussi calculé le volume du réservoir demandé par la zone d'étude, et enfin nous avons choisi un réservoir pour l'alimentation de notre zone d'étude.

## **Chapitre V**

# **Conception d'un nouveau réseau d'AEP à l'horizon 2054**

## Chapitre V

### Conception d'un nouveau réseau d'AEP à l'horizon 2054

#### Introduction

Nous avons réalisé un diagnostic de notre réseau et constaté que celui de la zone d'étude est défaillant, rendant impérative conception d'un nouveau réseau d'AEP. L'objectif de ce chapitre est donc de dimensionner un réseau pour l'horizon 2054.

#### V.1 Choix du type de réseau

En fonction de la structure et de l'importance de l'agglomération, on peut identifier trois catégories de réseaux de distribution : les réseaux ramifiés, les réseaux en mailles et les réseaux mixtes.

- **Réseau ramifié** : Le réseau ramifié se compose d'une conduite principale à laquelle sont raccordées des conduites secondaires tout au long de son tracé. Ce type de réseau, en forme d'arborescence, ne permet pas de distribution en boucle. Ainsi, en cas de panne sur la conduite principale, toute la population située en aval se retrouve privée d'eau.
- **Réseau maillé** : Un réseau maillé est composé de plusieurs tronçons disposés de manière à former une ou plusieurs boucles fermées. Contrairement au réseau ramifié, le réseau maillé assure une distribution de retour en cas de panne d'un tronçon. Les réseaux maillés sont généralement utilisés dans les zones urbanisées et tendent à se généraliser dans les agglomérations rurales sous une forme associée à des réseaux ramifiés (limitation du nombre de mailles tout en conservant une certaine ramification).
- **Réseau mixte** : Il s'agit d'une combinaison entre un réseau maillé et un réseau ramifié.

Dans une perspective technico-économique visant à optimiser l'utilisation de l'infrastructure et à garantir une distribution efficace de l'eau, nous avons choisi de mettre en place un réseau ramifié.

#### V.2 Conception du réseau de l'agglomération

Pour concevoir un réseau de distribution, il est nécessaire de considérer plusieurs éléments, notamment :

- La localisation des habitations.
- La position des grands consommateurs.
- La nécessité d'assurer un service flexible et fiable.
- La topographie.

### V.3 Principe du tracé du réseau de distribution

- Réduire le nombre de passages difficiles.
- Éviter les pentes trop prononcées pour faciliter l'ancrage des tuyaux.
- Éviter les zones rocheuses, car elles nécessitent un creusement de tranchées plus complexe.
- Favoriser les zones accessibles.
- Tracer les conduites principales, parallèlement entre elles et doivent être situées sur les côtes les plus élevés pour bien répartir l'eau.
- Déterminer les quartiers les plus denses de la population.
- Déterminer le sens principal pour assurer la distribution aux consommateurs.
- Identifier les quartiers les plus densément peuplés.
- Repérer les consommateurs importants (débit concentré).

### V.4 Choix des matériaux pour les conduites

Le choix du matériau pour les conduites repose sur plusieurs critères, tels que la pression à supporter, l'agressivité du sol, le coût et la disponibilité sur le marché, ainsi que la compatibilité avec les équipements auxiliaires comme les joints, les coudes et les vannes. Parmi les matériaux disponibles, on trouve l'acier, la fonte, le PVC et le polyéthylène haute densité (PEHD), nous avons choisi le PEHD en raison de ses avantages spécifiques :

- Excellente résistance à la corrosion.
- Large disponibilité sur le marché.
- Facilité de pose des canalisations.
- Surface interne lisse et arrondie pour une performance hydraulique optimale.

### V.5 Conception d'un nouveau réseau d'AEP

Le calcul du réseau de distribution sera effectué pour les deux cas suivants :

1. Cas de pointe.
2. Cas de pointe + incendie.

#### V.5.1 Débit en route

Le débit en route est déterminé avec la relation suivante :

$$Q_r = Q_p - Q_{\text{conc}} \quad (\text{V.1})$$

Avec :

$Q_r$  : Débit en route ( $\text{m}^3/\text{h}$ ).

$Q_p$  : Débit de pointe ( $m^3/h$ ).

$Q_{conc}$  : Débit concentré ( $m^3/h$ ).

Pour notre, on n'a pas de débit concentré ( $Q_{conc} = 0$ ).

Donc :

$$Q_r = Q_p = 231,18 \text{ m}^3/h.$$

### V.5.2 Débit spécifique

Le débit spécifique est défini par le rapport entre le débit en route et la somme des longueurs qu'il y'a une distribution en route.

Le débit spécifique est défini par la relation suivante :

$$q_{sp} = Q_r / \sum L_i \quad (\text{V.2})$$

Avec :

$q_{sp}$  : débit spécifique (l/s/ml).

$Q_r$  : Débit en route (l/s).

$\sum L_i$  : La somme des longueurs (m).

On a que :

$$\sum L_i = 8\,951,15 \text{ m.}$$

$$Q_r = 231,18 \text{ m}^3/h = 64,22 \text{ l/s.}$$

Donc :

$$Q_{sp} = 0,0072 \text{ l/s/ml.}$$

**Tableau n° V.1** : Détermination des débits en routes (voir l'annex IX)

Tuyau	Longueur (m)	$Q_{sp}$ (l/s/ml)	$Q_r$ (l/s)
N20-N21	154,26	0,0072	1,11
N3-N4	45,62	0,0072	0,33
N4-N6	104,30	0,0072	0,75
N13-N15	142,09	0,0072	1,02
N15-N16	123,82	0,0072	0,89
N22-N25	99,39	0,0072	0,71
N25-N26	167,80	0,0072	1,20

N13-N14	122,20	0,0072	0,88
N37-N39	270,00	0,0072	1,94
N37-N38	81,49	0,0072	0,58
N42-N43	97,12	0,0072	0,70
N40-N41	277,79	0,0072	1,99
N29-N31	156,80	0,0072	1,12
N29-N32	64,86	0,0072	0,47
N32-N33	174,40	0,0072	1,25
N8-N10	7,21	0,0072	0,05
N28-N37	493,22	0,0072	3,54
N17-N18	142,42	0,0072	1,02

La suite du tableau est en **annex IX**.

**V.5.3 Débit nodal**

Les débits nodaux sont calculés par la formule suivante :

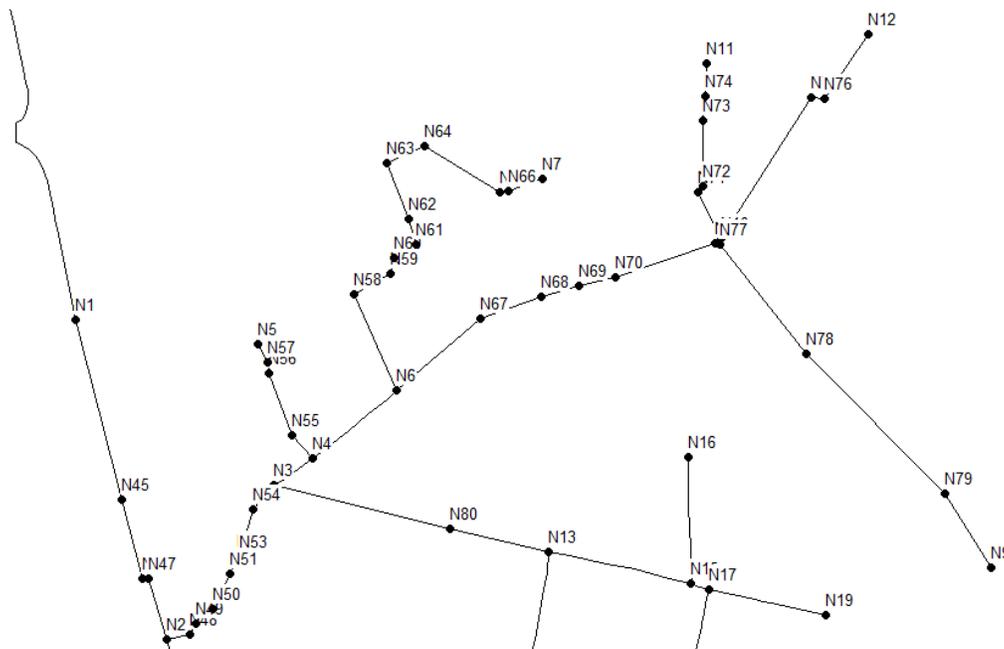
$$Q_n = 0.5 \times \sum Q_r + \sum Q_{conc} \tag{V.3}$$

Avec :

$Q_n$  : Le débit nodal (l/s).

$\sum Q_r$  : La somme des débits en route des tronçons connectés au nœud i (l/s).

$\sum Q_{conc}$  : La somme des débits concentrés aux nœuds i (l/s).



**Figure V.1 : Distribution des nœuds dans le réseau de distribution (1)**

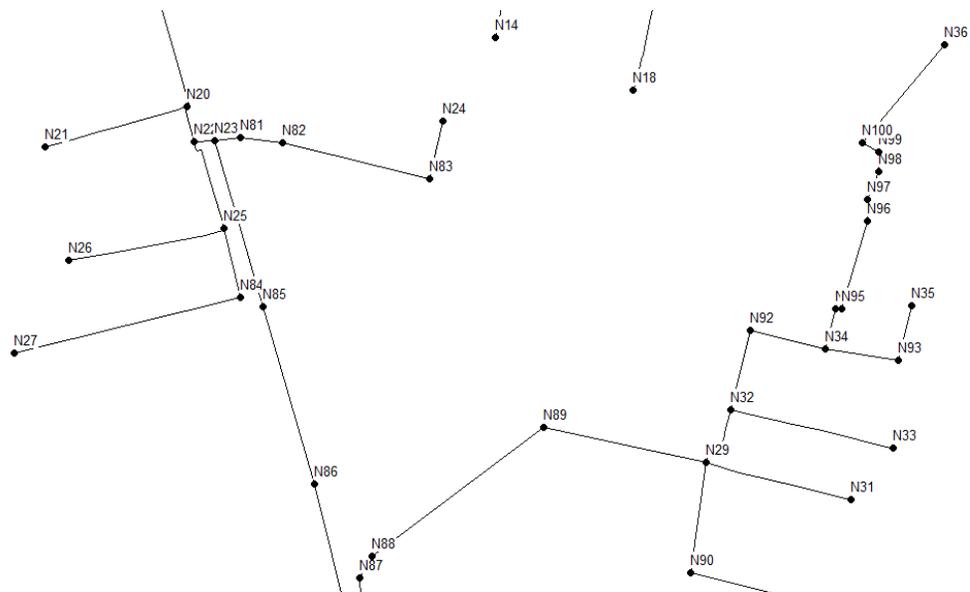


Figure V.2 : Distribution des nœuds dans le réseau de distribution (2)

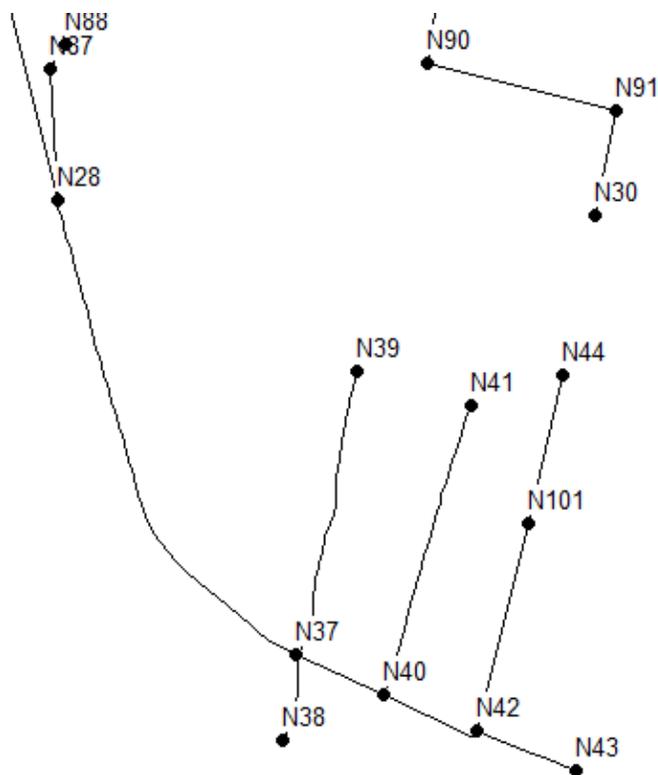


Figure V.3 : Distribution des nœuds dans le réseau de distribution (3)

• Cas de pointe

Les résultats des calculs des débits aux nœuds en cas de pointe sont dans le tableau suivant :

Tableau n° V.2 : Les débits nodaux en cas de pointe (voir l'annex X)

Nœud	Altitude (m)	Tronçons	Qr (l/s)	Qn (l/s)
N1	277,4	N1-N45	1,29	0,65
N2	278,0	N47-N2	0,45	0,71
		N2-N48	0,17	
		N2-N20	0,80	
		N54-N3	0,22	
N3	277,8	N3-N4	0,33	0,91
		N3-N80	1,26	
N4	277,8	N3-N4	0,33	0,65

		N4-N6	0,75	
		N4-N55	0,22	
N5	276,8	N57-N5	0,15	0,08
		N4-N6	0,75	
		N6-N58	0,72	
N6	278,4	N6-N67	0,78	1,13
N7	277,3	N66-N7	0,25	0,13
		N8-N77	0,03	
		N70-N8	0,73	
N8	277,8	N8-N10	0,05	0,41
N9	278,6	N79-N9	0,60	0,30
		N8-N10	0,05	
		N10-N71	0,36	
N10	277,6	N10-N75	1,16	0,79
N11	277,2	N74-N11	0,23	0,12
N12	277,4	N76-N12	0,55	0,28
		N80-N13	0,71	
		N13-N15	1,02	
N13	278,2	N13-N14	0,88	1,31
N14	278,1	N13-N14	0,88	0,44
		N13-N15	1,02	
		N15-N16	0,89	
N15	277,5	N15-N17	0,13	1,02
N16	278,4	N15-N16	0,89	0,45

**La suite du tableau est en annex X.**

#### **V.5.4 Détermination des paramètres hydrauliques du réseau**

Pour notre réseau de distribution on prend une conduite PEHD PN16, car la différence de cote du terrain entre le réservoir et les nœuds des réseaux est supérieure que 100m et inférieure que 160 m, donc on choisit une conduite de PN16 pour éviter les surpressions.

On utilise la formule de Darcy-Weisbach pour la simulation :

$$\Delta H = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2 \times g} \quad (\text{V.4})$$

Avec :

- $\Delta H$  : Perte de charge en hauteur (m)
- $f$  : Facteur de friction de Darcy (---)
- $L$  : Longueur de la conduite (m)
- $D$  : Diamètre hydraulique de la conduite (m)
- $v$  : Vitesse du fluide dans la conduite (m/s)
- $g$  : Accélération due à la gravité ( $\text{m/s}^2$ )

On prend une rugosité de 0,0015mm.

- **Cas de pointe**

**Tableau n° V.3 :** Résultat des caractéristiques hydrauliques et diamètres des tançons en cas de pointe (voir annex XI)

Tançons	Longueur	D <sub>int</sub>	D <sub>ext</sub>	Débit	Vitesse	Perte de charge	Perte de charge
	m	mm	mm	l/s	m/s	m/km	m.c.e
N20-N21	154,26	26,0	32PEHD	0,56	1,05	52,70	8,13
N3-N4	45,62	114,6	140PEHD	13,63	1,32	12,87	0,59
N4-N6	104,35	102,2	125PEHD	12,18	1,48	18,23	1,90
N13-N15	142,09	61,4	75PEHD	3,40	1,15	21,28	3,02
N15-N16	123,82	20,4	25PEHD	0,45	1,38	114,02	14,12
N22-N25	99,39	61,4	75PEHD	3,61	1,22	23,69	2,35
N25-N26	167,80	26,0	32PEHD	0,60	1,13	59,52	9,99
N13-N14	122,20	20,4	25PEHD	0,44	1,35	109,59	13,39
N37-N39	270,00	32,6	40PEHD	0,97	1,16	47,26	12,76
N37-N38	81,49	20,4	25PEHD	0,29	0,89	52,67	4,29
N42-N43	97,12	20,4	25PEHD	0,35	1,07	73,24	7,11
N40-N41	277,79	32,6	40PEHD	1,00	1,20	49,88	13,86
N29-N31	156,80	26,0	32PEHD	0,56	1,05	52,70	8,26
N29-N32	64,86	90,0	110PEHD	6,56	1,03	11,03	0,72

La suite du tableau est en **annex XI**.

D'après le **tableau n° V.3** :

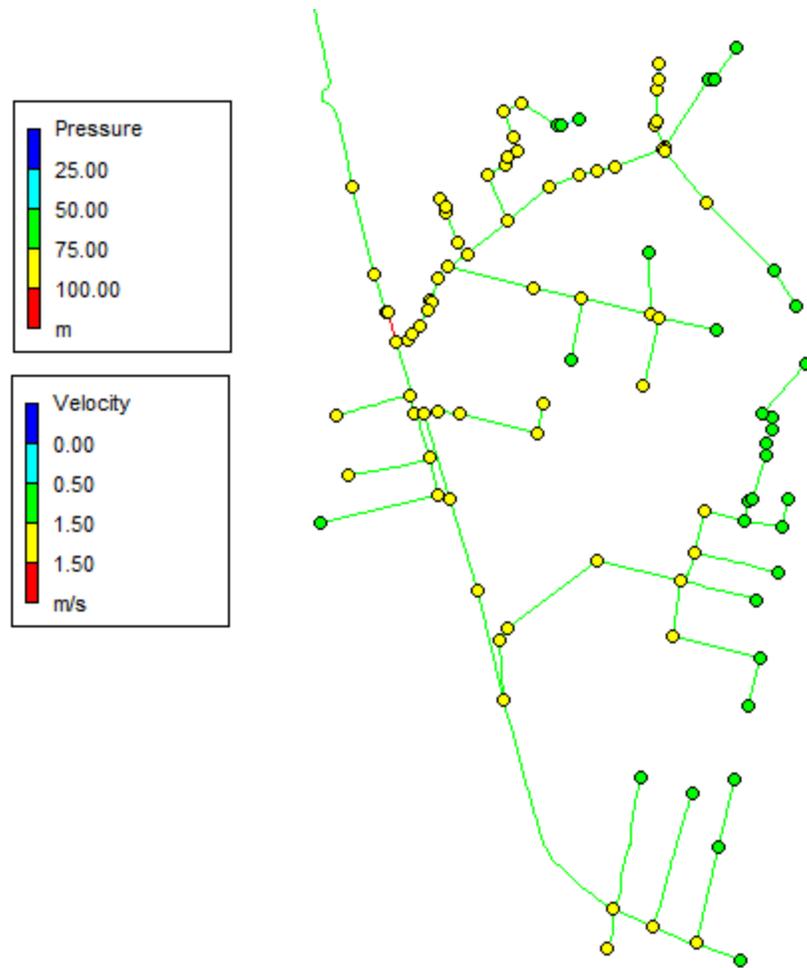
- 2,97% des vitesses sont inférieure à 0,5 m/s.
- 96,4% des vitesses sont entre 0,5 m/s et 1,5 m/s.
- 0,99% des vitesses sont supérieure à 1,5 m/s.

**Tableau n° V.4** : Résultat des charges et pressions au nœuds en cas de pointe (voir l'annex XII)

	<b>Cote du terrain</b>	<b>Cote piézométrique</b>	<b>Pression</b>
<b>Nœud</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>
N1	277,4	372,63	95,18
N2	278,0	371,04	93,04
N20	277,6	370,03	92,39
N21	277,2	361,90	84,68
N3	277,8	369,20	91,38
N4	277,8	368,62	90,83
N6	278,4	366,71	88,30
N7	277,3	349,19	71,87
N12	277,4	345,33	67,89
N11	277,2	352,25	75,01
N8	277,8	361,91	84,08
N9	278,6	348,06	69,50
N13	278,2	362,83	84,61
N15	277,5	359,81	82,31

La suite du tableau est en **annex XII**.

D'après le **tableau n° V.4** : Toutes les pressions sont comprises entre 59,59 m et 95,18 m.



**Figure V.4 :** Résultat de la simulation des vitesses et des pressions en cas de pointe

- **Cas de pointe + incendie**

Pour l'incendie, on installe des poteaux d'incendie dans les nœuds suivants :

**N1, N45, N2, N3, N6, N68, N23, N85, N89**

Donc pour le cas de pointe + incendie, le débit pour la lutte contre l'incendie est au nœud 89 (**N89**).

Donc dans le cas de pointe + incendie, on ajoute 17l/s dans le nœud 89 (**N89**), donc :

$Q_n(\text{N89}) = 18,43 \text{ l/s}$ .

**Tableau n° V.5 :** Résultat des caractéristiques hydrauliques et diamètres des tançons en cas de pointe + incendie (voir l'annex XIII)

	Longueur	D <sub>int</sub>	D <sub>ext</sub>	Débit	Vitesse	Perte de charge	Perte de charge
Tronçon	m	mm	mm	l/s	m/s	m/km	m.c.e
R-N1	3 057,95	257,8	315PEHD	82,13	1,57	6,72	20,55
N20-N21	154,26	26,0	32PEHD	0,56	1,05	52,70	8,13
N3-N4	45,62	114,6	140PEHD	13,63	1,32	12,87	0,59
N4-N6	104,35	102,2	125PEHD	12,18	1,48	18,23	1,90
N13-N15	142,09	61,4	75PEHD	3,40	1,15	21,28	3,02
N15-N16	123,82	20,4	25PEHD	0,45	1,38	114,02	14,12
N22-N25	99,39	61,4	75PEHD	3,61	1,22	23,69	2,35
N25-N26	167,80	26,0	32PEHD	0,60	1,13	59,52	9,99
n13-N14	122,20	20,4	25PEHD	0,44	1,35	109,59	13,39
N37-N39	270,00	32,6	40PEHD	0,97	1,16	47,26	12,76
N37-N38	81,49	20,4	25PEHD	0,29	0,89	52,67	4,29
N42-N43	97,12	20,4	25PEHD	0,35	1,07	73,24	7,11
N40-N41	277,79	32,6	40PEHD	1,00	1,20	49,88	13,86
N29-N31	156,80	26,0	32PEHD	0,56	1,05	52,70	8,26

La suite du tableau est en **annex XIII**.

D'après le **tableau n° V.5** :

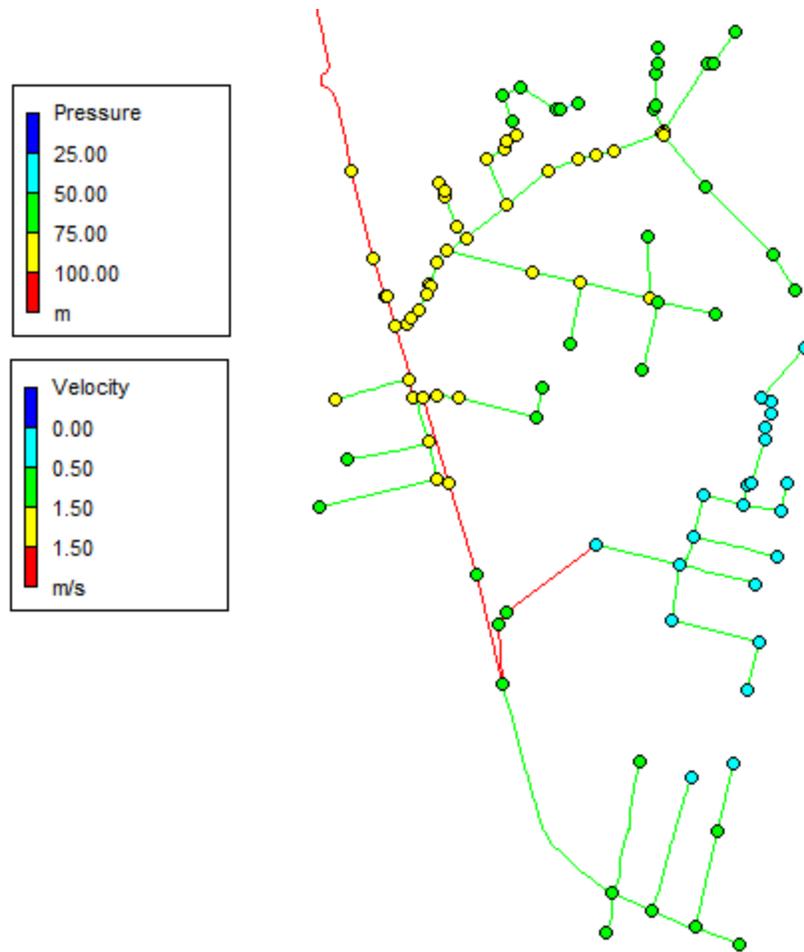
- 2,97% des vitesses sont inférieure à 0,5 m/s.
- 83,17% des vitesses sont entre 0,5 m/s et 1,5 m/s.
- 13,86% des vitesses sont supérieure à 1,5 m/s.

**Tableau n° V.6 :** Résultat des charges et pressions au nœuds en cas de pointe + incendie (voir l'annex XIV)

Nœud	Cote du terrain	La cote piézométrique	La pression
	m	m	m
N1	277,4	365,55	88,10
N2	278,0	363,11	85,11
N20	277,6	361,18	83,53
N21	277,2	353,05	75,83
N3	277,8	361,28	83,46
N4	277,8	360,69	82,90
N6	278,4	358,79	80,38
N7	277,3	341,26	63,94
N5	276,8	351,64	74,89
N10	277,6	353,85	76,21
N12	277,4	337,40	59,96
N11	277,2	344,33	67,09
N8	277,8	353,98	76,15
N9	278,6	340,13	61,57
N13	278,2	354,91	76,69
N15	277,5	351,88	74,38
N19	278,4	339,09	60,72
N16	278,4	337,76	59,33

La suite du tableau est en **annex XIV**.

D'après le **tableau n° V.6** : Toutes les pressions sont comprises entre 27,36 m et 88,10 m.



**Figure V.5 :** Résultat de la simulation des vitesses et des pressions en cas de pointe + incendie

## V.6 Discussion et interprétation et des résultats de la simulation hydraulique du réseau projeté

- Les résultats des vitesses et des pressions en deux les cas (pointe et pointe + incendie) sont bons.
- Nous avons utilisé des conduites de PN16 car nous avons seulement étudié le cas de pointe et pointe + incendie, mais il y a d'autres cas où les pressions dépasseront 10 bars par exemple les cas de faible consommation.
- Pour la zone d'étude, nous avons installé 9 poteaux d'incendie en certains points.
- Pour les pertes de charge, nous avons seulement considéré les pertes de charge linéaires, mais les pertes de charge singulières ne changent pas beaucoup les pressions dans notre réseau. Les pressions resteront bien même si nous prenons en considération les pertes de charge singulières.

- Il y'a des autres points, si on installe les poteaux d'incendie en ces points, il sera des pressions négatives en cas d'incendie donc on ne peut pas installe les poteaux d'incendie en n'importe lequel point.
- On peut utiliser plusieurs poteaux d'incendie en le même temps, mais il faut vérifie si le réseau sera bien si on utilise ces spécifiques poteaux d'incendie.

## **Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons dimensionné un nouveau réseau de distribution pour la zone d'étude à l'horizon 2054. Pour notre zone d'étude, nous avons choisi un réseau de type ramifié et utilisé des conduites en PEHD PN16.

Pour le dimensionnement, nous avons utilisé la formule de Darcy-Weisbach sur EPANET et sélectionné les diamètres afin que le réseau fonctionne correctement. Nous avons également choisi les emplacements où nous avons ajouté des poteaux d'incendie.

# **Chapitre VI**

## **Pose de canalisations, accessoires et pièces spéciales**

## Chapitre VI

### Pose de canalisations, accessoires et pièces spéciales

#### Introduction

Dans ce chapitre, nous nous intéressons à la pose de canalisations en tranchée, aux différentes techniques d'assemblage des tubes en PEHD, ainsi qu'aux divers accessoires et pièces spéciales utilisés dans un réseau d'alimentation en eau potable.

#### VI.1 Contrôle des conduites

Pour notre projet, nous avons choisi des tubes en polyéthylène haute densité (PEHD) PN16.

Selon le guide du contrôleur, le contrôle qualité des fournitures sur chantier pour les tuyaux en PEHD conformément aux normes en vigueur se déroulent comme suit :

- **Contrôle documentaire**

Concernant les documents suivants :

N°	Points à contrôler	Moyen de contrôle	Exigence	Référence
1	Certification ISO	Analyse documentaire	Nom du fabricant, Type d'activité, en cours de validité.	ISO 9001 : 2015
2	Fiche technique		Nom du fabricant, désignation du produit, normes, caractéristiques.	NA 7700-1
3	Attestation ou certificat de conformité du produit fini par Lot.		Attestation personnalisée au nom du projet et au nom de l'entrepreneur; Nom du fabricant, Désignation du produit, Date, N° du lot, références du certificateur.	NA 7700-2 NA 7700-3 DTR GUIDE
4	Certificat d'analyse du produit fini (fabricant)		Nom du fabricant, désignation du produit, N° du Lot, date du certificat, Références des méthodes de contrôle, résultats des essais.	CONTROLEUR DU CTH
5	Attestation de conformité sanitaire du produit fini (fabricant).		Nom du fabricant, Normes, type et nature du produit, Date, N° du lot, références du certificateur, les résultats d'essais et leur interprétation. <b>NB:</b> Délivrée par un laboratoire agréé, durée de validité en cours et selon les prescriptions ministérielles.	NF EN 1420 NF EN 13052 NF EN 12873-1et2
6	Bon de livraison.		Nom du fournisseur, Date, Désignation du produit, Qté. Mentionnée.	

**Figure VI.1:** Etat des points de contrôle documentaire d'une conduite type PEHD

(Abdelefettah et al. , 2023)

- **Contrôle visuel**

Concernant les points suivants :

N°	Points à contrôler	Moyen de contrôle	Exigence	Référence
1	Marquage sur tube	Contrôle Visuel	Nom du fabricant, Matière du tube, origine de la matière première, la mention (eau potable), PN, DN *e, SDR, Date fabrication et N° lot.	EN 7700-1 DTR Titre1 §1.3
2	Aspect intérieur & extérieur		Les tubs doivent présenter des surfaces intérieures et extérieures propres et lisses et être exempts de rainures, cavités, entailles et autres défauts pouvant nuire à leur qualité.	DTR Titre2 §1.1.1 DTR Titre2 §1.1.2
3	Couleur des tubes		Les tubes en PEHD doivent être de couleur noir avec des traits bleus.	- Guides de contrôleur (CTH)

**Figure VI.2:** Contrôle visuel d’une conduite type PEHD

(Abdelefettah et al. , 2023)

- **Contrôle dimensionnel**

Concernant les points suivants :

N°	Paramètre à contrôler	Moyens de contrôle	Normes et références	Mode opératoire
1	Epaisseur	Micromètre (palmer)	Tab. N°2 §1.1.3 DTR	Placer le palmer sur le bout mal, et prendre quatre mesures sur quatre points différents.
2	Diamètre extérieur	Circomètre	Tab. N°1 §1.1.3 DTR Guides de contrôleur (CTH)	Placer le Circomètre sur le bout male à une distance de 25 cm.
3	Ovalisation	Pied à coulisse		/

**Figure VI.3:** Contrôle dimensionnel d’une conduite type PEHD

(Abdelefettah et al. , 2023)

**NB:** Pour plus de détails, il est recommandé de consulter la procédure de pose de canalisation interne relative aux conduites en PEHD.

## VI.2 Pose de canalisation

### VI.2.1 Principe de pose de canalisation

Les canalisations sont habituellement installées sous terre, dans des tranchées. Toutefois, la méthode d'installation peut varier en fonction des caractéristiques du terrain afin de minimiser l'impact des différentes contraintes exercées sur la canalisation.

Il est essentiel de poser la canalisation avec une légère pente pour créer des points bas facilitant la vidange, ainsi que des points hauts permettant l'évacuation de l'air grâce à une ventouse ou un purgeur automatique. Par conséquent, un tracé en forme de dents de scie est souvent privilégié, avec une montée progressive de la canalisation suivie d'une descente rapide. L'installation se déroule selon les étapes suivantes :

- **Tracé**

Le tracé réalisé doit respecter celui qui a été défini lors de l'étude du projet. Le choix du matériau de construction est crucial. Le polyéthylène haute densité (PEHD), que nous avons sélectionné pour ce projet, offre une résistance exceptionnelle et s'adapte parfaitement à la topographie du terrain. De plus, il permet des rayons de courbure relativement importants.

- **Langeur du tranché**

À moins d'instructions spécifiques du CCTP, la largeur de l'assise de la conduite est déterminée de manière à faciliter la pose et l'assemblage des tuyaux, ainsi qu'à permettre un remblayage adéquat autour de la canalisation.

Cette largeur est déterminée en fonction de:

- La profondeur de la tranchée.
- la nature du sol.
- Le type de blindage.
- Le diamètre extérieur de la conduite.

**Tableau n° VI.1:** Largeur de tranchée en fonction du diamètre de la conduite.

Largeur de tranchée (m) Pour $DN \leq 600$ mm	Largeur de tranchée (m) Pour $DN > 600$ mm
$De + 2 \times 0,30$ (min 0,90)	$De + 2 \times 0,40$ (min 1,70)

(Abdelefettah et al. , 2023)

- **Profondeur de la tranchée**

À moins d'instructions spécifiques du CCTP, la profondeur de la tranchée doit garantir une hauteur de couverture minimale au-dessus de la génératrice supérieure des conduites, en respectant les conditions suivantes :

- 0,80 m pour les conduites situées sous des zones de trafic.
- 0,60 m pour les conduites situées sous des zones agricoles ou non soumises au roulage.

- **Aménagement de lit de pose**

Le fond de la tranchée doit être recouvert d'un lit de sable d'une épaisseur comprise entre 15 et 20 cm. Ce sable doit être soigneusement nivelé sur toute la longueur de la tranchée.

- **L'assise**

Depuis le lit de pose jusqu'à la hauteur de l'axe de la canalisation, le matériau de remblai est poussé et compacté afin d'immobiliser complètement la canalisation, créant ainsi une base solide. Cette zone, qui combine le lit de pose et l'assise, constitue l'appui.

- **Préparation des conduites**

Avant leur installation dans la tranchée, les tuyaux sont inspectés pour détecter d'éventuels dommages causés par des chocs, ce qui facilite leur mise à niveau.

- **Epreuve de joints et de la canalisation**

Pour garantir une sécurité accrue, un essai de pression des conduites et des joints est réalisé avant le remblaiement. Cela nécessite l'utilisation d'une pompe d'épreuve pour remplir la canalisation d'eau à une pression équivalente à 1,5 fois la pression de service à laquelle la canalisation sera soumise pendant son fonctionnement normal.

- **Remblai des tranchées**

Après l'installation des canalisations dans les tranchées, on procède au remblayage en utilisant des couches successives de matériaux d'excavation dépourvus de pierres grossières, chacune étant régulièrement compactée. L'épaisseur du remblai peut varier, mais elle est généralement d'environ 1 mètre, avec une couche d'enrobage au-dessus de la partie supérieure de la conduite.

- **Nivellement et compactage**

Après le remblai, on réalise le nivellement, qui consiste à répartir les terres de manière uniforme, puis à les compacter pour accroître leur densité et éviter tout tassement ultérieur.

### VI.3 Techniques d'assemblage des conduites

- **Electro soudage**

Cette technique implique le raccordement des tubes à l'aide de raccords électro-soudables. Ces raccords sont équipés de résistances électriques qui permettent la fusion des surfaces des pièces à assembler.

- **Soudage bout à bout**

Le soudage bout à bout par élément chauffant est utilisé pour assembler des tubes et raccords en polyéthylène de même épaisseur. Ce procédé est applicable aux canalisations dont le diamètre est supérieur ou égal à 90 mm.

Il consiste à chauffer les extrémités des tubes et/ou des raccords à l'aide d'un outil chauffant (miroir) jusqu'à atteindre la température nécessaire pour le soudage. Une fois cette température atteinte, l'outil est retiré et les extrémités chauffées sont mises en contact sous pression tout au long du cycle de refroidissement. La soudure ainsi obtenue doit assurer une continuité parfaite de la canalisation et garantir une résistance mécanique au moins équivalente à celle du tube utilisé.

- **Assemblages mécaniques**

Ces assemblages sont effectués à l'aide de raccords mécaniques en résine plastique. Ces raccords permettent de connecter des tubes en polyéthylène entre eux ou avec d'autres tubes et accessoires métalliques ou plastiques. Ce type d'assemblage est recommandé pour des tubes dont le diamètre est inférieur ou égal à 63 mm.

## VI.4 Stabilisation des conduites

Les conduites sont constituées de plusieurs tuyaux assemblés à l'aide de joints. En dehors des cas où les joints sont à brides ou soudés, il est fréquent que la pression de l'eau provoque le déplacement des joints, notamment dans les zones coudées, les branchements et les pièces coniques. Pour prévenir ce déplacement, des structures en béton sont mises en place, leur poids aidant à maintenir les joints en place. Ces structures en béton, souvent associées à des dispositifs d'amarrage en fer, peuvent parfois être nécessaires même pour des conduites équipées de joints soudés ou à brides.

## VI.5 Accessoires et pièces spéciales

### VI.5.1 Les robinets-vannes

Un robinet est constitué des éléments suivants :

- **Une enveloppe** (comportant un corps et un chapeau) qui constitue l'interface fluide-ambiance extérieure, classiquement en acier ou fonte.
- **Un obturateur** qui constitue l'interface fluide amont-fluide aval (clapet, membrane, opercule).
- **Un système de raccordement à la tuyauterie.** Les raccordements peuvent être :

- Boulonnés (à brides)
- Vissés
- **Un système de manœuvre de l'obturateur** qui constitue l'interface robinet-opérateur (volant, levier, actionneur, ... + tige).
- **Un système qui assure l'étanchéité dynamique vers l'extérieur** (joint, presse-garnitures, ...).

On distingue les robinets vannes à coin (à opercule) et les vannes papillon.

- **Les robinets-vannes à opercule**

Sont des dispositifs de sectionnement conçus pour être totalement ouverts ou fermés. Leur taille est nettement plus importante par rapport aux vannes papillon. À partir d'un certain diamètre, il est recommandé d'installer des by-pass pour équilibrer les pressions exercées de part et d'autre de l'opercule lorsqu'on souhaite le manœuvrer à partir de la position fermée.



Figure VI.4: Vanne à opercule

(<https://www.sferaco.com/fr/189-vanne-a-opercule-caoutchouc-pn10-16-fah-din-long-3202-f5-nf-acs.html>)

- **Les vannes papillon :**

peuvent être utilisées à la fois pour le sectionnement et le réglage des débits. Elles sont compactes, légères, nécessitent un faible couple de manœuvre, et génèrent peu de pertes de charge lorsqu'elles sont entièrement ouvertes.

Au-delà d'un certain diamètre (200 à 300 mm), les robinets-vannes des deux types sont généralement motorisés. Les vannes papillon sont davantage utilisées pour les grands diamètres (350 mm et plus).

La distance entre les vannes d'isolement doit être calculée de manière à ce que la longueur des conduites mises hors service ne dépasse pas 200 à 250 m dans les zones où les conduites se croisent. Pour les conduites principales, cette longueur peut atteindre 300 à 350 m. Le nombre de vannes doit être égal au nombre de branches moins une.

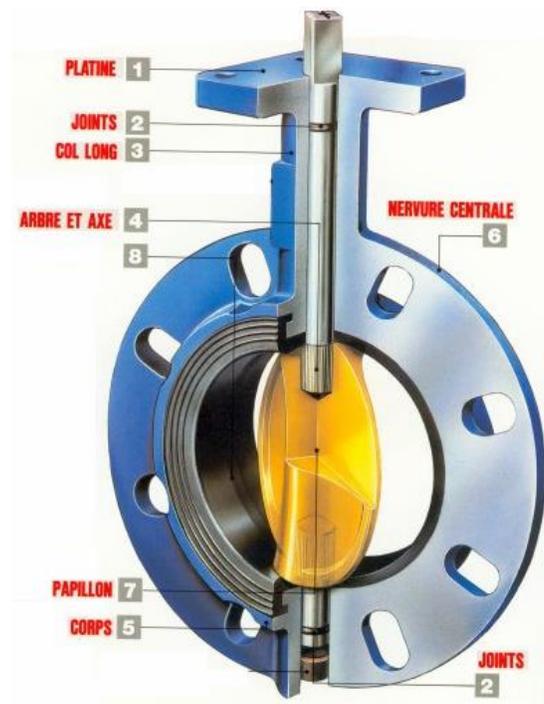


Figure VI.5: Vanne papillon

([https://www.azprocede.fr/Cours\\_GC/technovannes\\_1.html](https://www.azprocede.fr/Cours_GC/technovannes_1.html))

- **Les vannes d'altitude**

sont installées à l'entrée d'un réservoir surélevé et se ferment automatiquement lorsque le niveau maximum d'eau est atteint, empêchant ainsi tout débordement.

- **Les robinets de décharge**

sont situés aux points bas des conduites pour permettre leur vidange. L'évacuation se fait vers un égout proche ou dans un fossé en dehors de la ville. Ces robinets doivent être installés à l'intérieur d'un regard et rester facilement accessibles.

Les robinets-vannes de petite dimension, utilisés pour les branchements et le sectionnement, sont placés sous des bouches à clé au niveau du sol. En revanche, les robinets de plus grand diamètre sont installés dans des chambres sous regard ou dans des chambres de manœuvre dans des installations telles que les stations de pompage et les réservoirs.

### VI.5.2 Les clapets

Leur fonction est de diriger l'écoulement dans une seule direction. Ils sont couramment utilisés dans les stations de pompage, souvent placés directement à la sortie des pompes, entre celles-ci et les robinets de sectionnement. On les trouve également sur les canalisations de distribution.

Certains clapets servent également de limiteurs de débit ou permettent de garantir un débit minimum.

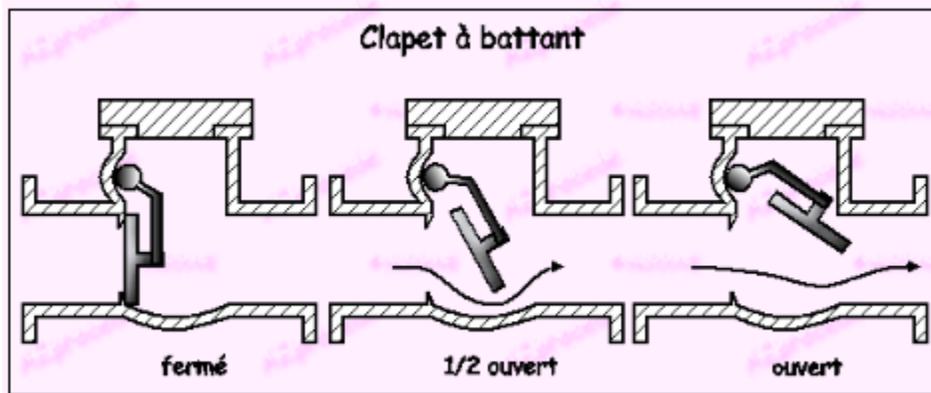


Figure VI-6: Clapet à battant

([https://www.azprocede.fr/Cours\\_GC/technoclapets\\_1.html](https://www.azprocede.fr/Cours_GC/technoclapets_1.html))

### VI.5.3 Les ventouse

L'air peut s'accumuler aux points hauts d'une conduite, formant une poche qui provoque des perturbations qu'il convient d'éviter : réduction de la section, arrêt complet du débit, baisse de la pression, et coups de bélier. L'évacuation de l'air est assurée par une ventouse, qui peut être manuelle ou automatique.



**Figure VI.7 :** Ventouse Triple (3) Fonctions Compacte – 9400 – Purge d’Air – Eau propre

(<https://www.helyon.com/category/protection-contre-la-pression-et-le-vide/ventouses-soupapes-pour-eau/ventouses-3-fonctions/>)

#### VI.5.4 Bouches et poteaux d’incendie

Le diamètre des poteaux d’incendie est standardisé à 80, 100 ou 150 mm. Ils doivent être alimentés par des conduites de même diamètre, capables de fournir un débit minimum de 17 l/s sous 1 bar. La configuration du réseau (réserve d’incendie) doit permettre aux pompiers de disposer de 120 m<sup>3</sup>.

La superficie desservie par chaque poteau d’incendie dépend du débit nécessaire pour combattre l’incendie. Lorsque des débits élevés sont requis, les poteaux sont plus nombreux et rapprochés. La distance entre les poteaux d’incendie situés le long des rues ne doit pas dépasser 200 m. En cas de risques d’incendie élevés, cette distance est réduite à 100 m.

Le choix du côté de la rue pour installer les poteaux d’incendie est fait de manière à minimiser la longueur de leurs branchements à la conduite de distribution.

Pour les protéger contre le gel, il est important de maintenir les poteaux d’incendie vides de toute eau. Pour cela, on place des pierres à leur base, permettant ainsi de drainer l’eau après utilisation.

#### VI.5.5 Les régulateurs de pression

Ce sont des dispositifs de régulation qui introduisent une perte de charge variable afin de maintenir la pression en aval à une valeur constante, indépendamment du débit et de la pression en amont.

Le réglage du clapet s'effectue directement par l'action de la pression en aval sur un piston ou une membrane, qui contrebalance l'effet d'un ressort ou d'un contrepoids.

Les régulateurs de pression en aval sont principalement utilisés pour limiter la pression dans les canalisations présentant une forte pente, ce qui permet de réduire les exigences mécaniques de ces conduites.

Les régulateurs de pression en amont fonctionnent de la même manière que les régulateurs de pression en aval, mais en sens inverse. Le réglage est ici effectué par la pression en amont. Ces dispositifs sont principalement destinés à maintenir une pression suffisante dans une conduite gravitaire.

#### **VI.5.6 Entrées de service**

##### **branchements**

Elles relient la conduite de distribution au domicile de l'utilisateur. On utilise des conduites d'un diamètre minimum de 20 mm, raccordées à la canalisation de distribution à l'aide d'un robinet de prise.

Un col de cygne est aménagé sur l'entrée de service pour prévenir les ruptures causées par les mouvements du terrain. Ce col de cygne peut être orienté dans un plan vertical ou horizontal.

L'entrée de service peut être réalisée en cuivre, en PEHD, ou en matériau composite tel que le polyéthylène réticulé (PEX).

Le col de cygne peut être remplacé par une longueur supplémentaire de branchement équivalente à 2% de la longueur totale lorsque le PEHD ou le PEX est utilisé, le tuyau devant alors serpenter au fond de la tranchée.

Si l'entrée de service se trouve dans la même tranchée que le branchement d'égout, elle doit être placée à 300 mm au-dessus de celui-ci.

#### **VI.5.7 Les pièces spéciales**

Permettent:

- Une déviation d'une partie d'écoulement.
- Une introduction dans la conduite d'un débit supplémentaire.
- Changement de diamètre de la conduite.
- Changement de direction de la conduite.

##### **a. Les cônes**

Les cônes sont utilisés pour connecter deux conduites de diamètres différents, et sont également présents à l'entrée et à la sortie des pompes. On distingue plusieurs types de cônes :

- Les cônes à deux emboîtements.

- Les cônes à deux brides.
- Les cônes à emboîtement et à bride.

#### b. Les croix de jonction

Elles sont utilisées pour croiser des canalisations à angles droits. Les deux manchons des croix peuvent avoir des diamètres différents. Ces croix peuvent être entièrement à brides ou combinées avec des manchons et des brides. On les trouve dans les réseaux maillés et ramifiés.

#### c. Les croix de jonction et d'incendie

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

#### d. Les manchons

Il existe différents types de manchons : à bouts lisses aux deux extrémités, à deux emboîtements, à emboîtement et bout lisse, à deux brides, à brides et bout lisse, ainsi que ceux combinant emboîtement et bride.

On les retrouve principalement dans les montages d'appareils accessoires (comme les robinets-vannes) et au niveau de certains joints.

#### e. Les coudes

Les coudes sont des accessoires essentiels pour les réseaux maillés et ramifiés, permettant de changer la direction des conduites. En général, les coudes sont fixés à l'aide de massifs de butées correctement dimensionnés. On distingue principalement deux types de coudes :

- À deux emboîtements.
- À emboîtement et bout lisse.

#### f. Les tés

Les tés sont utilisés pour prélever un débit d'une canalisation ou ajouter un débit complémentaire. On les retrouve dans les réseaux maillés, ramifiés, et les canalisations d'adduction, notamment lors des piquages. Les tés se présentent soit avec trois emboîtements, soit avec deux emboîtements et une bride.

### VI.5.8 Les mesures de débit et de pression

#### VI.5.8.1 Mesure de débit

- Débitmètre à organes déprimogènes

Les appareils les plus couramment utilisés dans les installations hydrauliques sont :

- Le diaphragme
- Le venturi
- La tuyère

Ces appareils fonctionnent sur le principe de la dépression. La mesure est réalisée à l'aide d'un capteur de pression différentielle. Leur principal inconvénient est une précision réduite à faibles débits. Ces débitmètres créent une contraction de la section d'écoulement, ce qui augmente la vitesse du fluide au niveau de l'appareil et entraîne une diminution de la pression.

- **Débitmètre à ultrason**

Un émetteur ultrasonique envoie des ondes sonores, et la mesure du temps nécessaire pour que le signal parcoure une distance  $L$  permet de déterminer la vitesse du fluide.

### **VI.5.8.2 Mesure de la pression**

La pression se mesure par des manomètres.

- Manomètre à soufflet.
- Manomètre à capsule.
- Manomètre à membrane.

## **Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différents types de contrôles appliqués aux conduites, tels que le contrôle documentaire, visuel et dimensionnel. Nous avons également traité des installations liées à la mise en place des conduites, comme la profondeur et la hauteur des tranchées nécessaires pour l'installation, ainsi que l'épaisseur du lit de sable, les techniques d'assemblage et la stabilisation des conduites, etc. Ce chapitre couvre aussi les accessoires comme les robinets-vannes et les ventouses, etc., ainsi que les pièces spéciales en AEP, comme les cônes et les coudes, etc.

# **Chapitre VII**

## **Devis quantitatif et estimatif**

## Chapitre VII

### Devis quantitatif et estimatif

#### Introduction

Dans ce chapitre, nous allons estimer le coût du projet de rénovation du réseau d'alimentation en eau potable dans la zone d'étude. Pour obtenir une estimation précise du coût de réalisation de notre projet, il est nécessaire de procéder au calcul d'un devis quantitatif et estimatif. Ce calcul consiste à déterminer les quantités de toutes les opérations nécessaires à la réalisation du projet, puis à multiplier ces quantités par le prix unitaire correspondant. Nous allons également estimer la durée de ce projet.

#### VII.1 Composition du réseau

Le réseau prévu est constitué de tuyaux en PEHD de divers diamètres.

Le tableau ci-dessous montre la répartition de ces diamètres.

**Tableau n° : VII.1** : Répartition des longueurs par diamètres.

Diamètre (mm)	Longueur (m)
25PEHD	1 116,39
32PEHD	1 557,76
40PEHD	978,61
50PEHD	918,15
63PEHD	585,98
75PEHD	426,82
90PEHD	447,54
110PEHD	412,16
125PEHD	772,19
140PEHD	416,83
180PEHD	195,87
200PEHD	598,43

225PEHD	171,96
280PEHD	62,25
315PEHD	3 322,1

## VII.2 Calcul du volumes du travaux

### VII.2.1 Calcul du volume du déblai du réseau

Les tranchées sont des excavations longues et étroites réalisées dans le sol pour enterrer les réseaux d'eau potable. Nous allons maintenant calculer les dimensions des tranchées pour le réseau prévu dans la zone d'étude, en suivant les critères de dimensionnement établis dans le chapitre précédent. La profondeur des tranchées est déterminée comme suit :

$$H= D+h+h1 \quad \text{(VII.1)}$$

Avec :

H : Profondeur de la tranchée (m).

D : Diamètre de la conduite (m).

h : Hauteur à partir de la génératrice supérieure de la conduite (m).

h1 : Hauteur du lit de sable (m).

Le volume du déblai est calculé par la formule suivante :

$$V_d= b \times H \times L \quad \text{(VII.2)}$$

Avec :

$V_d$  : Volume du déblai ( $m^3$ ).

b : Largeur du fond de la tranchée (m).

H : profondeur totale de la tranchée (m).

L : Longueur de la tranchée (m).

**Tableau n° : VII.2 : Volumes du déblai du réseau**

Diamètre (mm)	Longueur (m)	Largueur de la tranchée (m)	Profondeur de la tranchée (m)	Volume du déblai ( $m^3$ )
------------------	-----------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------

25	1 116,39	0,90	0,98	979,63
32	1 557,76	0,90	0,98	1 376,75
40	978,61	0,90	0,99	871,94
50	918,15	0,90	1,00	826,34
63	585,98	0,90	1,01	534,24
75	426,82	0,90	1,03	393,74
90	447,54	0,90	1,04	418,90
110	412,16	0,90	1,06	393,20
125	772,19	0,90	1,08	747,09
140	416,83	0,90	1,09	408,91
180	195,87	0,90	1,13	199,20
200	384,02	0,90	1,15	397,46
225	171,96	0,90	1,18	181,85
280	62,25	0,90	1,23	68,91
315	3 322,10	0,92	1,27	3 845,25
Total				11 643,41

**NB :** Certaines sections des conduites n'exigent pas de déblai dans ce projet.

### VII.2.2 Calcul des volumes des lits de pose

Le volume des lits de pose est calculé par la formule suivante :

$$V_{Lp} = b \times e_s \times L \quad \text{(VII.3)}$$

Avec :

$V_{Lp}$  : Volume des lits de pose (m<sup>3</sup>).

b : Largeur du tranchée (m).

$e_s$  : épaisseur du sable (m).

L : Longueur du tranchée (m).

**Tableau n° : VII.3 :** Volumes des lits de pose

Diamètre (mm)	Longueur (m)	Largeur de la tranchée (m)	Épaisseur (m)	Volume du sable (m <sup>3</sup> )
25	1 116,39	0,90	0,15	150,71

32	1 557,76	0,90	0,15	210,30
40	978,61	0,90	0,15	132,11
50	918,15	0,90	0,15	123,95
63	585,98	0,90	0,15	79,11
75	426,82	0,90	0,15	57,62
90	447,54	0,90	0,15	60,42
110	412,16	0,90	0,15	55,64
125	772,19	0,90	0,15	104,25
140	416,83	0,90	0,15	56,27
180	195,87	0,90	0,15	26,44
200	384,02	0,90	0,15	51,84
225	171,96	0,90	0,15	23,21
280	62,25	0,90	0,15	8,40
315	3 322,10	0,92	0,15	455,96
Total				1 596,24

### VII.2.3 Calcul du volume d'enrobage en sable

On calcule le volume d'enrobage en sable en tenant compte d'une hauteur de 25 cm au-dessus de la conduite pour chaque diamètre spécifique, en utilisant la formule suivante :

$$V_{\text{enrobage}} = (b \times (D + 0,25) - ((\pi \times D^2) / 4)) \times L \quad (\text{VII.4})$$

Avec :

$V_{\text{enrobage}}$  : Volume d'enrobage en sable (m<sup>3</sup>).

b : Largeur de la tranchée (m).

D : Diamètre de la conduite (m).

L : Longueur de la tranchée (m).

**Tableau n° : VII.4** : Volume d'enrobage en sable

Diamètre (mm)	Longueur (m)	Largeur de la tranchée (m)	Volume d'enrobage sable (m <sup>3</sup> )
---------------	--------------	----------------------------	---

25	1 116,39	0,90	275,76
32	1 557,76	0,90	394,11
40	978,61	0,90	254,19
50	918,15	0,90	246,10
63	585,98	0,90	163,24
75	426,82	0,90	122,96
90	447,54	0,90	134,10
110	412,16	0,90	129,62
125	772,19	0,90	251,14
140	416,83	0,90	139,89
180	195,87	0,90	70,82
200	384,02	0,90	143,46
225	171,96	0,90	66,68
280	62,25	0,90	25,86
315	3 322,10	0,92	1 430,39
Total			3 848,32

#### VII.2.4 Calcul du volume du remblai en terre

Le volume du remblai en terre est calculé par la formule suivante :

$$V_r = V_d - V_{Lp} - V_{conduite} - V_{enrobage} \quad (\text{VII.5})$$

Avec :

$V_r$  : Volume du remblai (m<sup>3</sup>).

$V_d$  : Volume du déblai (m<sup>3</sup>).

$V_{Lp}$  : Volume des lits du pose (m<sup>3</sup>).

$V_{conduite}$  : Volume du conduite (m<sup>3</sup>).

$V_{enrobage}$  : Volume d'enrobage en sable (m<sup>3</sup>).

Tableau n° : VII.5 : Volume des conduites

Diamètre (mm)	Longueur (m)	Volume de conduit (m <sup>3</sup> )
25	1 116,39	0,55
32	1 557,76	1,25
40	978,61	1,23
50	918,15	1,80
63	585,98	1,83
75	426,82	1,88
90	447,54	2,85
110	412,16	3,91
125	772,19	9,47
140	416,83	6,41
180	195,87	4,98
200	384,02	12,06
225	171,96	6,83
280	62,25	3,83
315	3322,1	258,76
Total		317,66

Donc le volume du remblai en terre d'après la formule () est :

$$V_r = 11\,643,41 - 1\,596,24 - 317,66 - 3\,848,32$$

Donc :

$$V_r = 5\,881,19 \text{ m}^3.$$

### VII.3 Planification du travaux

Avant de commencer les travaux sur le chantier, il est crucial de réaliser une planification qui inclut une analyse théorique visant à optimiser l'utilisation de la main-d'œuvre et des autres ressources disponibles. Cette planification englobe les étapes suivantes :

- Mise en place des postes de travail.
- Observations instantanées.
- Analyse des tâches.
- Chronométrage.
- Définition des objectifs et des responsabilités.
- Simplification des méthodes.

L'objectif de cette planification est d'assurer que l'ensemble du travail sera effectué de manière :

- Séquentielle correcte (avec une bonne séquence d'opérations pour le réseau).
- Sans retards inutiles.
- Aussi économique que possible.

**VII.3.1 Calcule la durée du projet en utilisant la méthode de P.D.M**

La méthode de P.D.M est une méthode basée sur le réseau à nœuds et développe trois (03) relations à savoir

- Commencement de l'opération (A) et (B).
- Finition de l'opération (A) et commencement de (B).
- Finition de l'opération (A) et finition de l'opération (B).

Le tableau suivant illustre les opérations pour faire notre projet, et la durée de chaque opération et le lien entre les opérations

**Tableau n° : VII.6 : Temps de réalisation des opérations dans le réseau de distribution avec les opérations précède et succède**

Opération	tr	Précède	Succède
A	25	/	B
B	280	A	C, D
C	25	B	E
D	160	B	E
E	150	C, D	F
F	30	E	G
G	30	F	H
H	15	G	/

Avec :

A : Décapage de la couche végétale.

B : Exécution des tranchées du réseau et des fouilles pour les regards.

C : Pose du lit de sable.

D : Pose des conduites.

E : Montage et raccordement des conduites.

F : Essais d'étanchéités.

G : Remblayage des tranchées.

H : Nivellement et compactage

**NB :** Ces durées sont juste une estimation, la durée va changer en fonction des engins disponibles et leur capacité, le nombre de travailleur et les nombre heures de travaille et des autres facteurs.

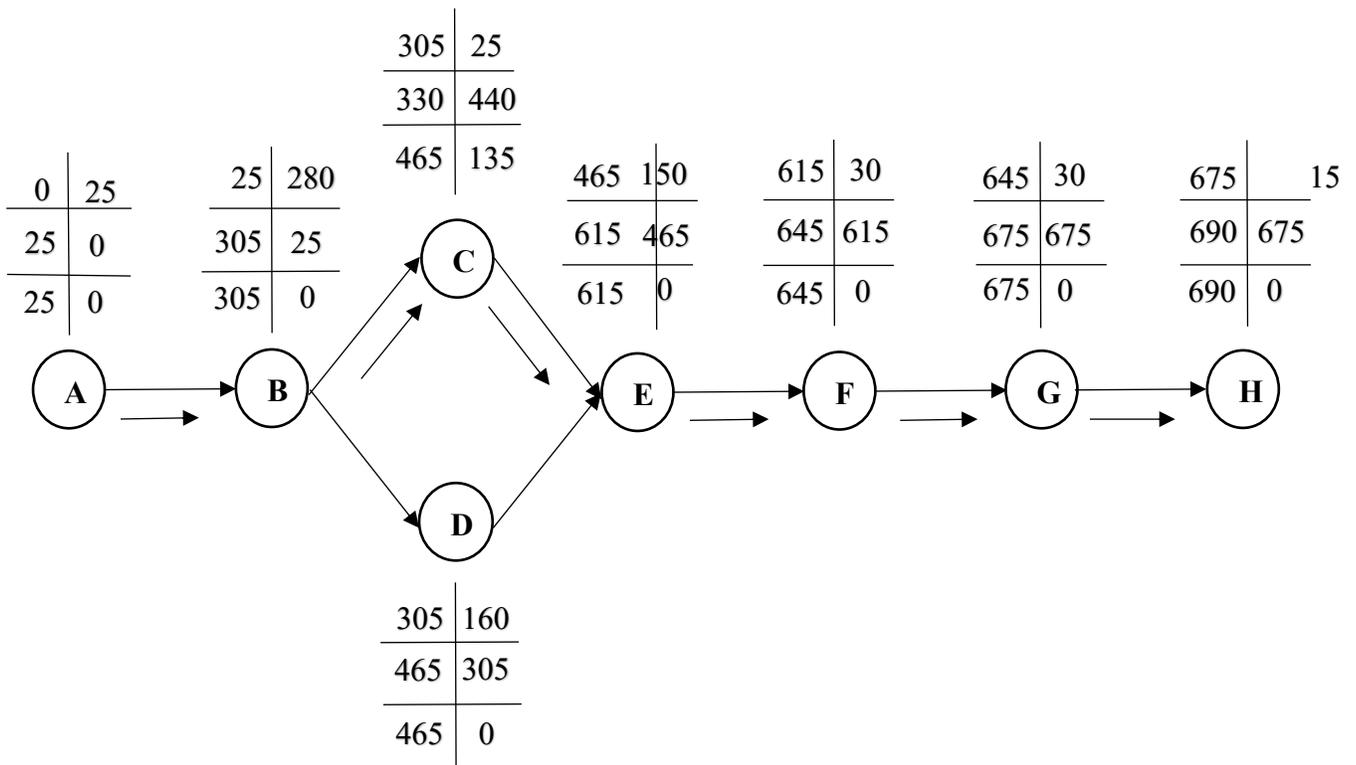


Figure VII.1 : Réseau à nœud avec le chemin critique

D'après le réseau à nœud, la durée totale du projet est **690 jours (23 mois)**.

### VII.4 Devis quantitatif et estimatif du projet

Le tableau suivant présente le devis quantitatif et estimatif du projet.

**Tableau n° : VII.7 : Devis quantitatif et estimatif du projet**

N <sub>0</sub>	Travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
1	Terrassements pour conduites				
1.1	Déblai en terrain	m <sup>3</sup>	11 643,41	450,00	5 239 535
Sous total 1					5 239 535
2	Remblais				
2.1	Lits des pose en sable	m <sup>3</sup>	1 596,24	1 800,00	2 873 232
2.2	Enrobage en sable	m <sup>3</sup>	3 848,32	1 800,00	6 926 976
2.3	Remblai en terre	m <sup>3</sup>	5 881,19	400,00	2 352 476
Sous total 2					121 52 684
3	Tuyaux PEHD PE100 PN16 + grillage				
3.1	PEHD PE100 PN16 - 25mm	m	1 116,39	169,92	189 697
3.2	PEHD PE100 PN16 - 32mm	m	1 557,76	259,22	403 803
3.3	PEHD PE100 PN16 - 40mm	m	978,61	379,96	371 833
3.4	PEHD PE100 PN16 - 50mm	m	918,15	566,08	519 746
3.5	PEHD PE100 PN16 - 63mm	m	585,98	870,40	510 037
3.6	PEHD PE100 PN16 - 75mm	m	426,82	1 192,30	508 897
3.7	PEHD PE100 PN16 - 90mm	m	447,54	1 714,14	767 146
3.8	PEHD PE100 PN16 - 110mm	m	412,16	2 471,09	1 018 484
3.9	PEHD PE100 PN16 - 125mm	m	772,19	3 203,26	2 473 525
3.10	PEHD PE100 PN16 - 140mm	m	416,83	3 943,88	1 643 928
3.11	PEHD PE100 PN16 - 180mm	m	195,87	6 466,98	1 266 687
3.12	PEHD PE100 PN16 - 200mm	m	598,43	6 466,98	3 870 035
3.13	PEHD PE100 PN16 - 225mm	m	171,96	9 936,02	1 708 598
3.14	PEHD PE100 PN16 - 280mm	m	62,25	15 159,06	943 651
3.15	PEHD PE100 PN16 - 315mm	m	3 322,10	19 102,09	63 459 053
3.16	Griallage avertisseur couleur bleu	m	11 983,04	16,00	191 729

Sous total 3					79 846 850
4	Vanne à opercule avec les regards et poteaux d'incendie				
4.1	Réalisation d'un regard en béton armé pour vanne à opercule	U	25	90 000,00	2 250 000
4.2	Vanne à opercule 2" PN16	U	1	36 603,47	36 603
4.3	Vanne à opercule 2 1/2" PN16	U	4	44 043,27	176 173
4.4	Vanne à opercule 3" PN16	U	2	66 534,30	133 069
4.5	Vanne à opercule 4" PN16	U	5	69 182,73	345 914
4.6	Vanne à opercule 5" PN16	U	2	130 528,34	261 057
4.7	Vanne à opercule 6" PN16	U	1	96 127,55	96 128
4.8	Vanne à opercule 8" PN16	U	5	154 530,36	772 652
4.9	Vanne à opercule 10" PN16	U	2	298 156,28	596 313
4.10	Vanne à opercule 12" PN16	U	3	584 999,87	1 755 000
4.11	Poteaux d'incendie	U	9	166 546,42	1 498 918
Sous total 4					7 921 825
TOTAL(HT)					105 160 893
TVA 19%					19 980 570
TOTAL					125 141 463

Le cout total du projet est estimé à :

**Cent vingt-cinq millions cent quarante et un mille quatre cent soixante-trois dinars algériens.**

## Conclusion

Dans ce dernier chapitre, nous avons élaboré un devis quantitatif et estimatif pour la rénovation du réseau d'eau potable dans la zone d'étude. Nous avons également parlé de la planification des travaux et estimé la durée requise pour la réalisation du projet en utilisant la méthode de P.D.M.

## **Conclusion générale**

## Conclusion générale

Dans cette mémoire, nous avons fait une étude d'eau potable sur la zone d'Adja dans la commune de Khemis Miliana.

Dans le chapitre 1, nous avons présenté la zone d'étude tel que la situation géographique, la topographie, la situation climatique et la situation hydraulique etc..., Dans ce chapitre, nous avons collecté des informations sur la zone que nous étudierons plus tard pour rechercher des problèmes dans le réseau d'eau potable.

Dans le chapitre 2, nous avons réalisé une estimation des besoins en eau potable dans la zone d'étude pour les différents types de consommateurs. Nous avons également déterminé divers paramètres liés aux besoins en eau potable, tels que le débit maximum horaire, qui est estimé à 231,18 m<sup>3</sup>/h

Dans le chapitre 3, nous avons fait un diagnostic du réseau d'AEP de la zone d'étude pour évaluer la qualité du réseau de distribution en coté hydraulique et coté physique, et nous avons trouvé des mauvais résultats soit au côté hydraulique, soit au côté physique, et avec ces résultats, nous sommes arrivés à une nécessité de conception d'un nouveau réseau d'AEP.

Dans le chapitre 4, nous avons réalisé une étude de stockage dans la zone d'étude. Nous avons calculé le volume du réservoir nécessaire pour l'alimentation en eau potable, qui est de 664,18 m<sup>3</sup>. Ensuite, nous avons choisi un réservoir existant de 2000 m<sup>3</sup> afin d'alimenter la zone d'étude.

Dans le chapitre 5, nous avons installé un nouveau réseau d'AEP pour la zone d'étude. Nous avons choisi un réseau de type ramifié et des conduites de PE100-PN16. Nous avons tracé un nouveau réseau avec 101 nœuds et réalisé une simulation de ce réseau en utilisant le logiciel EPANET. Nous avons également déterminé les diamètres des différents tronçons de la zone d'étude.

Dans le chapitre 6, nous avons présenté les différents types de contrôles appliqués aux conduites, et nous avons traité les installations liées à la mise en place des conduites, et nous avons aussi des différents types des accessoires et pièces spéciales.

Dans le chapitre 7, nous avons élaboré un devis quantitatif et estimatif de notre projet et estimé un coût total de 125 141 463 DA. Nous avons également discuté de la planification des travaux et évalué le temps nécessaire à la réalisation du projet.

# **Références Bibliographiques**

# Références Bibliographiques

- [1] **BABA HAMED, Samira, s.d (2024).** *Les systèmes de distribution en eau potable, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed BOUDIAF [en ligne]. [Consulté le 13/09/2024].* Disponible à l'adresse : [https://www.univ-usto.dz/images/coursenligne/pha\\_BH.pdf](https://www.univ-usto.dz/images/coursenligne/pha_BH.pdf).
- [2] **BENAINI, Mohammed, (2011)** *ETUDE DU RESEAU D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE KHEMIS-MILIANA (W. AIN DEFLA).* Thèse de diplôme d'ingénieur d'ETAT. Blida : Ecole Nationale supérieur d'hydraulique.
- [3] **BEN AISSA, Mohammed,(2023).** *Dimensionnement du réseau de distribution de la nouvelle Ville BERBIH-POS27-(W. DJELFA).* Thèse de diplôme d'ingénieur d'ETAT. Blida : Ecole Nationale supérieur d'hydraulique.
- [4] **BENLAOUKLI, Bachir (2022).** *Organisation de chantier II : Management de projet, Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique.*
- [5] **BENSAID, Mohammed ( 2021).** *Diagnostic et rénovation du réseau d'alimentation en eau potable de la commune d'El Abadia (W. Ain Defla).* Thèse de diplôme d'ingénieur d'ETAT. Blida : Ecole Nationale supérieur d'hydraulique.
- [6] **BENZANNACHE, Naziha ( 2020).** *Alimentation en eau potable, Université 8 Mai de Guelma [en ligne], Polycopie du cours : [Consulté le 13/09/2024].* Disponible à l'adresse : <https://dspace.univ-guelma.dz/jspui/bitstream/123456789/9663/1/Cours%20d%27AEP%203%20ann%C3%A9e%20licence%20%20Benzannache%20.pdf>.
- [7] **BOUDALI, Ben Ali, BENLALA, Abdelhalid, SELLAM, Sofiane, MEFTOUT, Samir, BENCHEIKH, Said, MENBER, Abdelhakim, HATTAB, Ali, MADACI, Azzedine, CHERCHOUR, Said, CHEKROUD, Med Reda, ABDEL FETTAH, Yazid, MIZIRI, Brahim, CHEROUK, Mohamed, DJAABOUB, Brahim, CHAOUI, SAID, 2023.** *Guide du controleur : control engineer guide, s.l : CTH.*
- [8] **DJERARFAOUI , Hadjer( 2023).** *Diagnostic Et Rehabilitation Du Reseau D'alimentation En Eau Potable de la Commune De Sebdou (W. TLEMCEN).* mémoire D'ingénieur d'état. Blida : Ecole Nationale supérieur d'hydraulique.
- [9] **DJERBOUA, Besma( 2023).** *Diagnostic et réhabilitation du système d'alimentation en eau potable de la ville de chechar (W. Khenchela).* mémoire d'ingénieur d'état. Blida : Ecole Nationale supérieur d'hydraulique.
- [10] **Mehaiguene, Madjid, 2017.** *Étude des Étiages et des Débits de Base au Nord-Ouest de l'Algérie [en ligne].* thèse de doctorat. Université de Khemis Miliana. [consulté le 19 octobre 2024].  
Disponible à l'adresse : <https://www.researchgate.net/publication/317239119>

[11] **MIHOUBI, Mustapha Kamel ( 2016).** *Guide de Citation Des References De Travaux Scientifiques , Ecole Nationale Supérieur d’Hydraulique.*

[12] **MIHOUBI, Mustapha Kamel (2016).** *GUIDE PRATIQUE D’ELABORATION D’UN MEMOIRE DE MASTER, Ecole Nationale supérieur d’hydraulique.*

[13] **Ministere de l’Habitat de l’Urbanisme et de la Ville ( 2024).** D.T.R. – B.C. 2.48: REGLES PARASISMIQUES ALGERIENNES RPA 2024.

## Références Sito-graphiques

[1] Carte topographique, <https://fr-fr.topographic-map.com/map-nd3q/Alg%C3%A9rie/> , [consulté , 13/09/2024].

[2] Cours technologie vannes: vannes papillon, [https://www.azprocede.fr/Cours\\_GC/technovannes\\_1.html](https://www.azprocede.fr/Cours_GC/technovannes_1.html) , [consulté, 13/09/2024].

[3] Google maps, <https://www.google.com/maps> , [consulté , 13/09/2024].

[4] Grillage avertisseur, <https://eurletifmaille.weebly.com/grillage-avertisseur.html> , [consulté, 13/09/2024].

[5] Maps – Bing, <https://www.bing.com/maps/?cp=36.531157%7E3.070679&lvl=11.0>, [consulté , 13/09/2024].

[6] Tubes PVC pression – Série À COLLER, <https://www.tuberiasplasticasreunidas.com/fr/tuberia-pvc-presion.html> , [consulté, 13/09/2024].

[7] 189 - Vanne à opercule caoutchouc PN10-16 FAH DIN long 3202-F5 NF ACS, <https://www.sferaco.com/fr/189-vanne-a-opercule-caoutchouc-pn10-16-fah-din-long-3202-f5-nf-acs.html> , [consulté , 13/09/2024].

[8] Writing an Abstract for Your Research Paper , université de Wisconsin – Madison, <https://writing.wisc.edu/handbook/assignments/writing-an-abstract-for-your-research-paper/> , [consulté , 13/09/2024].

[9] Zones sismiques en Algérie selon DTR-BC 2.48 :03 , <https://www.dlubal.com/fr/zones-de-neige-de-vent-et-de-sismicite/sismicite-dtr-bc-2-48.html?srltid=AfmBOop6glrDHTumlUKzqzuEl0fC8J7dxaPqTdJmVXXqdlZiePPAZFLr#&center=32.47269502206151,6.328125000000001&zoom=4&marker=36.768,3.054> , [consulté , 13/09/2024] .

# **Annex**

**Annex I :  $\beta$  en fonction du nombre d'habitants**

Nombre d'hab *10 <sup>3</sup>	1	1,5	2,5	4	6	10	20	30	100	300	1000
$\beta_{\max}$	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,03	1
$\beta_{\min}$	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,83	1

**Annex II : La variation horaires de la consommation d'eau dans divers centres d'agglomération**

Heures	Nombre d'habitants				
	Moins de 10 000	De 10 001 à 50 000	De 50 001 à 100 000	Plus de 100 000	Agglomération de type rural
0-1	1	1,5	3	3,35	0,75
1-2	1	1,5	3,2	3,25	0,75
2-3	1	1,5	2,5	3,3	1
3-4	1	1,5	2,6	3,2	1
4-5	2	2,5	3,5	3,25	3
5-6	3	3,5	4,1	3,4	5,5
6-7	5	4,5	4,5	3,85	5,5
7-8	6,5	5,5	4,9	4,45	5,5
8-9	6,5	6,25	4,9	5,2	3,5
9-10	5,5	6,25	5,6	5,05	3,5
10-11	4,5	6,25	4,8	4,85	6
11-12	5,5	6,25	4,7	4,6	8,5
12-13	7	5	4,4	4,6	8,5
13-14	7	5	4,1	4,55	6
14-15	5,5	5,5	4,2	4,75	5

15-16	4,5	6	4,4	4,7	5
16-17	5	6	4,3	4,65	3,5
17-18	6,5	5,5	4,1	4,35	3,5
18-19	6,5	5	4,5	4,4	6
19-20	5	4,5	4,5	4,3	6
20-21	4,5	4	4,5	4,3	6
21-22	3	3	4,8	4,2	3
22-23	2	2	4,6	3,75	2
23-24	1	1,5	3,3	3,7	1
Total	100	100	100	100	100

**Annex III : Tableau no III.1 : Détermination des débits en routes (la suite).**

T17	37,46	0,0033	0,12
T18	123,10	0,0033	0,40
T19	107,07	0,0033	0,35
T20	238,25	0,0033	0,78
T21	15,38	0,0033	0,05
T22	80,86	0,0033	0,26
T23	226,28	0,0033	0,74
T24	89,15	0,0033	0,29
T25	109,47	0,0033	0,36
T26	44,51	0,0033	0,15
T27	54,31	0,0033	0,18
T28	123,14	0,0033	0,40
T29	85,06	0,0033	0,28
T30	193,59	0,0033	0,63
T31	101,01	0,0033	0,33
T32	234,85	0,0033	0,77
T33	98,70	0,0033	0,32
T34	94,70	0,0033	0,31
T35	44,33	0,0033	0,14
T36	100,39	0,0033	0,33
T37	104,80	0,0033	0,34
T38	19,81	0,0033	0,06
T39	56,52	0,0033	0,18

T40	118,77	0,0033	0,39
T41	80,21	0,0033	0,26
T42	286,71	0,0033	0,94
T43	153,00	0,0033	0,50
T44	220,70	0,0033	0,72
T45	41,61	0,0033	0,14
T46	48,23	0,0033	0,16
T47	86,87	0,0033	0,28
T48	70,00	0,0033	0,23
T49	138,39	0,0033	0,45
T50	115,00	0,0033	0,38
T51	18,70	0,0033	0,06
T52	165,10	0,0033	0,54
T53	56,79	0,0033	0,19
T54	134,18	0,0033	0,44
T55	115,99	0,0033	0,38
T56	249,16	0,0033	0,81
T57	100,00	0,0033	0,33
T58	229,25	0,0033	0,75
T59	245,56	0,0033	0,80
T60	189,18	0,0033	0,62
T61	65,90	0,0033	0,22
T62	40,69	0,0033	0,13
T63	64,27	0,0033	0,21
T64	42,68	0,0033	0,14
T65	56,27	0,0033	0,18
T66	60,22	0,0033	0,20
T67	60,60	0,0033	0,20
T68	28,40	0,0033	0,09
T69	147,65	0,0033	0,48
T70	291,88	0,0033	0,95
T71	37,32	0,0033	0,12
T72	70,26	0,0033	0,23
T73	149,09	0,0033	0,49
T74	120,91	0,0033	0,40
T75	24,17	0,0033	0,08
T76	69,15	0,0033	0,23
T77	47,73	0,0033	0,16
T78	11,66	0,0033	0,04
T79	42,40	0,0033	0,14
T80	56,50	0,0033	0,18

T81	146,73	0,0033	0,48
T82	42,88	0,0033	0,14
T83	141,67	0,0033	0,46
T84	253,31	0,0033	0,83
T85	280,11	0,0033	0,92
T86	52,76	0,0033	0,17
T87	42,31	0,0033	0,14
T88	78,07	0,0033	0,26
T89	29,96	0,0033	0,10
T90	75,04	0,0033	0,25
T91	80,68	0,0033	0,26
T92	89,10	0,0033	0,29
T93	104,08	0,0033	0,34
T94	58,97	0,0033	0,19
T95	79,27	0,0033	0,26
T96	61,60	0,0033	0,20
T97	33,74	0,0033	0,11
T98	71,36	0,0033	0,23
T99	20,28	0,0033	0,07
T100	73,45	0,0033	0,24
T101	212,42	0,0033	0,69
T102	66,84	0,0033	0,22
T103	63,77	0,0033	0,21
T104	265,83	0,0033	0,87

**Annex IV : Tableau no III.2 : Les débits nodaux en cas de pointe (la suite)**

N17	277,9	T18	0,40	0,20
N18	278,3	T19	0,35	0,59
		T20	0,78	
		T21	0,05	
N19	278,4	T21	0,05	0,53
		T22	0,26	
		T23	0,74	
N20	278,1	T22	0,26	0,13
N21	277,2	T20	0,78	0,39

N22	278,3	T23	0,74	0,69
		T24	0,29	
		T25	0,36	
N23	279,0	T24	0,29	0,15
N24	277,6	T25	0,36	0,45
		T26	0,15	
		T33	0,32	
		T38	0,06	
N25	277,4	T26	0,15	0,36
		T27	0,18	
		T28	0,40	
N26	277,4	T28	0,40	0,20
N27	277,4	T27	0,18	0,54
		T29	0,28	
		T30	0,63	
N28	277,4	T29	0,28	0,14
N29	277,6	T30	0,63	0,87
		T31	0,33	
		T32	0,77	
N30	277,0	T31	0,33	0,17
N31	277,5	T32	0,77	0,38
N32	277,4	T33	0,32	0,39
		T34	0,31	
		T35	0,14	
N33	277,7	T34	0,31	0,15
N34	277,4	T35	0,14	
		T36	0,33	

		T37	0,34	0,41
N35	278,3	T36	0,33	0,16
N36	277,4	T37	0,34	0,17
N37	277,7	T38	0,06	0,32
		T39	0,18	
		T40	0,39	
N38	277,3	T39	0,18	0,09
N39	278,2	T40	0,39	0,79
		T41	0,26	
		T42	0,94	
N40	278,9	T41	0,26	0,13
N41	278,7	T42	0,94	0,47
N42	278,0	T43	0,50	0,68
		T44	0,72	
		T45	0,14	
N43	278,0	T44	0,72	0,36
N44	278,2	T45	0,14	0,29
		T46	0,16	
		T47	0,28	
N45	278,5	T46	0,16	0,08
N46	278,2	T47	0,28	0,48
		T48	0,23	
		T49	0,45	
N47	278,1	T48	0,23	0,11
		T49	0,45	

N48	277,6	T50	0,38	0,44
		T51	0,06	
N49	278,4	T50	0,38	0,19
N50	277,7	T51	0,06	0,39
		T52	0,54	
		T53	0,19	
N51	277,2	T52	0,54	0,27
N52	277,87	T53	0,19	0,50
		T54	0,44	
		T55	0,38	
N53	277,4	T54	0,44	0,22
N54	277,8	T55	0,38	0,19
N55	277,8	T56	0,81	0,95
		T57	0,33	
		T58	0,75	
N56	277,7	T57	0,33	0,16
N57	280,0	T58	0,75	1,01
		T59	0,80	
		T83	0,46	
N58	278,1	T59	0,80	0,71
		T60	0,62	
N59	278,0	T60	0,62	1,14
		T61	0,22	
		T69	0,48	
		T70	0,95	
N60	277,9	T61	0,22	
		T62	0,13	

		T71	0,12	0,24
N61	277,8	T62	0,13	0,24
		T63	0,21	
		T64	0,14	
N62	277,6	T63	0,21	0,11
N63	277,5	T64	0,14	0,26
		T65	0,18	
		T66	0,20	
N64	277,5	T65	0,18	0,09
N65	277,7	T66	0,20	0,24
		T67	0,20	
		T68	0,09	
N66	277,7	T67	0,20	0,10
N67	277,7	T68	0,09	0,05
N68	277,7	T69	0,48	0,24
N69	277,7	T70	0,95	0,48
N70	278,0	T71	0,12	0,62
		T72	0,23	
		T73	0,49	
		T74	0,40	
N71	278,0	T72	0,23	0,11
N72	278,0	T73	0,49	0,35
		T75	0,08	
		T82	0,14	
N73	278	T75	0,08	0,04
N74	278,2	T82	0,14	0,07
		T74	0,40	

N75	277,9	T76	0,23	0,39
		T77	0,16	
N76	278,2	T76	0,23	0,11
N77	278,0	T77	0,16	0,19
		T78	0,04	
		T80	0,18	
N78	277,9	T80	0,18	0,09
N79	278,0	T78	0,04	0,33
		T79	0,14	
		T81	0,48	
N80	278,0	T79	0,14	0,07
N81	277,7	T81	0,48	0,24
N82	277,4	T85	0,92	0,98
		T86	0,17	
		T104	0,87	
N83	277	T85	0,92	0,46
N84	277,7	T86	0,17	0,30
		T87	0,14	
		T92	0,29	
N85	277,5	T87	0,14	0,25
		T88	0,26	
		T89	0,10	
N86	277,9	T88	0,26	0,13
N87	277,6	T89	0,10	0,30
		T90	0,25	
		T91	0,26	
N88	277,5	T90	0,25	0,12

N89	277,5	T91	0,26	0,36
		T94	0,19	
		T95	0,26	
N90	277,7	T94	0,19	0,10
N91	277,5	T95	0,26	0,29
		T96	0,20	
		T97	0,11	
N92	277,7	T96	0,20	0,10
N93	277,4	T97	0,11	0,21
		T99	0,07	
		T100	0,24	
N94	277,4	T99	0,07	0,03
N95	277,7	T92	0,29	0,66
		T93	0,34	
		T101	0,69	
N96	277,8	T93	0,34	0,17
N97	277,7	T98	0,23	0,57
		T101	0,69	
		T102	0,22	
N98	277,8	T100	0,24	0,33
		T102	0,22	
		T103	0,21	
N99	277,8	T103	0,21	0,10
N100	277,2	T16	0,24	0,12
N101	277,5	T98	0,23	0,12
N102	277,9	T83	0,46	

		T84	0,83	0,65
N103	277,3	T84	0,83	0,85
		T104	0,87	

**Annex V : Tableau no III.4 : Les vitesses et les pertes de charge dans le réseau existant en cas de pointe (la suite)**

T17	37,46	90PVC	81,4	9,31	1,79	33,55	1,26
T18	123,10	50PVC	45,2	0,20	0,12	0,64	0,08
T19	107,10	90PVC	81,4	8,67	1,67	29,5	3,16
T20	238,30	50PVC	45,2	0,39	0,24	2,03	0,48
T21	15,38	90PVC	81,4	7,69	1,48	23,77	0,37
T22	80,86	50PVC	45,2	0,13	0,08	0,29	0,02
T23	226,30	90PVC	81,4	7,03	1,35	20,23	4,58
T24	89,15	50PVC	45,2	0,15	0,09	0,4	0,04
T25	109,50	90PVC	81,4	6,19	1,19	16,09	1,76
T26	44,51	63PVC	57,0	2,66	1,04	19,61	0,87
T27	54,31	63PVC	57,0	2,10	0,82	12,87	0,70
T28	123,10	50PVC	45,2	0,20	0,12	0,64	0,08
T29	85,06	50PVC	45,2	0,14	0,09	0,35	0,03
T30	193,60	50PVC	45,2	1,42	0,88	19,48	3,77
T31	101,01	50PVC	45,2	0,17	0,11	0,49	0,05
T32	234,85	50PVC	45,2	0,38	0,24	1,94	0,46
T33	98,70	90PVC	81,4	1,28	0,25	0,98	0,10
T34	94,70	50PVC	45,2	0,15	0,09	0,4	0,04
T35	44,33	90PVC	81,4	0,74	0,14	0,38	0,02
T36	100,40	50PVC	45,2	0,16	0,10	0,44	0,04
T37	104,80	50PVC	45,2	0,17	0,11	0,49	0,05
T38	19,81	63PVC	57,0	1,80	0,71	9,79	0,19
T39	56,52	50PVC	45,2	0,09	0,06	0,1	0,01
T40	118,80	63PVC	57,0	1,39	0,54	6,2	0,74
T41	80,21	50PVC	45,2	0,13	0,08	0,29	0,02
T42	286,70	50PVC	45,2	0,47	0,29	2,8	0,80
T43	153,00	90PVC	81,4	4,20	0,81	8,04	1,23
T44	220,70	50PVC	45,2	0,36	0,22	1,76	0,39
T45	41,61	63PVC	57,0	3,16	1,24	26,67	1,11

T46	48,23	50PVC	45,2	0,08	0,05	0,08	0,00
T47	86,87	63PVC	57,0	2,79	1,09	21,35	1,85
T48	70,00	50PVC	45,2	0,11	0,07	0,18	0,01
T49	138,40	63PVC	57,0	2,20	0,86	13,98	1,93
T50	115,00	50PVC	45,2	0,19	0,12	0,59	0,07
T51	18,70	63PVC	57,0	1,57	0,62	7,69	0,14
T52	165,10	50PVC	45,2	0,27	0,17	1,08	0,18
T53	56,79	63PVC	57,0	0,91	0,36	2,95	0,17
T54	134,20	50PVC	45,2	0,22	0,14	0,76	0,10
T55	116,00	63PVC	57,0	0,19	0,07	0,2	0,02
T56	249,20	125PVC	115,4	15,71	1,50	16,09	4,01
T57	100,00	40PEHD	35,2	0,16	0,16	1,43	0,14
T58	229,30	125PVC	115,4	14,60	1,40	14,09	3,23
T59	245,60	125PVC	115,4	6,51	0,62	3,3	0,81
T60	189,20	90PVC	81,4	5,80	1,11	14,32	2,71
T61	65,90	40PEHD	35,2	3,94	4,05	403,2	26,57
T62	40,69	40PEHD	35,2	1,09	1,12	40,27	1,64
T63	64,27	40PEHD	35,2	0,11	0,11	0,75	0,05
T64	42,68	40PEHD	35,2	0,74	0,76	20,31	0,87
T65	56,27	40PEHD	35,2	0,09	0,09	0,44	0,02
T66	60,22	40PEHD	35,2	0,39	0,40	6,62	0,40
T67	60,60	40PEHD	35,2	0,10	0,10	0,6	0,04
T68	28,40	40PEHD	35,2	0,05	0,05	0,14	0,00
T69	147,70	40PEHD	35,3	0,24	0,25	2,82	0,42
T70	291,90	40PVC	36,2	0,48	0,47	8,32	2,43
T71	37,32	40PEHD	35,2	2,61	2,68	191,7	7,15
T72	70,26	40PEHD	35,2	0,11	0,11	0,75	0,05
T73	149,10	40PEHD	35,2	0,46	0,47	8,83	1,32
T74	120,90	40PEHD	35,2	1,42	1,46	64,44	7,79
T75	24,17	40PEHD	35,2	0,04	0,04	0,11	0,00
T76	69,15	40PEHD	35,2	0,11	0,11	0,75	0,05
T77	47,73	40PEHD	35,2	0,92	0,95	29,83	1,42
T78	11,66	40PEHD	35,2	0,64	0,66	15,74	0,18
T79	42,40	40PEHD	35,2	0,07	0,07	0,22	0,01
T80	56,50	40PEHD	35,2	0,09	0,09	0,44	0,02
T81	146,70	40PEHD	35,2	0,24	0,25	2,86	0,42
T82	42,88	40PEHD	35,2	0,07	0,07	0,22	0,01

T83	141,67	90PVC	81,4	7,08	1,36	20,49	2,90
T84	253,31	63PVC	57,0	6,43	2,52	95,64	24,23
T85	280,10	32PEHD	28,0	0,46	0,75	26,2	7,34
T86	52,76	63PEHD	55,4	4,14	1,72	49,61	2,62
T87	42,31	40PEHD	35,2	1,87	1,92	105,4	4,46
T88	78,07	40PEHD	35,2	0,13	0,13	1	0,08
T89	29,96	40PEHD	35,2	1,49	1,53	70,22	2,10
T90	75,04	40PEHD	35,2	0,12	0,12	0,88	0,07
T91	80,68	40PEHD	35,2	1,07	1,10	38,98	3,14
T92	89,10	63PEHD	55,4	1,97	0,82	13,17	1,17
T93	104,10	63PEHD	28,0	0,17	0,28	4,66	0,49
T94	58,97	40PEHD	35,2	0,10	0,10	0,6	0,04
T95	79,27	40PEHD	35,2	0,61	0,63	14,47	1,15
T96	61,60	40PEHD	35,2	0,10	0,10	0,6	0,04
T97	33,74	40PEHD	35,2	0,22	0,23	2,46	0,08
T98	71,36	40PEHD	35,2	0,12	0,12	0,88	0,06
T99	20,28	40PEHD	35,2	0,03	0,03	0,08	0,00
T100	73,45	40PEHD	35,2	-0,02	0,02	0,06	0,00
T101	212,40	40PEHD	35,2	1,14	1,17	43,6	9,26
T102	66,84	40PVC	36,2	0,45	0,44	7,44	0,50
T103	63,77	40PEHD	35,2	0,10	0,10	0,6	0,04
T104	265,80	63PEHD	55,4	5,58	2,31	84,91	22,57

**Annex VI :** Tableau no III.5 : Les pressions et les cotes piézométriques dans le réseau existant en cas de pointe (voir l'annex VI)

N17	277,9	375,50	97,64
N18	278,3	372,40	94,16
N19	278,4	372,10	93,64
N20	278,1	372,00	93,89
N21	277,2	371,90	94,78
N22	278,3	367,50	89,13
N23	279,0	367,40	88,48
N24	277,6	365,70	88,07
N25	277,4	364,80	87,41

N26	277,4	364,80	87,34
N27	277,4	364,10	86,79
N28	277,4	364,10	86,73
N29	277,6	360,40	82,76
N30	277,0	360,30	83,30
N31	277,5	359,90	82,43
N32	277,4	365,60	88,18
N33	277,7	365,60	87,88
N34	277,4	365,60	88,16
N35	278,3	365,60	87,30
N36	277,4	365,60	88,11
N37	277,7	365,50	87,78
N38	277,3	365,50	88,18
N39	378,2	364,80	86,58
N40	278,9	364,80	85,84
N41	278,7	364,00	85,30
N42	278,0	375,70	97,73
N43	278,0	375,30	97,29
N44	278,2	374,60	96,43
N45	278,5	374,60	96,11
N46	278,2	372,70	94,51
N47	278,1	372,70	94,62
N48	277,6	370,80	93,17
N49	278,4	370,70	92,31
N50	277,7	370,70	92,92
N51	277,2	370,50	93,32
N52	277,9	370,50	92,63
N53	277,4	370,40	93,01
N54	277,8	370,50	92,70
N55	277,8	379,80	101,90
N56	277,7	379,60	101,90
N57	280,0	376,50	96,53
N58	278,1	375,70	97,65
N59	278,0	373,00	95,00
N60	277,9	346,40	68,51
N61	277,8	344,80	66,98
N62	277,6	344,80	67,10

N63	277,5	343,90	66,42
N64	277,5	343,90	66,39
N65	277,7	343,50	65,82
N66	277,7	343,50	65,75
N67	277,7	343,50	65,81
N68	277,7	372,60	94,84
N69	277,7	370,60	92,83
N70	278,0	339,30	61,25
N71	278,0	339,20	61,21
N72	278,0	338,00	60,02
N73	278,0	338,00	60,02
N74	278,2	338,00	59,81
N75	277,9	331,50	53,59
N76	278,2	331,40	53,29
N77	278,0	330,10	52,09
N78	277,9	330,00	52,10
N79	278,0	329,90	51,90
N80	278,0	329,90	51,87
N81	277,7	329,50	51,78
N82	277,4	326,80	49,45
N83	277,0	319,50	42,49
N84	277,7	324,20	46,50
N85	277,5	319,80	42,28
N86	277,9	319,70	41,82
N87	277,6	317,70	40,00
N88	277,5	317,60	40,08
N89	277,5	314,50	37,01
N90	277,7	314,50	36,78
N91	277,5	313,40	35,89
N92	277,7	313,30	35,62
N93	277,4	313,30	35,87
N94	277,4	313,30	35,89
N95	277,7	323,00	45,32
N96	277,8	322,60	44,72
N97	277,7	313,80	36,05
N98	277,8	313,30	35,48
N99	277,8	313,20	35,44

N100	277,2	376,80	99,65
N101	277,5	313,70	36,20
N102	277,9	373,60	143,60
N103	277,3	349,40	72,13

**Annex VII : Tableau no III.6 : Les vitesses et les pertes de charge dans le réseau existant en cas de pointe + incendie (voir l'annex VII)**

T17	37,46	90PVC	81,4	9,31	1,79	33,55	1,26
T18	123,10	50PVC	45,2	0,20	0,12	0,64	0,08
T19	107,10	90PVC	81,4	8,67	1,67	29,50	3,16
T20	238,30	50PVC	45,2	0,39	0,24	2,03	0,48
T21	15,38	90PVC	81,4	7,69	1,48	23,77	0,37
T22	80,86	50PVC	45,2	0,13	0,08	0,29	0,02
T23	226,30	90PVC	81,4	7,03	1,35	20,23	4,58
T24	89,15	50PVC	45,2	0,15	0,09	0,40	0,04
T25	109,50	90PVC	81,4	6,19	1,19	16,09	1,76
T26	44,51	63PVC	57,0	2,66	1,04	19,61	0,87
T27	54,31	63PVC	57,0	2,10	0,82	12,87	0,70
T28	123,10	50PVC	45,2	0,20	0,12	0,64	0,08
T29	85,06	50PVC	45,2	0,14	0,09	0,35	0,03
T30	193,60	50PVC	45,2	1,42	0,88	19,48	3,77
T31	101,00	50PVC	45,2	0,17	0,11	0,49	0,05
T32	234,85	50PVC	45,2	0,38	0,24	1,94	0,46
T33	98,70	90PVC	81,4	1,28	0,25	0,98	0,10
T34	94,70	50PVC	45,2	0,15	0,09	0,40	0,04
T35	44,33	90PVC	81,4	0,74	0,14	0,38	0,02
T36	100,40	50PVC	45,2	0,16	0,10	0,44	0,04
T37	104,80	50PVC	45,2	0,17	0,11	0,49	0,05
T38	19,81	63PVC	57,0	1,80	0,71	9,79	0,19
T39	56,52	50PVC	45,2	0,09	0,06	0,10	0,01
T40	118,80	63PVC	57,0	1,39	0,54	6,20	0,74
T41	80,21	50PVC	45,2	0,13	0,08	0,29	0,02
T42	286,70	50PVC	45,2	0,47	0,29	2,80	0,80
T43	153,00	90PVC	81,4	4,20	0,81	8,04	1,23
T44	220,70	50PVC	45,2	0,36	0,22	1,76	0,39
T45	41,61	63PVC	57,0	3,16	1,24	26,67	1,11

T46	48,23	50PVC	45,2	0,08	0,05	0,08	0,00
T47	86,87	63PVC	57,0	2,79	1,09	21,35	1,85
T48	70,00	50PVC	45,2	0,11	0,07	0,18	0,01
T49	138,40	63PVC	57,0	2,20	0,86	13,98	1,93
T50	115,00	50PVC	45,2	0,19	0,12	0,59	0,07
T51	18,70	63PVC	57,0	1,57	0,62	7,69	0,14
T52	165,10	50PVC	45,2	0,27	0,17	1,08	0,18
T53	56,79	63PVC	57,0	0,91	0,36	2,95	0,17
T54	134,20	50PVC	45,2	0,22	0,14	0,76	0,10
T55	116,00	63PVC	57,0	0,19	0,07	0,20	0,02
T56	249,20	125PVC	115,4	32,71	3,13	60,93	15,18
T57	100,00	40PEHD	35,2	0,16	0,16	1,43	0,14
T58	229,30	125PVC	115,4	31,60	3,02	57,21	13,12
T59	245,60	125PVC	115,4	6,51	0,62	3,30	0,81
T60	189,20	90PVC	81,4	5,80	1,11	14,32	2,71
T61	65,90	40PEHD	35,2	3,94	4,05	403,20	26,57
T62	40,69	40PEHD	35,2	1,09	1,12	40,27	1,64
T63	64,27	40PEHD	35,2	0,11	0,11	0,75	0,05
T64	42,68	40PEHD	35,2	0,74	0,76	20,31	0,87
T65	56,27	40PEHD	35,2	0,09	0,09	0,44	0,02
T66	60,22	40PEHD	35,2	0,39	0,40	6,62	0,40
T67	60,60	40PEHD	35,2	0,10	0,10	0,60	0,04
T68	28,40	40PEHD	35,2	0,05	0,05	0,14	0,00
T69	147,70	40PEHD	35,3	0,24	0,25	2,82	0,42
T70	291,90	40PVC	36,2	0,48	0,47	8,32	2,43
T71	37,32	40PEHD	35,2	2,61	2,68	191,70	7,15
T72	70,26	40PEHD	35,2	0,11	0,11	0,75	0,05
T73	149,10	40PEHD	35,2	0,46	0,47	8,83	1,32
T74	120,90	40PEHD	35,2	1,42	1,46	64,44	7,79
T75	24,17	40PEHD	35,2	0,04	0,04	0,11	0,00
T76	69,15	40PEHD	35,2	0,11	0,11	0,75	0,05
T77	47,73	40PEHD	35,2	0,92	0,95	29,83	1,42
T78	11,66	40PEHD	35,2	0,64	0,66	15,74	0,18
T79	42,40	40PEHD	35,2	0,07	0,07	0,22	0,01
T80	56,50	40PEHD	35,2	0,09	0,09	0,44	0,02
T81	146,70	40PEHD	35,2	0,24	0,25	2,86	0,42
T82	42,88	40PEHD	35,2	0,07	0,07	0,22	0,01

T83	141,67	90PVC	81,4	24,08	4,63	188,85	26,75
T84	253,31	63PVC	57,0	23,43	9,18	1 013,52	256,73
T85	280,10	32PEHD	28,0	0,46	0,75	26,20	7,34
T86	52,76	63PEHD	55,4	21,14	8,77	963,20	50,82
T87	42,31	40PEHD	35,2	10,00	10,28	2 211,00	93,55
T88	78,07	40PEHD	35,2	0,13	0,13	1,00	0,08
T89	29,96	40PEHD	35,2	9,62	9,89	2 059,00	61,69
T90	75,04	40PEHD	35,2	0,12	0,12	0,88	0,07
T91	80,68	40PEHD	35,2	9,20	9,45	1 897,00	153,05
T92	89,10	63PEHD	55,4	10,84	4,50	283,20	25,23
T93	104,10	63PEHD	28,0	0,17	0,28	4,66	0,49
T94	58,97	40PEHD	35,2	0,10	0,10	0,60	0,04
T95	79,27	40PEHD	35,2	8,74	8,98	1 726,00	136,82
T96	61,60	40PEHD	35,2	0,10	0,10	0,60	0,04
T97	33,74	40PEHD	35,2	8,35	8,58	1 587,00	53,55
T98	71,36	40PEHD	35,2	0,12	0,12	0,88	0,06
T99	20,28	40PEHD	35,2	0,03	0,03	0,08	0,00
T100	73,45	40PEHD	35,2	8,11	8,33	1 504,00	110,47
T101	212,40	40PEHD	35,2	10,01	10,29	2 215,00	470,47
T102	66,84	40PVC	36,2	9,32	9,06	1 695,00	113,29
T103	63,77	40PEHD	35,2	17,10	17,57	5 975,00	381,03
T104	265,80	63PEHD	55,4	22,58	9,37	1 088,00	289,19

**Annex VIII : Tableau no III.7 : Les pressions et les cotes piézométriques dans le réseau existant en cas de pointe + incendie (la suite)**

N17	277,9	316,10	38,28
N18	278,3	313,10	34,80
N19	278,4	312,70	34,28
N20	278,1	312,70	34,53
N21	277,2	312,60	35,42
N22	278,3	308,10	29,77
N23	279,0	308,10	29,12
N24	277,6	306,40	28,71
N25	277,4	305,50	28,05
N26	277,4	305,40	27,98
N27	277,4	304,80	27,43

N28	277,4	304,80	27,37
N29	277,6	301,00	23,40
N30	277,0	301,00	23,94
N31	277,5	300,60	23,07
N32	277,4	306,30	28,82
N33	277,7	306,20	28,52
N34	277,4	306,20	28,80
N35	278,3	306,20	27,94
N36	277,4	306,20	28,75
N37	277,7	306,20	28,42
N38	277,3	306,20	28,82
N39	378,2	305,40	27,22
N40	278,9	305,40	26,48
N41	278,7	304,60	25,94
N42	278,0	316,40	38,37
N43	278,0	316,00	37,93
N44	278,2	315,20	37,07
N45	278,5	315,20	36,75
N46	278,2	313,40	35,15
N47	278,1	313,40	35,26
N48	277,6	311,50	33,81
N49	278,4	311,40	32,95
N50	277,7	311,30	33,56
N51	277,2	311,10	33,96
N52	277,9	311,10	33,27
N53	277,4	311,00	33,65
N54	277,8	311,10	33,34
N55	277,8	309,20	31,39
N56	277,7	309,10	31,38
N57	280,0	296,10	16,11
N58	278,1	295,30	17,23
N59	278,0	292,60	14,58
N60	277,9	266,00	-11,90
N61	277,8	264,40	-13,40
N62	277,6	264,30	-13,30
N63	277,5	263,50	-14,00
N64	277,5	263,50	-14,00

N65	277,7	263,10	-14,60
N66	277,7	263,10	-14,70
N67	277,7	263,10	-14,60
N68	277,7	292,20	14,42
N69	277,7	290,20	12,41
N70	278,0	258,90	-19,20
N71	278,0	258,80	-19,20
N72	278,0	257,60	-20,40
N73	278,0	257,60	-20,40
N74	278,2	257,50	-20,60
N75	277,9	251,10	-26,80
N76	278,2	251,00	-27,10
N77	278,0	249,70	-28,30
N78	277,9	249,60	-28,30
N79	278,0	249,50	-28,50
N80	278,0	249,50	-28,60
N81	277,7	249,10	-28,60
N82	277,4	-276,00	-554,00
N83	277,0	-284,00	-561,00
N84	277,7	-327,00	-605,00
N85	277,5	-421,00	-698,00
N86	277,9	-421,00	-699,00
N87	277,6	-483,00	-760,00
N88	277,5	-483,00	-760,00
N89	277,5	-636,00	-913,00
N90	277,7	-636,00	-913,00
N91	277,5	-772,00	-1 050,00
N92	277,7	-772,00	-1 050,00
N93	277,4	-826,00	-1 103,00
N94	277,4	-826,00	-1 103,00
N95	277,7	-353,00	-630,00
N96	277,8	-353,00	-631,00
N97	277,7	-823,00	-1 101,00
N98	277,8	-936,00	-1 214,00
N99	277,8	-1317,00	-1 595,00
N100	277,2	317,50	40,29
N101	277,5	-823,00	-1 101,00

N102	277,9	269,40	-8,53
N103	277,3	12,65	-264,62

**Annex IX :** Tableau n° V.1 : Détermination des débits en routes (la suite)

N17-N19	117,20	0,0072	0,84
N15-N17	17,59	0,0072	0,13
N2-N20	112,06	0,0072	0,80
N40-N42	98,13	0,0072	0,70
N37-N40	87,61	0,0072	0,63
N22-N23	21,30	0,0072	0,15
N20-N22	38,60	0,0072	0,28
N1-N45	180,04	0,0072	1,29
N45-N46	79,56	0,0072	0,57
N46-N47	4,98	0,0072	0,04
N47-N2	62,25	0,0072	0,45
N2-N48	23,46	0,0072	0,17
N48-N49	12,25	0,0072	0,09
N49-N50	21,54	0,0072	0,15
N54-N3	31,07	0,0072	0,22
N4-N55	29,98	0,0072	0,22
N55-N56	64,75	0,0072	0,46
N56-N57	9,97	0,0072	0,07
N57-N5	21,00	0,0072	0,15
N6-N58	100,48	0,0072	0,72
N58-N59	40,99	0,0072	0,29
N59-N60	15,33	0,0072	0,11
N60-N61	25,27	0,0072	0,18
N61-N62	25,71	0,0072	0,18
N62-N63	58,78	0,0072	0,42
N63-N64	39,42	0,0072	0,28
N64-N65	85,79	0,0072	0,62
N65-N66	8,48	0,0072	0,06
N66-N7	35,15	0,0072	0,25
N6-N67	108,34	0,0072	0,78
N67-N68	62,51	0,0072	0,45
N68-N69	37,67	0,0072	0,27
N69-N70	36,71	0,0072	0,26
N70-N8	102,07	0,0072	0,73

N10-N71	50,56	0,0072	0,36
N71-N72	8,10	0,0072	0,06
N72-N73	64,63	0,0072	0,46
N73-N74	23,58	0,0072	0,17
N74-N11	32,11	0,0072	0,23
N10-N75	162,07	0,0072	1,16
N75-N76	13,48	0,0072	0,10
N76-N12	76,18	0,0072	0,55
N8-N77	4,63	0,0072	0,03
N77-N78	136,31	0,0072	0,98
N78-N79	190,91	0,0072	1,37
N79-N9	84,23	0,0072	0,60
N3-N80	175,58	0,0072	1,26
N80-N13	98,72	0,0072	0,71
N23-N81	27,41	0,0072	0,20
N81-N82	44,63	0,0072	0,32
N82-N83	157,89	0,0072	1,13
N83-N24	61,92	0,0072	0,44
N25-N84	74,36	0,0072	0,53
N84-N27	240,10	0,0072	1,72
N23-N85	180,82	0,0072	1,30
N85-N86	192,08	0,0072	1,38
N86-N28	225,53	0,0072	1,62
N28-N87	121,48	0,0072	0,87
N87-N88	25,60	0,0072	0,18
N88-N89	224,13	0,0072	1,61
N89-N29	174,62	0,0072	1,25
N29-N90	116,31	0,0072	0,83
N90-N91	178,91	0,0072	1,28
N91-N30	98,34	0,0072	0,71
N32-N92	85,63	0,0072	0,61
N92-N34	80,00	0,0072	0,57
N34-N93	79,65	0,0072	0,57
N93-N35	58,85	0,0072	0,42
N34-N94	42,59	0,0072	0,31
N94-N95	6,48	0,0072	0,05
N95-N96	95,45	0,0072	0,68
N96-N97	22,56	0,0072	0,16
N97-N98	31,49	0,0072	0,23

N98-N99	20,63	0,0072	0,15
N99-N100	19,60	0,0072	0,14
N100-N36	137,97	0,0072	0,99
N42-N101	197,33	0,0072	1,42
N101-N44	140,46	0,0072	1,01
N50-N51	36,75	0,0072	0,26
N51-N52	19,81	0,0072	0,14
N52-N53	2,89	0,0072	0,02
N53-N54	48,10	0,0072	0,35

**Annex X : Tableau n° V.2 : Les débits nodaux en cas de pointe (la suite)**

N17	277,7	N17-N18	1,02	1,00
		N17-N19	0,84	
		N15-N17	0,13	
N18	277,3	N17-N18	1,02	0,51
N19	278,4	N17-N19	0,84	0,42
N20	277,6	N20-N21	1,11	1,10
		N2-N20	0,80	
		N20-N22	0,28	
N21	277,2	N20-N21	1,11	0,56
N22	277,8	N22-N25	0,71	0,57
		N22-N23	0,15	
		N20-N22	0,28	
N23	277,8	N22-N23	0,15	0,83
		N23-N81	0,20	
		N23-N85	1,30	
N24	277,6	N83-N24	0,44	0,22
N25	277,8	N22-N25	0,71	1,22
		N25-N26	1,20	
		N25-N84	0,53	
N26	277,2	N25-N26	1,20	0,60
N27	276,9	N84-N27	1,72	0,66
N28	278,3	N28-N37	3,54	3,02

		N86-N28	1,62	
		N28-N87	0,87	
		N29-N90	0,83	
		N89-N29	1,25	
		N29-N31	1,12	
N29	277,8	N29-N32	0,47	1,84
N30	277,7	N91-N30	0,71	0,36
N31	277,6	N29-N31	1,12	0,56
		N29-N32	0,47	
		N32-N33	1,25	
N32	277,9	N32-N92	0,61	1,17
N33	277,5	N32-N33	1,25	0,63
		N92-N34	0,57	
		N34-N93	0,57	
N34	277,9	N34-N94	0,31	0,73
N35	278,0	N93-N35	0,42	0,21
N36	278,7	N100-N36	0,99	0,50
		N37-N39	1,94	
		N37-N38	0,58	
		N28-N37	3,54	
N37	276,9	N37-N40	0,63	3,20
N38	275,9	N37-N38	0,58	0,29
N39	277,3	N37-N39	1,94	0,97
		N40-N41	1,99	
		N40-N42	0,70	
N40	277,5	N37-N40	0,63	1,66
N41	277,4	N40-N41	1,99	1,00
		N42-N43	0,70	
		N42-N101	1,42	
N42	277,6	N40-N42	0,70	1,41
N43	277,6	N42-N43	0,70	0,35

N44	277,8	N101-N44	1,01	0,51
N45	277,3	N1-N45	1,29	0,93
		N45-N46	0,57	
N46	277,6	N45-N46	0,57	0,31
		N46-N47	0,04	
N46	277,6	N45-N46	0,57	0,31
		N46-N47	0,04	
N47	277,6	N47-N2	1,29	0,93
		N46-N47	0,57	
N48	277,5	N2-N48	0,17	0,13
		N48-N49	0,09	
N49	277,3	N48-N49	0,09	0,12
		N49-N50	0,15	
N50	277,4	N49-N50	0,15	0,21
		N50-N51	0,26	
N51	277,3	N50-N51	0,26	0,20
		N51-N52	0,14	
N52	277,2	N51-N52	0,14	0,08
		N52-N53	0,02	
N53	277,4	N52-N53	0,02	0,19
		N53-N54	0,35	
N54	277,9	N54-N3	0,22	0,29
		N53-N54	0,35	
N55	277,0	N4-N55	0,22	0,34
		N55-N56	0,46	
N56	276,9	N55-N56	0,46	0,27
		N56-N57	0,07	
N57	276,9	N56-N57	0,07	0,11
		N57-N5	0,15	

N58	277,5	N6-N58	0,72	0,51
		N58-N59	0,29	
N59	277,6	N58-N59	0,29	0,20
		N59-N60	0,11	
N60	277,5	N59-N60	0,11	0,15
		N60-N61	0,18	
N61	277,6	N60-N61	0,18	0,18
		N61-N62	0,18	
N62	277,5	N61-N62	0,18	0,30
		N62-N63	0,42	
N63	277,3	N62-N63	0,42	0,35
		N63-N64	0,28	
N64	277,4	N63-N64	0,28	0,45
		N64-N65	0,62	
N65	277,3	N64-N65	0,62	0,34
		N65-N66	0,06	
N66	277,3	N65-N66	0,06	0,16
		N66-N7	0,25	
N67	278,5	N6-N67	0,78	0,62
		N67-N68	0,45	
N68	278,8	N67-N68	0,45	0,36
		N68-N69	0,27	
N69	278,6	N68-N69	0,27	0,27
		N69-N70	0,26	
N70	278,6	N69-N70	0,26	0,50
		N70-N8	0,73	
N71	277,2	N10-N71	0,36	0,21
		N71-N72	0,06	
N72	277,5	N71-N72	0,06	0,26
		N72-N73	0,46	

N73	277,4	N72-N73	0,46	0,32
		N73-N74	0,17	
N74	277,2	N73-N74	0,17	0,20
		N74-N11	0,23	
N75	277,6	N10-N75	1,16	0,63
		N75-N76	0,10	
N76	277,4	N75-N76	0,10	0,33
		N76-N12	0,55	
N77	277,8	N8-N77	0,03	0,51
		N77-N78	0,98	
N78	278,6	N77-N78	0,98	1,18
		N78-N79	1,37	
N79	278,8	N78-N79	1,37	0,99
		N79-N9	0,60	
N80	278,2	N3-N80	1,26	0,99
		N80-N13	0,71	
N81	277,7	N23-N81	0,20	0,26
		N81-N82	0,32	
N82	277,2	N81-N82	0,32	0,73
		N82-N83	1,13	
N83	277,3	N82-N83	1,13	0,79
		N83-N24	0,44	
N84	277,9	N25-N84	0,53	1,13
		N84-N27	1,72	
N85	277,6	N23-N85	1,30	1,34
		N85-N86	1,38	
N86	283,7	N85-N86	1,38	1,50
		N86-N28	1,62	
N87	277,7	N28-N87	0,87	0,53
		N87-N88	0,18	
N88	277,7	N87-N88	0,18	0,90
		N88-N89	1,61	

N89	277,8	N88-N89	1,61	1,43
		N89-N29	1,25	
N90	278,0	N29-N90	0,83	1,06
		N90-N91	1,28	
N91	277,8	N90-N91	1,28	1,00
		N91-N30	0,71	
N92	278,1	N32-N92	0,61	0,59
		N92-N34	0,57	
N93	278,2	N34-N93	0,57	0,50
		N93-N35	0,42	
N94	278,0	N34-N94	0,31	0,18
		N94-N95	0,05	
N95	278,0	N94-N95	0,05	0,37
		N95-N96	0,68	
N96	277,6	N95-N96	0,68	0,42
		N96-N97	0,16	
N97	277,7	N96-N97	0,16	0,20
		N97-N98	0,23	
N98	277,6	N97-N98	0,23	0,19
		N98-N99	0,15	
N99	277,8	N98-N99	0,15	0,15
		N99-N100	0,14	
N100	277,6	N99-N100	0,14	0,57
		N100-N36	0,99	
N101	277,5	N42-N101	1,42	1,22
		N101-N44	1,01	

**Annex XI : Tableau n° V.3 : Résultat des caractéristiques hydrauliques et diamètres des tançons en cas de pointe (la suite)**

N32-N33	174,40	26,0	32PEHD	0,63	1,19	64,88	11,32
N8-N10	7,21	61,4	75PEHD	3,14	1,06	18,46	0,13
N28-N37	493,22	102,2	125PEHD	10,61	1,29	14,21	7,01
N17-N18	142,42	26,0	32PEHD	0,51	0,96	44,70	6,37
N17-N19	117,20	20,4	25PEHD	0,42	1,28	100,95	11,83
N15-N17	17,59	40,8	50PEHD	1,93	1,48	54,91	0,97
N2-N20	112,06	184,0	225PEHD	39,38	1,48	8,98	1,01
N40-N42	98,13	61,4	75PEHD	3,49	1,18	22,30	2,19
N37-N40	87,61	73,6	90PEHD	6,15	1,45	25,80	2,26
N22-N23	21,30	184,0	225PEHD	33,54	1,26	6,71	0,14
N20-N22	38,60	184,0	225PEHD	37,72	1,42	8,30	0,32
N1-N45	179,61	257,8	315PEHD	64,48	1,24	4,32	0,78
N45-N46	79,56	257,8	315PEHD	63,55	1,22	4,21	0,33
N46-N47	4,98	257,8	315PEHD	63,24	1,21	4,18	0,02
N47-N2	62,25	229,2	280PEHD	62,99	1,53	7,31	0,46
N2-N48	23,46	147,2	180PEHD	22,90	1,35	9,85	0,23
N48-N49	12,25	147,2	180PEHD	22,77	1,34	9,75	0,12
N49-N50	21,54	147,2	180PEHD	22,65	1,33	9,66	0,21

N54-N3	31,07	147,2	180PEHD	21,68	1,27	8,92	0,28
N4-N55	29,98	32,6	40PEHD	0,80	0,96	33,61	1,01
N55-N56	64,75	20,4	25PEHD	0,46	1,41	118,53	7,67
N56-N57	9,97	20,4	25PEHD	0,19	0,58	25,22	0,25
N57-N5	21,00	20,4	25PEHD	0,08	0,24	5,72	0,12
N6-N58	100,48	51,4	63PEHD	2,77	1,33	34,60	3,48
N58-N59	40,99	51,4	63PEHD	2,26	1,09	24,06	0,99
N59-N60	15,33	51,4	63PEHD	2,06	0,99	20,40	0,31
N60-N61	25,27	40,8	50PEHD	1,91	1,46	53,89	1,36
N61-N62	25,71	40,8	50PEHD	1,73	1,32	45,17	1,16
N62-N63	58,78	40,8	50PEHD	1,43	1,09	32,19	1,89
N63-N64	32,60	32,6	40PEHD	1,08	1,29	57,18	1,86
N64-N65	85,79	26,0	32PEHD	0,63	1,19	64,88	5,57
N65-N66	8,48	20,4	25PEHD	0,29	0,89	52,67	0,45
N66-N7	35,15	20,4	25PEHD	0,13	0,40	13,10	0,46
N6-N67	108,34	90,0	110PEHD	8,28	1,30	16,76	1,82
N67-N68	62,51	90,0	110PEHD	7,66	1,20	14,57	0,91
N68-N69	37,67	90,0	110PEHD	7,30	1,15	13,36	0,50
N69-N70	36,71	90,0	110PEHD	7,03	1,11	12,49	0,46
N70-N8	102,07	90,0	110PEHD	6,53	1,03	10,94	1,12
N10-N71	50,56	32,6	40PEHD	1,11	1,33	60,04	3,04
N71-N72	8,10	32,6	40PEHD	0,90	1,08	41,39	0,34
N72-N73	64,63	26,0	32PEHD	0,64	1,21	66,71	4,31
N73-N74	23,58	20,4	25PEHD	0,32	0,98	62,59	1,48
N74-N11	32,11	20,4	25PEHD	0,12	0,37	11,41	0,37
N10-N75	162,07	32,6	40PEHD	1,24	1,49	73,10	11,85

N75-N76	13,48	26,0	32PEHD	0,61	1,15	61,29	0,83
N76-N12	76,18	20,4	25PEHD	0,28	0,86	49,54	3,77
N8-N77	4,63	51,4	63PEHD	2,98	1,44	39,43	0,18
N77-N78	136,31	51,4	63PEHD	2,47	1,19	28,19	3,84
N78-N79	190,91	40,8	50PEHD	1,29	0,99	26,81	5,12
N79-N9	84,23	20,4	25PEHD	0,30	0,92	55,89	4,71
N3-N80	175,58	73,6	90PEHD	6,14	1,44	25,73	4,52
N80-N13	98,72	73,6	90PEHD	5,15	1,21	18,76	1,85
N23-N81	27,41	51,4	63PEHD	2,00	0,96	19,36	0,53
N81-N82	44,63	40,8	50PEHD	1,74	1,33	45,64	2,04
N82-N83	157,89	32,6	40PEHD	1,01	1,21	50,77	8,02
N83-N24	61,92	20,4	25PEHD	0,22	0,67	32,53	2,01
N25-N84	74,36	40,8	50PEHD	1,79	1,37	48,00	3,57
N84-N27	240,10	26,0	32PEHD	0,66	1,24	70,44	16,91
N23-N85	180,82	163,6	200PEHD	30,71	1,46	10,08	1,82
N85-N86	192,08	163,6	200PEHD	29,37	1,40	9,29	1,78
N86-N28	225,53	163,6	200PEHD	27,87	1,33	8,45	1,91
N28-N87	121,48	114,6	140PEHD	14,24	1,38	13,93	1,69
N87-N88	25,60	114,6	140PEHD	13,71	1,33	13,01	0,33
N88-N89	224,13	114,6	140PEHD	12,81	1,24	11,51	2,58
N89-N29	174,62	102,2	125PEHD	11,38	1,39	16,13	2,82
N29-N90	116,31	51,4	63PEHD	2,42	1,17	27,18	3,16
N90-N91	178,91	40,8	50PEHD	1,36	1,04	29,44	5,27
N91-N30	98,34	20,4	25PEHD	0,36	1,10	76,96	7,57
N32-N92	85,63	73,6	90PEHD	4,76	1,12	16,29	1,39

N92-N34	80,00	61,4	75PEHD	4,17	1,41	30,67	2,45
N34-N93	79,65	26,0	32PEHD	0,71	1,34	80,16	6,38
N93-N35	58,85	20,4	25PEHD	0,21	0,64	30,00	1,77
N34-N94	42,59	51,4	63PEHD	2,73	1,32	33,71	1,44
N94-N95	6,48	51,4	63PEHD	2,55	1,23	29,85	0,19
N95-N96	95,45	51,4	63PEHD	2,18	1,05	22,57	2,15
N96-N97	22,56	40,8	50PEHD	1,76	1,35	46,58	1,05
N97-N98	31,49	40,8	50PEHD	1,56	1,19	37,57	1,18
N98-N99	20,63	40,8	50PEHD	1,37	1,05	29,83	0,62
N99- N100	19,60	32,6	40PEHD	1,07	1,28	56,25	1,10
N100- N36	137,97	26,0	32PEHD	0,50	0,94	43,17	5,96
N42- N101	197,33	40,8	50PEHD	1,73	1,32	45,17	8,91
N101- N44	140,46	26,0	32PEHD	0,51	0,96	44,70	6,28
N50-N51	36,75	147,2	180PEHD	22,44	1,32	9,50	0,35
N51-N52	19,81	147,2	180PEHD	22,24	1,31	9,34	0,19
N52-N53	2,89	147,2	180PEHD	22,16	1,30	9,28	0,03
N53-N54	48,10	147,2	180PEHD	21,97	1,29	9,14	0,44
R-N1	3 057,95	257,8	315PEHD	65,13	1,25	4,40	13,45

**Annex XII : Tableau n° V.4 : Résultat des charges et pressions au nœuds en cas de pointe (la suite)**

N19	278,4	347,01	68,64
N16	278,4	345,69	67,26
N22	277,8	369,71	91,96
N24	277,6	356,97	79,35
N25	277,8	367,36	89,60
N26	277,2	357,37	80,14
N14	278,1	349,44	71,35
N23	277,8	369,57	91,80
N28	278,3	364,06	85,72
N37	276,9	357,05	80,13
N39	277,3	344,29	66,96
N38	275,9	352,75	76,86
N42	277,6	352,60	75,01
N43	277,6	345,48	67,86
N44	277,8	337,41	59,59
N40	277,5	354,79	77,28
N41	277,4	340,93	63,50
N27	276,9	346,88	69,93
N29	277,8	356,64	78,82
N30	277,7	340,64	62,95
N31	277,6	348,37	70,75
N32	277,9	355,92	78,00
N33	277,5	344,61	67,12
N34	277,9	352,07	74,17
N35	278,0	343,92	65,92
N36	278,7	338,38	59,65
N17	277,7	358,84	81,19
N18	277,3	352,48	75,15
N45	277,3	371,85	94,56
N46	277,6	371,52	93,94

N47	277,6	371,49	93,92
N48	277,5	370,81	93,31
N49	277,3	370,69	93,35
N50	277,4	370,48	93,10
N52	277,2	369,95	92,78
N53	277,4	369,92	92,48
N54	277,9	369,48	91,54
N55	277,0	367,61	90,58
N56	276,9	359,93	83,02
N57	276,9	359,68	82,81
N58	277,5	363,24	85,78
N59	277,6	362,25	84,61
N60	277,5	361,94	84,44
N61	277,6	360,58	82,95
N62	277,5	359,41	81,90
N63	277,3	357,52	80,25
N64	277,4	355,66	78,26
N65	277,3	350,09	72,81
N66	277,3	349,65	72,37
N67	278,5	364,90	86,44
N68	278,8	363,99	85,16
N69	278,6	363,48	84,84
N70	278,6	363,03	84,39
N71	277,2	358,74	81,54
N72	277,5	358,41	80,88
N73	277,4	354,09	76,74
N74	277,2	352,62	75,39
N75	277,6	349,93	72,36
N76	277,4	349,10	71,75
N77	277,8	361,73	83,90
N78	278,6	357,88	79,25
N79	278,8	352,77	73,95

N80	278,2	364,69	86,47
N81	277,7	369,04	91,35
N82	277,2	367,00	89,77
N83	277,3	358,99	81,67
N84	277,9	363,79	85,89
N85	277,6	367,75	90,17
N86	283,7	365,96	82,22
N87	277,7	362,36	84,68
N88	277,7	362,03	84,35
N89	277,8	359,45	81,69
N90	278,0	353,47	75,45
N91	277,8	348,21	70,45
N92	278,1	354,53	76,39
N93	278,2	345,69	67,47
N94	278,0	350,64	72,66
N95	278,0	350,44	72,47
N96	277,6	348,29	70,68
N97	277,7	347,24	69,50
N98	277,6	346,05	68,42
N99	277,8	345,44	67,66
N100	277,6	344,34	66,70
N101	277,5	343,68	66,16
N51	277,3	370,13	92,86

**Annex XIII** : Tableau n° V.5 : Résultat des caractéristiques hydrauliques et diamètres des tançons en cas de pointe + incendie (voir l'annex XIII)

N29-N32	64,86	90,0	110PEHD	6,56	1,03	11,03	0,72
N32-N33	174,40	26,0	32PEHD	0,63	1,19	64,88	11,32
N8-N10	7,21	61,4	75PEHD	3,14	1,06	18,46	0,13
N28-N37	493,22	102,2	125PEHD	10,61	1,29	14,21	7,01

N17-N18	142,42	26,0	32PEHD	0,51	0,96	44,70	6,37
N17-N19	117,20	20,4	25PEHD	0,42	1,28	100,95	11,83
N15-N17	17,59	40,8	50PEHD	1,93	1,48	54,90	0,97
N2-N20	112,06	184,0	225PEHD	56,38	2,12	17,25	1,93
N40-N42	98,13	61,4	75PEHD	3,49	1,18	22,30	2,19
N37-N40	87,61	73,6	90PEHD	6,15	1,45	25,80	2,26
N22-N23	21,30	184,0	225PEHD	50,54	1,90	14,13	0,30
N20-N22	38,60	184,0	225PEHD	54,72	2,06	16,33	0,63
N1-N45	179,61	257,8	315PEHD	81,48	1,56	6,62	1,19
N45-N46	79,56	257,8	315PEHD	80,55	1,54	6,48	0,52
N46-N47	4,98	257,8	315PEHD	80,24	1,54	6,43	0,03
N47-N2	62,25	229,2	280PEHD	79,99	1,94	11,30	0,70
N2-N48	23,46	147,2	180PEHD	22,90	1,35	9,85	0,23
N48-N49	12,25	147,2	180PEHD	22,77	1,34	9,75	0,12
N49-N50	21,54	147,2	180PEHD	22,65	1,33	9,66	0,21
N54-N3	31,07	147,2	180PEHD	21,68	1,27	8,92	0,28
N4-N55	29,98	32,6	40PEHD	0,80	0,96	33,61	1,01
N55-N56	64,75	20,4	25PEHD	0,46	1,41	118,53	7,67
N56-N57	9,97	20,4	25PEHD	0,19	0,58	25,22	0,25
N57-N5	21,00	20,4	25PEHD	0,08	0,24	5,72	0,12

N6-N58	100,48	51,4	63PEHD	2,77	1,33	34,60	3,48
N58-N59	40,99	51,4	63PEHD	2,26	1,09	24,06	0,99
N59-N60	15,33	51,4	63PEHD	2,06	0,99	20,40	0,31
N60-N61	25,27	40,8	50PEHD	1,91	1,46	53,89	1,36
N61-N62	25,71	40,8	50PEHD	1,73	1,32	45,17	1,16
N62-N63	58,78	40,8	50PEHD	1,43	1,09	32,19	1,89
N63-N64	32,60	32,6	40PEHD	1,08	1,29	57,18	1,86
N64-N65	85,79	26,0	32PEHD	0,63	1,19	64,88	5,57
N65-N66	8,48	20,4	25PEHD	0,29	0,89	52,67	0,45
N66-N7	35,15	20,4	25PEHD	0,13	0,40	13,10	0,46
N6-N67	108,34	90,0	110PEHD	8,28	1,30	16,76	1,82
N67-N68	62,51	90,0	110PEHD	7,66	1,20	14,57	0,91
N68-N69	37,67	90,0	110PEHD	7,30	1,15	13,36	0,50
N69-N70	36,71	90,0	110PEHD	7,03	1,11	12,49	0,46
N70-N8	102,07	90,0	110PEHD	6,53	1,03	10,94	1,12
N10-N71	50,56	32,6	40PEHD	1,11	1,33	60,04	3,04
N71-N72	8,10	32,6	40PEHD	0,90	1,08	41,39	0,34
N72-N73	64,63	26,0	32PEHD	0,64	1,21	66,71	4,31
N73-N74	23,58	20,4	25PEHD	0,32	0,98	62,59	1,48
N74-N11	32,11	20,4	25PEHD	0,12	0,37	11,41	0,37
N10-N75	162,07	32,6	40PEHD	1,24	1,49	73,10	11,85
N75-N76	13,48	26,0	32PEHD	0,61	1,15	61,29	0,83
N76-N12	76,18	20,4	25PEHD	0,28	0,86	49,54	3,77
N8-N77	4,63	51,4	63PEHD	2,98	1,44	39,43	0,18

N77-N78	136,31	51,4	63PEHD	2,47	1,19	28,19	3,84
N78-N79	190,91	40,8	50PEHD	1,29	0,99	26,81	5,12
N79-N9	84,23	20,4	25PEHD	0,30	0,92	55,89	4,71
N3-N80	175,58	73,6	90PEHD	6,14	1,44	25,73	4,52
N80-N13	98,72	73,6	90PEHD	5,15	1,21	18,76	1,85
N23-N81	27,41	51,4	63PEHD	2,00	0,96	19,36	0,53
N81-N82	44,63	40,8	50PEHD	1,74	1,33	45,64	2,04
N82-N83	157,89	32,6	40PEHD	1,01	1,21	50,77	8,02
N83-N24	61,92	20,4	25PEHD	0,22	0,67	32,53	2,01
N25-N84	74,36	40,8	50PEHD	1,79	1,37	48,00	3,57
N84-N27	240,10	26,0	32PEHD	0,66	1,24	70,44	16,91
N23-N85	180,82	163,6	200PEHD	47,71	2,27	22,45	4,06
N85-N86	192,08	163,6	200PEHD	46,37	2,21	21,31	4,09
N86-N28	225,53	163,6	200PEHD	44,87	2,13	20,07	4,53
N28-N87	121,48	114,6	140PEHD	31,24	3,03	57,95	7,04
N87-N88	25,60	114,6	140PEHD	30,71	2,98	56,17	1,44
N88-N89	224,13	114,6	140PEHD	29,81	2,89	53,20	11,92
N89-N29	174,62	102,2	125PEHD	11,38	1,39	16,13	2,82
N29-N90	116,31	51,4	63PEHD	2,42	1,17	27,18	3,16
N90-N91	178,91	40,8	50PEHD	1,36	1,04	29,44	5,27
N91-N30	98,34	20,4	25PEHD	0,36	1,10	76,96	7,57
N32-N92	85,63	73,6	90PEHD	4,76	1,12	16,29	1,39
N92-N34	80,00	61,4	75PEHD	4,17	1,41	30,67	2,45
N34-N93	79,65	26,0	32PEHD	0,71	1,34	80,16	6,38
N93-N35	58,85	20,4	25PEHD	0,21	0,64	30,00	1,77

N34-N94	42,59	51,4	63PEHD	2,73	1,32	33,71	1,44
N94-N95	6,48	51,4	63PEHD	2,55	1,23	29,85	0,19
N95-N96	95,45	51,4	63PEHD	2,18	1,05	22,57	2,15
N96-N97	22,56	40,8	50PEHD	1,76	1,35	46,58	1,05
N97-N98	31,49	40,8	50PEHD	1,56	1,19	37,57	1,18
N98-N99	20,63	40,8	50PEHD	1,37	1,05	29,83	0,62
N99- N100	19,60	32,6	40PEHD	1,07	1,28	56,25	1,10
N100- N36	137,97	26,0	32PEHD	0,50	0,94	43,17	5,96
N42- N101	197,33	40,8	50PEHD	1,73	1,32	45,17	8,91
N101- N44	140,46	26,0	32PEHD	0,51	0,96	44,70	6,28
N50-N51	36,75	147,2	180PEHD	22,44	1,32	9,50	0,35
N51-N52	19,81	147,2	180PEHD	22,24	1,31	9,34	0,19
N52-N53	2,89	147,2	180PEHD	22,16	1,30	9,28	0,03
N53-N54	48,10	147,2	180PEHD	21,97	1,29	9,14	0,44

**Annex XIV : Tableau n° V.6 : Résultat des charges et pressions au nœuds en cas de pointe + incendie (la suite)**

N22	277,8	360,55	82,80
N24	277,6	347,65	70,03
N25	277,8	358,19	80,43
N26	277,2	348,21	70,98

N14	278,1	341,52	63,43
N23	277,8	360,25	82,48
N28	278,3	347,57	69,24
N37	276,9	340,56	63,64
N39	277,3	327,80	50,47
N38	275,9	336,27	60,38
N42	277,6	336,11	58,52
N43	277,6	329,00	51,38
N44	277,8	320,92	43,11
N40	277,5	338,30	60,80
N41	277,4	324,44	47,01
N27	276,9	337,71	60,76
N29	277,8	324,35	46,54
N30	277,7	308,35	30,67
N31	277,6	316,09	38,47
N32	277,9	323,64	45,72
N33	277,5	312,32	34,84
N34	277,9	319,79	41,89
N35	278,0	311,64	33,63
N36	278,7	306,10	27,36
N17	277,7	350,92	73,27
N18	277,3	344,55	67,22
N45	277,3	364,36	87,07
N46	277,6	363,85	86,27
N47	277,6	363,82	86,24
N48	277,5	362,88	85,38
N49	277,3	362,76	85,42
N50	277,4	362,55	85,17
N52	277,2	362,02	84,85
N53	277,4	361,99	84,55

N54	277,9	361,55	83,61
N55	277,0	359,68	82,65
N56	276,9	352,01	75,10
N57	276,9	351,76	74,89
N58	277,5	355,31	77,85
N59	277,6	354,32	76,68
N60	277,5	354,01	76,51
N61	277,6	352,65	75,02
N62	277,5	351,49	73,98
N63	277,3	349,60	72,33
N64	277,4	347,73	70,33
N65	277,3	342,17	64,89
N66	277,3	341,72	64,44
N67	278,5	356,97	78,51
N68	278,8	356,06	77,23
N69	278,6	355,56	76,92
N70	278,6	355,10	76,46
N71	277,2	350,81	73,61
N72	277,5	350,48	72,95
N73	277,4	346,17	68,82
N74	277,2	344,69	67,46
N75	277,6	342,00	64,43
N76	277,4	341,18	63,83
N77	277,8	353,80	75,97
N78	278,6	349,96	71,33
N79	278,8	344,84	66,02
N80	278,2	356,76	78,54
N81	277,7	359,72	82,03
N82	277,2	357,68	80,45
N83	277,3	349,66	72,34
N84	277,9	354,63	76,73

N85	277,6	356,19	78,62
N86	283,7	352,10	68,35
N87	277,7	340,53	62,85
N88	277,7	339,09	61,41
N89	277,8	327,17	49,40
N90	278,0	321,19	43,16
N91	277,8	315,92	38,16
N92	278,1	322,24	44,10
N93	278,2	313,40	35,18
N94	278,0	318,35	40,38
N95	278,0	318,16	40,19
N96	277,6	316,00	38,40
N97	277,7	314,95	37,21
N98	277,6	313,77	36,14
N99	277,8	313,16	35,38
N100	277,6	312,05	34,42
N101	277,5	327,20	49,67
N51	277,3	362,21	84,94