



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option : HYDRAULIQUE URBAINE**

**THEME :**

**Diagnostic et réhabilitation du réseau d'alimentation en eau potable du secteur R3 de la ville de Khenchela**

**Présenté par :**

**LATRECHE Fella**

**Devant les membres du jury**

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
HACHEMI Abdelkader	M.C. A	Président
HADJ SADOK Nabila	M.A. A	Examineur
NACER Tarek	M.C. B	Examineur
DERNOUNI Fouzia	M.A. A	Examineur
TOUAHIR Sabah	M.A.A	Promoteur

**Session septembre 2024**

# Remerciement

*Tout d'abord, je remercie Allah, créateur de toutes choses, de m'avoir donné la santé et la volonté nécessaires pour entamer et terminer ce mémoire.*

*Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mon encadrante Mme. Touahir Sabah pour son soutien et ses conseils tout au long de mon mémoire. Son expertise et ses encouragements ont été essentiels pour mener à bien ce projet.*

*Ce mémoire représente bien plus que de simples travaux ; il est la culmination de cinq longues années d'études. Je souhaite donc adresser mes remerciements à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail. Que ce soit à travers des discussions enrichissantes, des conseils précieux ou simplement par leur présence, leur soutien a été inestimable.*

*Je tiens également à exprimer ma gratitude envers l'ensemble des professeurs de l'École Nationale Supérieure d'Hydraulique pour leur enseignement de qualité et les connaissances qu'ils m'ont transmises au cours de ces années.*

*Je souhaite également remercier mon professeur M. Salah Boualem, qui a bien voulu me consacrer de son temps et répondre à mes questions avec bienveillance et expertise.*

*Je suis profondément reconnaissant envers les membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à ma recherche, en acceptant d'examiner mon travail et de l'enrichir par leurs remarques pertinentes.*

*Enfin, un merci spécial à mes parents. Grâce à leurs prières et encouragements, j'ai pu surmonter tous les obstacles et poursuivre mes objectifs avec détermination.*

# Dédicace

Je dédie ce travail :

À mon père, le meilleur des pères, et à ma très chère maman, qui ont toujours été à mes côtés. Aucune dédicace ne saurait exprimer pleinement ce que je leur dois : par leurs prières et leur patience, ils ont tout fait pour mon bonheur et ma réussite.

À toute ma famille, en particulier à ma cousine Ikram, pour son aide et son encouragement précieux.

À mes chères sœurs, Nassiba et Wafia, ainsi qu'à mon frère Khaled, pour leurs conseils avisés et leur soutien inconditionnel.

À mes nièces Amir et Yesmine, pour leur amour et leur joie.

À ma merveilleuse rencontre, Amina, et à Aya, pour leur accompagnement, leur soutien et leur amitié tout au long de ces années et pour tous les moments que nous avons partagés ensemble.

## ملخص:

يتواجد القطاع R3 في ولاية خنشلة، حيث يواجه تحديات كبيرة في مجال توفير المياه الصالحة للشرب. تهدف هذه الدراسة إلى تحليل المشكلات المرتبطة بالحالة القديمة وغير المناسبة لشبكة توزيع المياه، والتي تعاني من نسبة عالية من التسريبات، واقتراح حلول مناسبة.

في البداية، قمنا بتقدير الاحتياجات المستقبلية المائية للمنطقة. ثم قمنا بتشخيص حالة الشبكة الحالية وكذلك المنشآت التخزينية. قادنا هذا التشخيص إلى اقتراح بناء منشآت تخزين المياه جديدة واقتراح شبكة توزيع مجددة لتلبية الاحتياجات المستقبلية للمنطقة أخيراً، قمنا بإعداد تقدير للتكلفة الإجمالية للمشروع وخططنا لأعمال التنفيذ اللازمة.

## الكلمات المفتاحية:

القطاع R3 ، التسريبات ، تشخيص الشبكة ، المنشآت التخزينية .

## Résumé :

Le secteur R3, situé dans la wilaya de Khenchela, fait face à des défis majeurs en matière d'approvisionnement en eau potable. Cette étude a pour objectif d'analyser les problèmes liés à l'état vétuste et sous-dimensionné du réseau de distribution d'eau, qui présente un taux élevé de fuites, et de proposer des solutions appropriées. Dans un premier temps, nous avons estimé les besoins futurs en eau pour la région. Ensuite, nous avons diagnostiqué l'état du réseau existant ainsi que des ouvrages de stockage. Ce diagnostic a conduit à la recommandation de la construction de nouveaux ouvrages de stockage et à la proposition d'un réseau de distribution rénové pour répondre aux besoins futurs de l'agglomération. Enfin, nous avons élaboré une estimation du coût total du projet et planifié les travaux nécessaires à sa réalisation.

## Mots-clés :

Secteur R3, Khenchela, fuite, diagnostic, ouvrage de stockage.

## Abstract:

Sector R3, located in the wilaya of Khenchela, is facing major challenges in terms of drinking water supply. The aim of this study is to analyze the problems associated with the dilapidated and undersized state of the water distribution network, which has a high leakage rate, and to propose appropriate solutions. We began by estimating the region's future water requirements. Next, we diagnosed the condition of the existing network and storage facilities. This diagnosis led us to recommend the construction of new storage facilities, and to propose an upgraded distribution network to meet the region's future needs. Finally, we drew up an estimate of the total cost of the project and planned the work required to complete it.

## Key words:

sector R3, Khenchela, leakage, storage facilities, diagnosis.

## Table des matières

Introduction Générale .....	1
-----------------------------	---

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

I.1- Introduction .....	3
I.2- Situation générale de la zone .....	3
I.3- Situation géographique .....	4
I.4- Situation topographique .....	5
I.5- Situation climatique .....	5
I.5.1-Climat .....	5
I.5.2-Température .....	5
I.5.3-Pluviométrie .....	6
I.5.4-Neige .....	6
I.5.5-Vent .....	6
I.6-La géologie et la sismicité de la zone d'étude .....	7
I.6.1-Sismicité : .....	7
I.7-Population .....	8
I.8-Situation hydraulique .....	8
I.8.1-Adduction .....	8
I.8.2-Distribution .....	8
I.9-Conclusion .....	8

### Chapitre II : Estimation des besoins en eau

II.1- Introduction.....	10
II.2- Estimation de la population futur .....	10
II.3- Estimation des besoins en eau .....	10
II.3.1-Consomation moyenne journalière.....	10
II.3.2-Catégories des besoins .....	10
II.3.3-Les besoins domestiques .....	11
II.3.4-Les besoins des équipements public.....	11
II.3.5-Les besoins totaux de l'agglomération.....	13

II.4- Variation de la consommation journalière.....	14
II.4.1- Débit maximal journalier .....	14
II.4.2- Débit minimal journalier .....	14
II.5- Variation de la consommation horaire.....	14
II.5.1- Débit moyen horaire .....	14
II.5.2- Consommation maximale horaire .....	15
II.5.1- Consommation minimale horaire .....	15
II.6-Consommation horaire de l’agglomération en fonction du nombre d’habitant.....	16
II.6.1-Régime de consommation de l’agglomération en 2024 .....	16
II.6.2-Régime de consommation de l’agglomération en 2054 .....	17
II.7-Bilan de ressources en eau et les besoins pour l’horizon 2024 jusqu’à 2054.....	19
II.8-Conclusion .....	19

### **Chapitre III : Diagnostic du réseau d’AEP Existant**

III.1-Introduction .....	21
III.2-Diagnostic physique .....	21
III.2.1-Etat des conduites .....	21
III.2.2-Etat des réservoirs existants .....	22
III.3-Diagnostic hydraulique.....	24
III.3.1-Démarche méthodologique .....	24
III.3.2-Formule utilisées .....	24
III.3.3-Simulation sur EPANET .....	24
III.3.4-Les pressions aux nœuds.....	24
III.3.5-Calcul des débits de dimensionnement pour le cas de pointe (horizon 2054)	24
III.3.6- Résultats de la simulation hydraulique du réseau horizon 2054 .....	38
III.4-Conclusion.....	54

### **CHAPITRE IV : RESERVOIRS**

IV.1-Introduction .....	56
IV.2-Utilité du réservoir .....	56
IV.3-Les types de réservoir.....	56

IV.3.1-Selon la topographie de l'emplacement du réservoir .....	56
IV.3.2-Selon les matériaux utilisés .....	56
IV.3.3-Selon la forme.....	57
IV.3.4- Situation par rapport à la distribution .....	57
IV.4-Emplacement des réservoirs.....	57
IV.5- Exigences techniques à satisfaire dans la construction d'un réservoir .....	57
IV.6- Equipement du réservoir .....	58
IV.6.1-Conduite d'arrivée .....	58
IV.6.2-Conduite de distribution .....	58
IV.6.3-Conduite du trop-plein.....	58
IV.6.4-Conduite de vidange .....	58
IV.6.5-Conduite de bypass entre adduction et distribution .....	58
IV.6.6-Comptage.....	59
IV.6.7-Robinet vanne .....	59
IV.6.8- Matérialisation de la réserve d'incendie .....	59
IV.7- Analyse de la capacité de stockage .....	59
IV.7.1-Principe de calcul.....	60
IV.7.2-Les réservoirs existants.....	62
IV.8-Les réservoirs projetés .....	63
IV.9- Dimensionnement du réservoir .....	63
IV.10- Précautions nécessaires pour préserver la qualité de l'eau .....	64
IV.11- Conclusion .....	64

## **Chapitre V : Réhabilitation du réseau d'AEP à l'horizon 2054**

V.1-Introduction .....	66
V.2-Structure du réseau .....	66
V.2.1-Réseau ramifié .....	66
V.2.2-Réseau maillé .....	66
V.2.3-Réseau mixte .....	67
V.2.4-Réseau étagé .....	67

V.3-Exigences fondamentales du réseau .....	67
V.4-Tracé des conduites .....	68
V.5-Choix du type de matériau.....	68
V.6-Système de distribution .....	68
V.7-Calcul hydraulique du réseau de distribution .....	68
V.8-Calcul des débits de dimensionnement.....	69
V.8.1-Cas de pointe (14horizon 2054).....	69
V.8.2-Détermination des débits aux nœuds.....	69
V.9-Répartition arbitraire des débits.....	72
V.9.1- Principe de la méthode de HARDY-CROSS .....	72
V.9.2-Détermination des pertes de charges .....	72
V.9.3-Dimensionnement du réseau .....	73
V.10-Emplacement du réservoir .....	74
V.11- Détermination des paramètres hydrauliques du réseau .....	74
V.11.1-Cas de pointe .....	74
V.11.2-Cas de pointe+incendie .....	80
V.12- Plan d'installation des poteaux d'incendie .....	83
V.13-Conclusion .....	85

## **Chapitre VI : Pose des canalisations et accessoires**

VI.1-Introduction .....	87
VI.2-Pose de canalisation .....	87
VI.2.1-Principe de pose des canalisations .....	87
VI.2.2-Méthode de pose des canalisations .....	87
VI.3-Critère de choix des canalisations .....	90
VI.3.1-Choix de canalisation.....	90
VI.3.2-Prescriptions spéciales .....	90
VI.4- Technique de raccordement des conduites :(PVC, PEHD).....	91
VI.5- Les pièces spéciales.....	92
VI.6- Les accessoires en AEP .....	93
VI.6.1-Vannes/robinet-vannes .....	93
VI.6.2-Ventouse .....	93

VI.6.3-Poteaux et bouche d'incendie .....	93
VI.6.4-Vidange.....	93
VI.6.5-Vanne de régulation hydraulique.....	93
VI.6.6-Clapet anti retour .....	93
VI.7- Mesure de pression et de débit .....	94
VI.8- Conclusion.....	94
<b>Chapitre VII : Organisation de chantier et management de projet</b>	
VII .1- Introduction .....	96
VII .2- Etapes de la réalisation d'un réseau d'AEP .....	96
VII .3- Réalisation du tracé des tranchées sur le terrain .....	96
VII .4- Excavation des tranchées .....	96
VII .5- Confection du lit de pose .....	96
VII .6- Pose de conduites .....	97
VII .7- Epreuve de joint et de canalisation .....	97
VII .8- Les engins utilisés .....	97
VII .9- Les opérations pour la réalisation du réseau .....	97
VII .9.1- Calcul le volume de Décapage de la couche végétale .....	97
VII .9.2- Calcul de la profondeur de la tranchée Htr .....	98
VII .9.3- Calcul de la Largeur de la tranchée .....	98
VII .9.4- Calcul du volume de déblai .....	99
VII .9.5- Calcul du volume de sable pour le lit de pose .....	99
VII .9.6- Calcul du remblaiement des tranchées .....	100
VII .10- Calcule du réservoir.....	101
VII .10.1- Le diamètre extérieur .....	101
VII .10.2- Le volume de décapage .....	101
VII .10.3- Le volume de déblai .....	101
VII .10.4- Le volume de béton de propreté (sous radier) .....	101
VII .10.5- Volume de béton armé (radier) .....	102
VII .10.6- Le volume de béton armé des parois .....	102
VII .10.7- Le volume de béton armé de coupole .....	102

VII .11- Devis estimatif et quantitatives .....	103
VII .12- Planification des travaux .....	104
VII .12.1- Principe de la méthode du CPM .....	104
VII .12.2- Identification des tâches .....	104
VII .12.3- Application de la méthode du CPM .....	105
VII .12.4- Détermination du chemin critique .....	106
VII .13- Conclusion .....	108
Conclusion Générale .....	110

## Liste des tableaux

Tableau I.1 : Valeurs max, min et moyennes mensuelles de températures.....	6
Tableau I.2 : Pluviométrie moyennes mensuelles.....	6
Tableau I.3: Les vitesses moyennes horaires du vent.....	6
Tableau I.4 : Les caractéristiques des forges alimentant la zone d'étude.....	8
Tableau II.1 : Estimation de la population.....	10
Tableau II.2 : Demande en eau par strate de population.....	11
Tableau II.3 : Les besoins domestiques.....	11
Tableau II.4 : Besoins scolaire.....	11
Tableau II.5 : Besoins sanitaires.....	12
Tableau II.6 : Besoins administratifs.....	12
Tableau II.7 : Besoins sociaux culturels.....	12
Tableau II.8 : Besoins commerciaux.....	13
Tableau II.9 : Besoins totaux des équipements.....	13
Tableau II.10 : Le débit d'équipement à l'horizon futur.....	13
Tableau II.11 : Besoins totaux de l'agglomération.....	13
Tableau II.12 : Débit de fuite et gaspillage.....	14
Tableau II.13 : Consommation journalière à l'horizon actuel et futur.....	15
Tableau II.14: Consommation horaire à l'horizon actuel et futur.....	15
Tableau II.15: Consommation horaire 2024.....	16
Tableau II.16 : Consommation horaire 2054.....	17
Tableau II.17: Bilan de ressources en eau et les besoins.....	19
Tableau III.1 : Matériaux de conduites forment le réseau de distribution.....	21
Tableau III.2 : Caractéristique du réservoir 2000m3 (en service) .....	24
Tableau III.3 : Les débits aux nœuds.....	25
Tableau III.4 : Etat des arcs du réseau (vitesses et pertes de charges) .....	38
Tableau III.5 : Etat des nœuds du réseau (charges et pressions) .....	45
Tableau IV.1 : Détermination de la capacité du stockage actuel 2024.....	60
Tableau IV.2 : Détermination de la capacité du stockage futur 2054.....	61
Tableau IV.3 : Bilan de capacité de stockage.....	62
Tableau IV.4: caractéristique des réservoirs projetés.....	64
Tableau V.1 : Les débits aux nœuds.....	70

Tableau V.2 : Résultat de la répartition arbitraire.....	74
Tableau V.3 : Etat des arcs du réseau (vitesses et pertes de charges).....	75
Tableau V.4 : Etat des nœuds du réseau (charges et pressions).....	76
Tableau V.5 : Etat des arcs du réseau (vitesses et pertes de charges) en cas pointe+incendie..	80
Tableau V.6 : Etat des nœuds du réseau (charges et pressions) en cas pointe + incendie.....	81
Tableau VI.1 : Les pièces spéciales.....	92
Tableau VII.1: Calcul du volume de décapage.....	98
Tableau VII.2: Calcul du volume de déblai.....	99
Tableau VII.3: Calcul du volume de lit de sable.....	100
Tableau VII.4: Calcul du volume de remblai.....	100
Tableau VII.5: Les calculs des deux réservoirs.....	103
Tableau VII.6: Devis quantitatives et estimatif.....	103
Tableau VII.6 : Les taches de construction des deux réservoirs.....	104
Tableau VII.7 : Les taches de réalisation du réseau de distribution.....	105
Tableau VII.8 : Répartition des taches pour la construction des deux réservoirs.....	105
Tableau VII.9 : Répartition des taches pour le réseau de distribution.....	105

## Liste des figures

Figure I.1 : Plan de découpage de secteurs et de sous-secteurs de la ville de khenchela.....	3
Figure I.2 : Situation géographique du secteur R3 .....	4
Figure I.3 : Plan de la topographie Du secteur R3.....	5
Figure I.4 : Carte de zonage sismique du territoire national.....	7
Figure II.1: Graphique de la consommation journalière (2024) .....	17
Figure II.2: Courbe de la consommation cumulée.....	17
Figure II.3: Graphique de la consommation journalière (2054) .....	18
Figure II.4: Courbe de la consommation cumulée.....	19
FigureIII.1 : Les conduites en fonte et en pvc avec des problèmes de fuites.....	22
FigureIII.2 : Etat des réservoirs de l'agglomération.....	23
Figure III.3 : Distribution des vitesses dans le réseau existant.....	45
Figure III.4 : Distribution des pressions dans le réseau existant.....	51
Figure III.5 : Etat des pressions et vitesses au réseau existant Cas de pointe l'horizon 2054..	53
Figure IV.1 : Equipement du réservoir.....	59
Figure V.1 : Schéma d'un réseau ramifié.....	66
Figure V.2 : Schéma d'un réseau maillé.....	66
Figure V.3 : Schéma d'un réseau mixte.....	67
Figure V.4 : Schéma d'un réseau étagé.....	67
Figure V.5 : Distribution des pressions dans le cas de pointe.....	79
Figure V. 6 : Distribution des vitesses dans le cas de pointe.....	78
FigureV.7 : Résultats de simulation de vitesses et pressions pour le cas de Pointe.....	79
Figure V.8 : Distribution des pressions dans le cas de pointe plus incendie.....	83
Figure V.9 : Distribution des vitesses dans le cas de pointe plus incendie.....	83
Figure V.10 : Résultats de simulation de vitesses et pressions pour le cas de (Pointe + incendie).....	84
FigureVI.1 : Pose de canalisation dans un terrain ordinaire (SALAH B., 2014).....	87
Figures VI.2 : Les élargissement de la tranchée.....	88
Figures VI.3 : Pose de canalisations dans un terrain marécageux.....	89
Figure VII .1 : Réseaux à nœuds et calcul du temps de réalisation des deux réservoirs.....	107
Figure VII .2:Réseaux à nœuds et calcul du temps de réalisation du réseau de distribution..	108

## **Liste des planches**

- Plan de masse avec réseau de distribution d'eau potable existant.
- Plan de masse avec réseau de distribution d'eau potable projeté.
- Profil en long de la conduite de distribution.
- Accessoires en AEP.

# **Introduction Générale**

### **Introduction Générale :**

L'eau est une ressource naturelle précieuse et indispensable à la vie, au développement et au progrès social et économique. Sa gestion adéquate est cruciale pour garantir un approvisionnement en eau potable de bonne qualité, à la pression adéquate et en quantité suffisante, conformément aux normes de consommation.

À Khenchela, dans le secteur R3, une pénurie d'eau persistante est observée malgré l'existence d'infrastructures de distribution apparemment fonctionnelles. Ce problème est exacerbé par des anomalies dans le système de distribution d'énergie, ce qui compromet l'efficacité globale du réseau.

Pour résoudre cette problématique, il est essentiel de réaliser un diagnostic approfondi du système de distribution d'eau. Ce diagnostic permettra d'identifier les défaillances et de proposer des solutions adaptées. Le logiciel Epanet sera utilisé pour effectuer des diagnostics fonctionnels, avec une vision d'avenir orientée vers la modernisation du réseau.

L'objectif final est de rénover le réseau de distribution pour répondre plus efficacement aux besoins en eau actuels et futurs de la région. En améliorant l'infrastructure et en optimisant la gestion de l'eau, il sera possible de garantir un approvisionnement fiable et durable pour les habitants de secteur R3.

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

# Chapitre I : présentation de la zone d'étude

## I.1-Introduction :

Ce chapitre vise à étudier le site afin de connaître toutes ses caractéristiques et les facteurs qui influencent la conception du projet du point de vue géographique, climatique, démographique et hydraulique. L'objectif est d'assurer une distribution efficace de l'eau potable pour satisfaire les besoins de la région.

## I.2-Situation générale de la zone :

La ville de Khenchela est située à environ 490 kilomètres au nord-est d'Algérie, dans la région des Aurès, à une altitude moyenne de 1 122 mètres. Elle est divisée en trois secteurs. Le secteur concerné par cette étude est le secteur R3, qui est composé de trois sous-secteurs répartis sur une superficie de 1,49 km<sup>2</sup>.

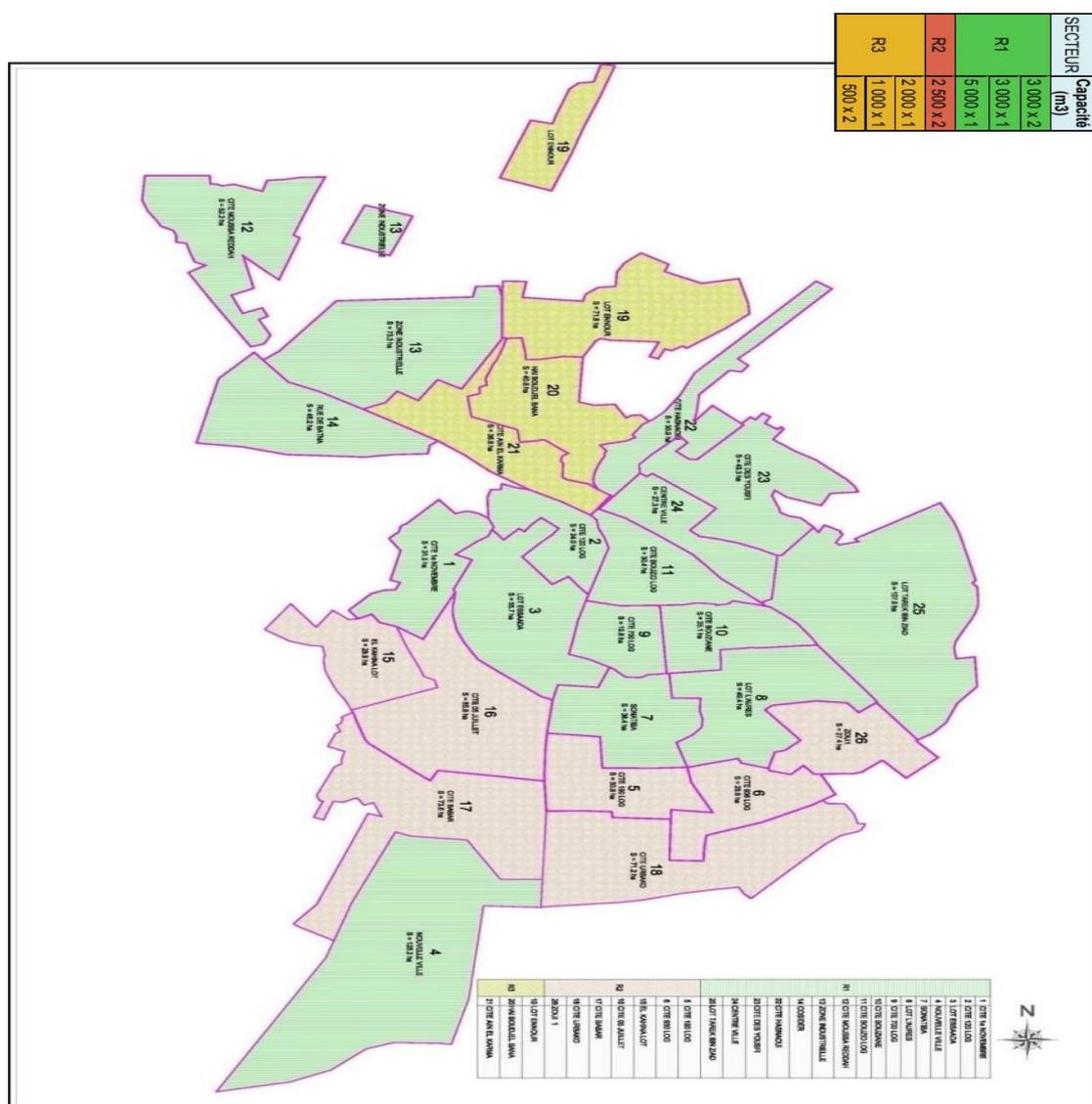


Figure I.1 : plan de découpage de secteurs et de sous-secteurs de la ville de Khenchela.[1]

### I.3-Situation géographique :

La Wilaya se caractérise par trois régions naturelles distinctes : les hautes plaines au Nord (couvrant 15% du territoire), la zone montagneuse occupe les parties centrale et ouest de la wilaya (36%) et la zone steppique et saharienne qui couvre la moitié Sud de la Wilaya avec 49% de la superficie totale (région à vocation pastorale).

Le secteur R3 situer au nord-est de la ville de khenchela, il est limité au sud par cité 120 log, cité Bouzid, centre-ville de Khenchela, à l'Est cité Hasnaoui, à l'Ouest la zone industrielle, la route de Batna et au nord par la commune de Baghaï.

Le secteur R3 est constitué de 3 sous-secteurs :

- Hai Boudjelbana
- Cité Ain el karma
- Lot Ennour

Ce dernier a pour coordonnées géographiques :

Latitude : 35°26'11"Nord

Longitude : 7°08'17"Est



Figure I.2 : Situation géographique du secteur R3 (google earth)

## I.4-Situation topographique

L'analyse de la topographie de la ville de Khenchela a pour but de comprendre le réseau de distribution existant. L'altitude est comprise entre 1000 et 1221 mètres. La partie occidentale de la ville, où se trouve le lotissement (128 logements), constitue le point culminant. Le relief s'adoucit progressivement vers l'est, avec une altitude décroissante. Le secteur R3 a une altitude moyenne de 1108m.

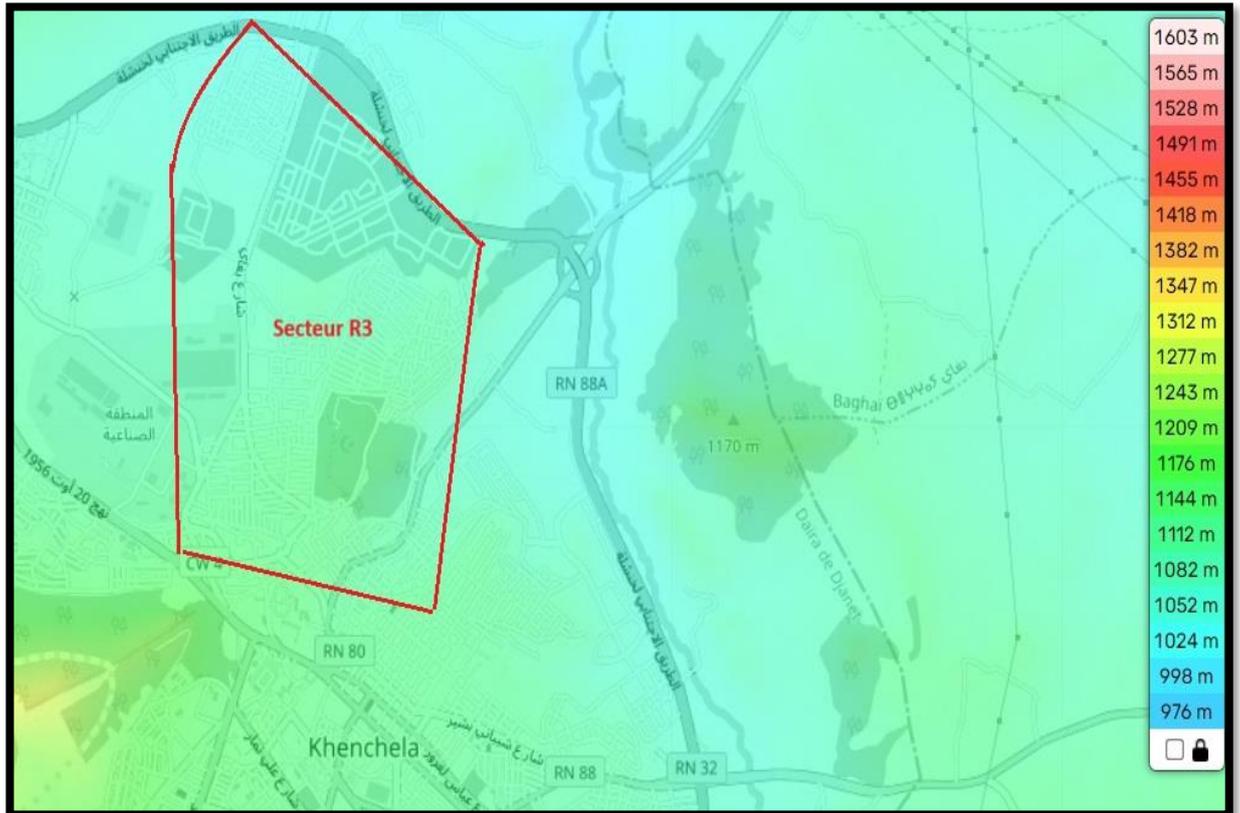


Figure I.3 : Plan de la topographie de la ville de Khenchela (OpenStreetMap)

## I.5-Situation climatique :

### I.5.1-Climat :

Le climat de la région de Khenchela est de type méditerranéen, traduisant un hiver froid et pluvieux et un été chaud et sec. Il est semi-aride sur les hauts plateaux au nord, continental sur la région montagneuse au centre, aride sur l'Atlas saharien au sud.

### I.5.2-Température :

Les mesures des températures moyennes sur une période de 10 ans (1995-2005) sont résumées dans le tableau suivant :

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

**Tableau I.1 :** Valeurs max, min et moyennes mensuelles des températures.

Année	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout	moy
T° <sub>moy,max</sub>	27.1	24	15.8	11.6	10.8	12.5	16.4	19.8	25.5	31.1	34.4	33.8	21.9
T° <sub>moy,min</sub>	15.1	12	6.5	3.5	2.8	2.4	5	7.5	11.8	16	18.7	18.7	10
T° <sub>moy</sub>	21.1	18	11.15	7.55	6.8	7.45	10.75	13.65	18.65	23.5	26.5	26.25	15.95

*Source (DRE KHENCHELA 2024)*

### I.5.3-Pluviométrie :

Khenchela connaît des variations saisonnières modérées en ce qui concerne les précipitations de pluie mensuelles. Chutes de pluie au cours de l'année à Khenchela. Le mois le plus pluvieux à Khenchela est septembre, avec une chute de pluie moyenne de 47millimètres. Le mois le moins pluvieux à Khenchela est juillet, avec une chute de pluie moyenne de 17 millimètres.

**Tableau I.2 :** pluviométrie moyennes mensuelles (2000-2021).

Année	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout
Moyenneç (mm)	47.87	29.69	31.16	33.86	37.29	28.51	43.05	41.19	41.93	20.94	17.73	23.48

*Source (DRE KHENCHELA 2024)*

### I.5.4-Neige :

Nous considérons l'accumulation de neige sur une période glissante de 31 jours centrée sur chaque jour de l'année. Khenchela connaît une variation saisonnière modérée en termes de chute de neige mensuelle.

La période neigeuse de l'année dure 1,5 mois, du 22 décembre au 9 février, avec une chute de neige sur une période glissante de 31 jours d'au moins 25 millimètres. Le mois le plus enneigé à Khenchela est janvier, avec une chute de neige moyenne de 39 millimètres. (Source : DRE KHENCHELA 2024)

### I.5.5-Vent :

La vitesse horaires moyenne du vent à Khenchela connaît une variation saisonnière modérée au cours de l'année.

**Tableau I.3:** Les vitesses moyennes du vent.

Année	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout	Moy
Vent (m/s)	3.1	3	3.8	3.8	3.7	4	4	4.5	3.9	3.5	3.4	3.3	3.66

*Source (DRE KHENCHELA 2024)*

La période de vent la plus forte s'étend de février à avril avec des vitesses allant de 4 m/s à 4,5 m/s et la période la plus calme s'étend de mai à décembre avec des vents faibles.

### I.6-La géologie et la sismicité de la zone d'étude :

La ville de Khenchela est construite au pied des contreforts du massif de l'Aurès, elle est dominée à l'ouest par le mont Ras Sardhoun à 1263 mètres. À l'est, elle est bordée par l'Oued Baghaï.

Le terrain d'étude représente une grande disposition su tabulaire suivant la direction (Nord-est/sud-est), Il est occupé :

- Au centre par un remplissage alluvionnaire d'âge quaternaire composé de gravier, cailloutis de calcaire et de marnes.
- Au la bordure par les formations carbonatées à faciès des marnes et des calcaires d'âge crétacé inférieur et supérieur.
- L'examen de la série stratigraphique a permis de distinguer des grande Formations perméables susceptibles d'être aquifères.
- Les alluvions à éléments grossiers du remplissage quaternaire qui pouvaient représenter un petit lac souterrain alimenté à partir des calcaires du crétacé.
- Les calcaires Aptiens se situent sur des failles à failles, sur des fractures des Marnes sous-jacents (Ain fringuel, Ain chabour et Ain silén).[1]

#### I.6.1-Sismicité :

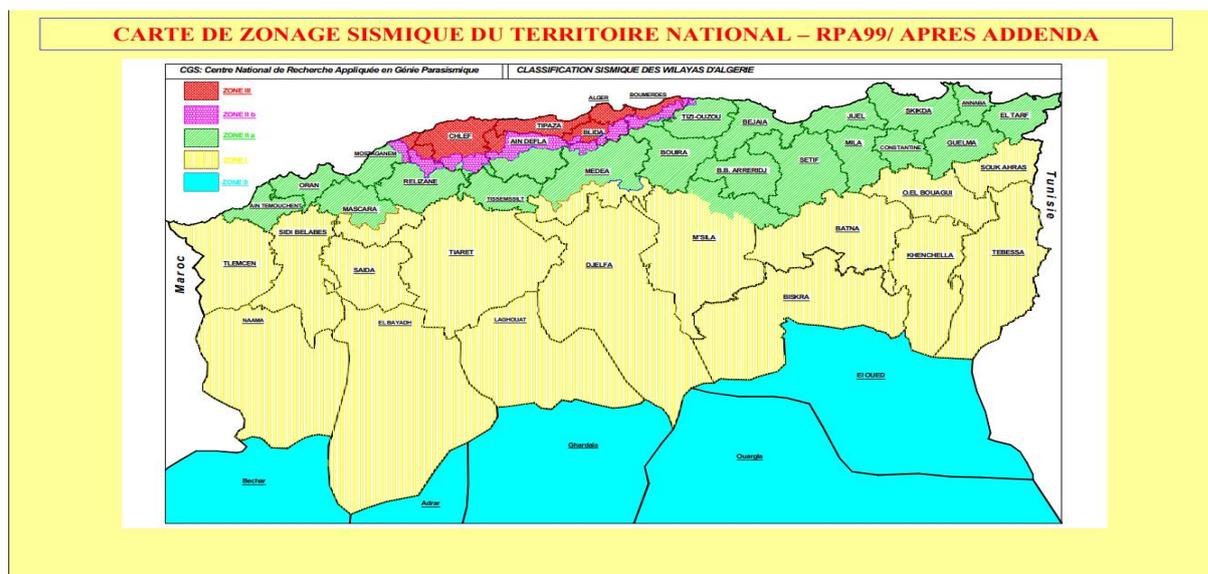


Figure I.4 : Carte de zonage sismique du territoire national [2]

La carte montre que notre zone d'étude est située dans une zone I. Elle a une sismicité faible.

### I.7-Population :

La population du secteur R3 est de 29342habitants, elle représente 18.29% de la population totale de la ville de kenchela (2024). (Source : A.P.C)

### I.8-Situation hydraulique :

#### I.8.1-Adduction :

Le secteur R3 est alimenté gravitairement par un réservoir au sol R3 avec une capacité de 2000m<sup>3</sup> et une cote de 1169m, l'alimentation de ce réservoir est assurée par les forages de Beggaga.

L'eau souterraine est transférée et capturée depuis des forages situés à Beggaga jusqu'à le réservoir R3. La longueur des conduites entre la station de pompage BEGGAGA1 et BEGGAGA2 est de 9 044m tandis que celle entre BEGGAGA2 et le réservoir R3 est de 5 056m. Le diamètre est tous de D350 et la longueur totale des conduites est de 14 100m.

Le système d'adduction de Beggaga contient 5 forages, ses caractéristiques sont présentées tableau n°4 :

**Tableau I.4** : Les caractéristiques des forges alimentant la zone d'étude.

	<b>Forages</b>	<b>Année de réalisation</b>	<b>Profondeur (m)</b>	<b>Débits (l/s)</b>
01	Forage F02	1970	125	22
02	Forage F03	2000	100	25
03	Forage F08	2003	150	23
04	Forage F09	2002	165	20
05	Forage F10	2011	160	25

*Source (DRE KENCHELA)*

#### I.8.2-Distribution :

Le réseau de distribution du site R3 est structuré de manière ramifiée, ce qui signifie qu'il est composé de plusieurs branches principales et secondaires interconnectées, Avec une longueur totale de 29 441 mètres linéaires, ce réseau complexe se distingue par son utilisation variée de matériaux (fonte, acier, PEHD, PVC).

### I.9-Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons décrit le secteur R3, caractérisé par un climat méditerranéen, avec des étés chauds et des hivers froids. La région présente une pente moyenne et une faible sismicité. L'approvisionnement en ressources est assuré par un champ de captage, tandis que le réseau de distribution est de type ramifié.

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

### II.1-Introduction :

Ce chapitre fournit des informations relatives à la zone d'étude en ce qui concerne l'alimentation en eau potable actuelle et future. Lors du calcul des besoins en eau potable, il est nécessaire d'évaluer les effectifs à desservir, c'est-à-dire la population concernée par le réseau afin de déterminer les besoins en eau éventuels. Afin d'évaluer les besoins en eau potable actuels et futurs, il est nécessaire de prendre en compte les besoins de la population résidente, les besoins des équipements publics et sociaux, ainsi que les besoins des particuliers.

### II.2-Estimation de la population future :

Pour une estimation de la population future, on calcule les besoins en eau potable à long terme, dans cette étude nous travaillons à un horizon de 30 ans (n=30) et un taux d'accroissement de 2,5% (source A.P.C). L'estimation se fait par la formule des intérêts composés :

$$P_n = P_0 (1 + \tau)^n \dots\dots\dots II.1$$

- P<sub>n</sub>: la population à l'horizon de calcul.
- P<sub>0</sub>: Population à l'année de référence (2024).
- τ : Taux d'accroissement de la population en %
- n : Nombre d'années séparant les deux horizons (n=30)

**Tableau II.1** : Estimation de la population.

Horizon	Actuel	Long terme
Année	2024	2054
Taux d'accroissement %	2,5	2,5
Population	29342	61547

### II.3-Estimation des besoins en eau :

#### II.3.1-Consommation moyenne journalière :

La consommation moyenne journalière est le produit de nombre d'habitant et la dotation, elle est calculée par cette relation :

$$Q_{moyj} = \frac{Dot \cdot N_u}{1000} \quad [m^3/j] \dots\dots\dots II.2$$

- Dot : dotation de la population en (l/j/unité)
- N<sub>u</sub> : nombre d'unité
- Q<sub>moyj</sub> : consommation moyenne journalière

#### II.3.2-Catégories des besoins :

La consommation globale en eau potable varie en fonction du type de consommateur, elle englobe les différentes catégories de consommations suivantes :

- Les Besoins domestiques

## Chapitre II : Estimation des besoins en eau

- Les besoins des équipements publics
- Les Besoins sanitaires
- Les Besoins scolaires
- Les Besoins commerciaux
- Les Besoins socioculturels et sportifs.
- Les Besoins administratifs.
- Les besoins industriels.

### II.3.3-Les besoins domestiques :

Cette consommation varie en fonction de plusieurs facteurs : le niveau de vie, les habitudes, la disponibilité de l'eau, le climat, le prix de l'eau. La source des dotations présentées dans le tableau II.2 est la DRE.

**Tableau II.2 :** Demande en eau par strate de population

Population	Dotation
>50000 habitants	200l/j/hab
De 20 000 à 50 000 hab	150 l/j/hab
De 10 000 à 20 000 hab	100 l/j/hab
< 10 000 hab.	85 l/j/hab.

**Tableau II.3 :** Les besoins domestiques.

Année	Population	Dotation(L/j/habitant)	Cons moyj(m <sup>3</sup> /j)
2024	29342	150	4401,3
2054	61547	200	12309,4

### II.3.4-Les besoins des équipements publics :

#### A. Les besoins scolaires :

Les besoins éducatifs seront calculés en prenant la dotation égale à 10l/j/unité (source : DRE) et présentés dans le tableau II.4:

**Tableau II.4 :** Besoins scolaire.

Désignations	Nombre d'unité (élèves)	Dotation (L/j/élèves)	Cons moyj(m <sup>3</sup> /j)
9 primaires	1800	10	18
5 Cems	1600	10	16
1 lycée	700	10	7
		Total	41

## Chapitre II : Estimation des besoins en eau

### A. Les besoins sanitaires :

Les besoins sanitaires seront calculés en prenant la dotation égale à 100l/j/unité (source : DRE) et présentés dans le tableau II.5:

Tableau II.5 : Besoins sanitaires.

Equipement	Nombre d'unité(lit)	Dotation(L/j/lit)	Cons moy,j(m <sup>3</sup> /j)
Centre médicale	75	100	7,5

### B. Les besoins administratifs :

Les besoins administratifs seront calculés en prenant la dotation égale à 10l/j/unité (source : DRE) et présentés dans le tableau II.6:

Tableau II.6 : Besoins administratifs.

Désignations	Nombre d'unité (employé)	Dotation (L/j/employé )	Cons moyj(m <sup>3</sup> /j)
Annex APC	50	10	0,5
Siège de la wilaya	100	10	1
Bureau de poste de Boujalbana	25	10	0,25
Direction de la culture Khenchela	28	10	0,28
Direction des équipements publics DEP khenchela	20	10	0,2
Direction de la protection civil DPC Khenchela	22	10	0,22
		Total	2,45

### C. Les besoins sociaux culturels :

On prend la dotation 5l/j/unité (source : DRE), les calculs sont présentés dans le tableau II.7:

Tableau II.7 : besoins sociaux culturels.

Désignations	Nombre d'unité	Dotation (L/j/unité)	Cons.moyj(m <sup>3</sup> /j)
4 mosquées	3200 fidèles	5	16
2 maisons de jeune	80 personnes	5	0,4
		Total	16,4

### D. Les besoins commerciaux :

Nous adoptons les dotations (source : DRE) suivantes :

- Pour les restaurants et les cafés on prend 5 l/j/unité
- Pour la douche 50 l/j/personne

- Pour la station de lavage 120l/j/voiture

**Tableau II.8:** besoins commerciaux.

Equipement	Nombre d'unité	Dotation (L/j/unité)	Cons.moyj (m <sup>3</sup> /j)
3 restaurants	600 repas	5	3
3 cafés	900 personnes	5	4,5
1 douche	50 personnes	50	2,5
2 stations de lavage	40 voitures	120	4,8
Total			14,8

### E. Les besoins industriels :

Il n'existe aucune activité industrielle dans le secteur R3 de khenchela

### II.3.5-Les besoins totaux de l'agglomération :

Les besoins totaux des équipements actuels sont présentés dans le tableau II.9:

**Tableau II.9 :** Besoins totaux des équipements.

Catégories de consommateurs	Consommation journalière (m <sup>3</sup> /j)
Besoins scolaires	41
Besoins sanitaires	7,5
Besoins administratifs	2,45
Besoins socioculturels	16,4
Besoins commerciaux	14,8
Total	82,15

Etant donné que nous n'avons aucune information concernant les équipements à l'horizon futur, nous proposons une majoration de 30% du débit moyen journalier de consommation. (Source DRE)

**Tableau II.10 :** Le débit d'équipement à l'horizon futur.

Horizon	Taux de croissance	Q <sub>moy,j</sub> (m <sup>3</sup> /j)
2054	30%	106,8

Les besoins totaux de l'agglomération sont présentés dans le tableau II.11 :

**Tableau II.11 :** Besoins totaux de l'agglomération.

Horizon	Besoins domestiques (m <sup>3</sup> /j)	Besoins équipements (m <sup>3</sup> /j)	Besoins totaux (m <sup>3</sup> /j)
2024	4401,3	82,15	4483,4
2054	12309,4	106,8	12416,2

Il est nécessaire de faire une majoration de 15% du débit moyen journalier futur (pour les fuites et le gaspillage)

**Tableau II.12 : Débit de fuite et gaspillage.**

Horizon	$Q_{moy,j}$ (m <sup>3</sup> /j)	Débit de fuite (m <sup>3</sup> /j)	Débit total (m <sup>3</sup> /j)
2054	12416,2	1862,4	14278,6

**II.4-Variations de la consommation journalière :**

La consommation subit des fluctuations durant la journée, Ces fluctuations sont caractérisées par un coefficient d'irrégularité  $K_{max}$  et  $K_{min}$ .

**II.4.1-Débit maximal journalier :**

Il s'agit de la quantité maximale d'eau par jour tout au long de l'année. Il est caractérisé par  $K_{max,j}$  coefficient d'irrégularité journalier maximum.

Défini comme :

$$Q_{max,j} = K_{max,j} * Q_{moy,j} \text{ [m}^3\text{/j]} \dots\dots\dots \text{II.3}$$

Tel que :

$K_{max,j}=[1,1 ;1,3]$  , on prend  $K_{max,j}=1,3$

**II.4.2-Débit minimal journalier :**

Il s'agit de la quantité minimale d'eau par jour tout au long de l'année. Il est caractérisé par  $K_{min,j}$  coefficient d'irrégularité journalier minimum.

Défini comme :

$$Q_{min,j} = K_{min,j} * Q_{moy,j} \text{ [m}^3\text{/j]} \dots\dots\dots \text{II.4}$$

Tel que :

$K_{min,j}=[0,7 ;0,9]$  on prend  $K_{min,j}=0,85$

**Tableau II.13 : Consommation journalière à l'horizon actuel et futur.**

Horizon	$Q_{moy,j}$ (m <sup>3</sup> /j)	$K_{max,j}$	$Q_{max,j}$ (m <sup>3</sup> /j)	$K_{min,j}$	$Q_{min,j}$ (m <sup>3</sup> /j)
2024	4483,4	1,3	5828,5	0,85	3810,9
2054	14278,6	1,3	18562,2	0,85	12136,8

**II.5-Variations de la consommation horaire :**

**II.5.1- Débit moyen horaire :**

Il s'agit de la quantité moyenne d'eau par heure tout au long de la journée la plus chargé de l'année.

Il est défini par la relation suivante :

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

**II.5.2-Consommation maximale horaire :**

Il s'agit de la quantité maximale d'eau par heure tout au long de la journée la plus chargée de l'année, il est caractérisé par  $K_{max,h}$  coefficient d'irrégularité de la consommation horaire maximale qui est représenté par la relation suivante :

$$K_{max,h} = \alpha_{max,h} * \beta_{max,h} \dots\dots\dots II.6$$

Tel que :

$\alpha_{max}$  : c'est un coefficient qui dépend des habitudes et confort des habitants, il est entre 1,2 et 1,5.

On prend  $\alpha_{max}=1.4$

$\beta_{max}$  : c'est un coefficient qui dépend de l'évolution des habitants.

- Pour une population de 20000 à 30000 on a  $\beta_{max} = [1,2 ; 1,15]$ . On prend pour l'horizon 2024  $\beta_{max}=1,16$
- Pour une population de 30000 à 100000 on a  $\beta_{max} = [1,15 ; 1,1]$   
Donc  $\beta_{max}=1,1$  (horizon 2054).

Débit maximum horaire est :

$$Q_{max,h} = K_{max,h} * Q_{moy,h} \quad [m^3/h] \dots\dots\dots II.7$$

**II.5.3-Consommation minimale horaire :**

Il s'agit de la quantité minimale d'eau par heure tout au long de la journée la plus chargée de l'année, il est caractérisé par  $K_{min,h}$  coefficient d'irrégularité de la consommation horaire minimale qui est représenté par la relation suivante :

$$K_{min,h} = \alpha_{min,h} * \beta_{min,h} \dots\dots\dots II.8$$

Tel que :

$\alpha_{min}$ : c'est un coefficient qui dépend des habitudes et confort des habitants, il est entre 0,4 et 0,6.

On prend  $\alpha_{min}=0,5$

$\beta_{min}$  : c'est un coefficient qui dépend de l'évolution des habitants.

- Pour une population de 20000 à 30000 on a  $\beta_{min} = [0,5 ; 0,6]$ . On prend pour l'horizon 2024  $\beta_{min}=0,6$
- Pour une population de 30000 à 100000 on a  $\beta_{min} = [0,6 ; 0,63]$   
Donc  $\beta_{min}=0,61$  (horizon 2054)

Débit minimum horaire est :

$$Q_{min,h} = K_{min,h} * Q_{moy,h} \quad [m^3/h] \dots\dots\dots II.9$$

**Tableau II.14:** Consommation horaire à l'horizon actuel et futur.

Colonne1	Qmoy h	kmax h	Qmax h	kminh	Qminh
2024	242,9	1,62	394,4	0,3	72,9
2054	773,4	1,54	1191,1	0,305	235,9

### II.6-Consommation horaire de l'agglomération en fonction du nombre d'habitant :

Un régime de consommation d'une agglomération est variable en fonction de la population, il est calculé par la relation suivante :

$$Q_h = \frac{ch\%}{100} * Q_{max,j} \quad [m^3/h] \dots\dots\dots II.10$$

Q<sub>h</sub>: débit horaire

Ch% : pourcentage horaire, la répartition de ce dernier est choisie selon le nombre d'habitant

Donc :

- Pour l'horizon 2024 on a choisis la répartition de 10001 à 50000 hab (P<sub>2024</sub>=29342)
- Pour l'horizon 2054 on a choisis la répartition de 50001 à 100000 hab (P<sub>2054</sub>=61547)

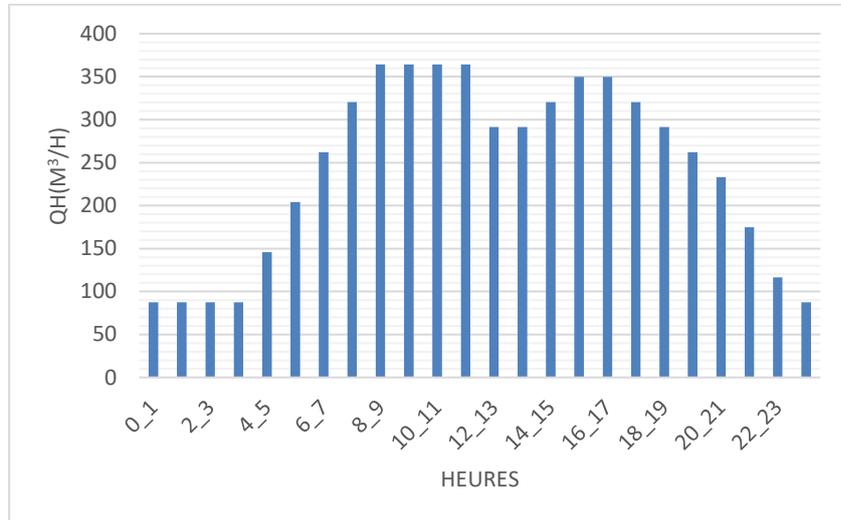
#### II.6.1-Régime de consommation de l'agglomération en 2024 :

**Tableau II.15:** Consommation horaire 2024.

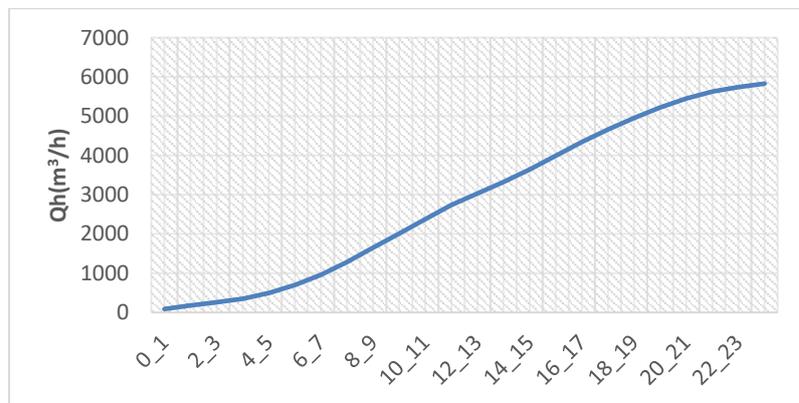
Heures	Agglomération		Cumule	
	Consommation horaire (%)	Q <sub>h</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Ch cumulé (%)	Q <sub>h</sub> cumulé (m <sup>3</sup> /h)
0_1	1,5	87,427	1,5	87,427
1_2	1,5	87,427	3	174,855
2_3	1,5	87,427	4,5	262,282
3_4	1,5	87,427	6	349,709
4_5	2,5	145,712	8,5	495,421
5_6	3,5	203,997	12	699,418
6_7	4,5	262,282	16,5	961,700
7_8	5,5	320,567	22	1282,267
8_9	6,25	364,280	28,25	1646,547
9_10	6,25	364,280	34,5	2010,827
10_11	6,25	364,280	40,75	2375,108
11_12	6,25	364,280	47	2739,388
12_13	5	291,424	52	3030,812
13_14	5	291,424	57	3322,236
14_15	5,5	320,567	62,5	3642,803
15_16	6	349,709	68,5	3992,512
16_17	6	349,709	74,5	4342,221
17_18	5,5	320,567	80	4662,788
18_19	5	291,424	85	4954,212
19_20	4,5	262,282	89,5	5216,494
20_21	4	233,139	93,5	5449,633
21_22	3	174,855	96,5	5624,488
22_23	2	116,570	98,5	5741,058
23_24	1,5	87,427	100	5828,485

On trouve :

- $Q_{\max h} = 364,280 \text{ m}^3/h$  entre 8h et midi
- $Q_{\min h} = 87,427 \text{ m}^3/h$  entre 23h et 4h du matin



**Figure II.1:** Graphique de la consommation horaire en 2024



**Figure II.2:** Courbe de la consommation cumulée en 2024

### II.6.2-Régime de consommation de l'agglomération en 2054 :

Heures	Agglomération		Cumule	
	Ch(%)	Qh	Ch cumulé (%)	Qh (m3/h)
0_1	3	556,9	3	556,9
1_2	3,2	594,0	6,2	1150,9
2_3	2,5	464,1	8,7	1614,9
3_4	2,6	482,6	11,3	2097,5
4_5	3,5	649,7	14,8	2747,2

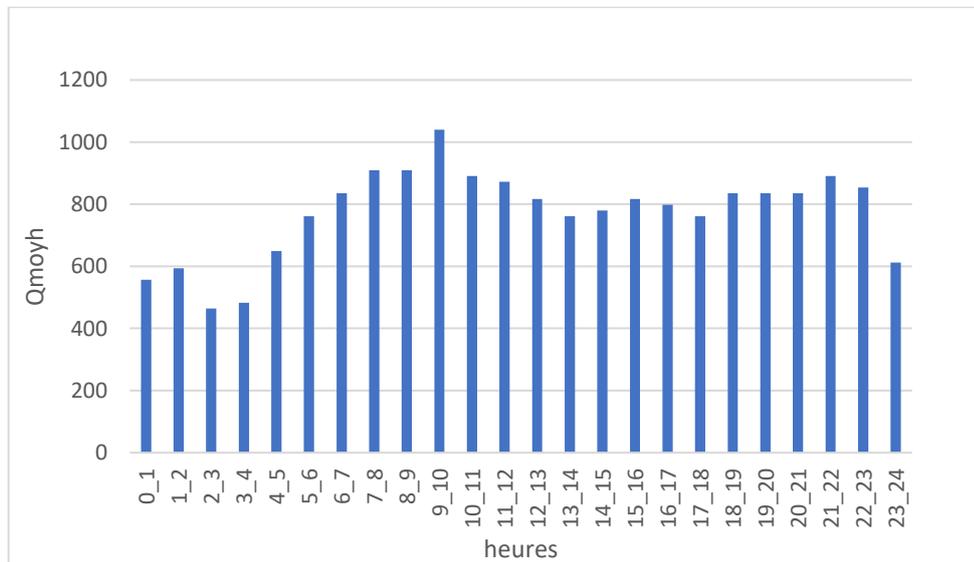
## Chapitre II : Estimation des besoins en eau

5_6	4,1	761,1	18,9	3508,3
6_7	4,5	835,3	23,4	4343,6
7_8	4,9	909,5	28,3	5253,1
8_9	4,9	909,5	33,2	6162,7
9_10	5,6	1039,5	38,8	7202,1
10_11	4,8	891,0	43,6	8093,1
11_12	4,7	872,4	48,3	8965,5
12_13	4,4	816,7	52,7	9782,3
13_14	4,1	761,1	56,8	10543,3
14_15	4,2	779,6	61	11322,9
15_16	4,4	816,7	65,4	12139,7
16_17	4,3	798,2	69,7	12937,9
17_18	4,1	761,1	73,8	13698,9
18_19	4,5	835,3	78,3	14534,2
19_20	4,5	835,3	82,8	15369,5
20_21	4,5	835,3	87,3	16204,8
21_22	4,8	891,0	92,1	17095,8
22_23	4,6	853,9	96,7	17949,7
23_24	3,3	612,6	100	18562,2

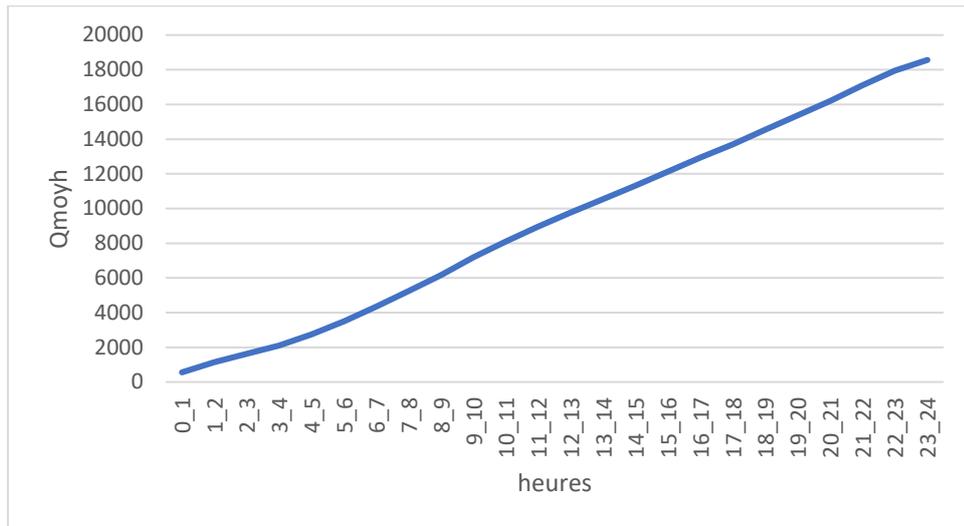
**Tableau II.16 :** Consommation horaire 2054.

On trouve :

- $Q_{\max h} = 1039,5m^3/h$
- $Q_{\min h} = 464,1m^3/h$



**Figure II.3:** Graphique de la consommation horaire en 2054.



**Figure II.4:** Courbe de la consommation cumulée en 2054

### II.7-Bilan de ressources en eau et les besoins pour l'horizon 2024 jusqu'à 2054 :

Il est important de s'assurer que les ressources de notre ville répondent aux besoins en eau actuels et futurs.

**Tableau II.17:** Bilan de ressources en eau et les besoins.

Horizon	2024	2054
Besoin journalière(m <sup>3</sup> /j)	5828,48	18562,21
Production (m <sup>3</sup> /j)	9936	9936
Bilan (m <sup>3</sup> /j)	4107,51	-8626,21

Selon l'évaluation de la demande en eau potable et du volume de production pour le capital :

- Actuellement les ressources sont suffisantes.
- A l'horizon futur 2054 les ressources ne deviennent pas suffisantes, donc on doit chercher de nouvelles ressources pour satisfaire les besoins futurs.

### II.8-Conclusion :

Ce chapitre vise à faire une estimation des besoins en eau afin de déterminer les débits journaliers et horaires de notre zone d'étude.

Après avoir effectué un bilan des ressources en eau, nous avons constaté qu'il était nécessaire de rechercher une nouvelle source afin de garantir l'approvisionnement futur.

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

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

### III.1-Introduction :

A travers ce chapitre nous présenterons les diagnostics physique et hydraulique du réseau de notre agglomération qui est de type ramifié. Ces types de diagnostics nous permettent de donner des informations sur l'état du réseau notamment en cours de son fonctionnement. Selon les informations recueillis, ce réseau présente des anomalies physiques et hydrauliques que nous allons présenter à travers ce chapitre.

### III.2-Diagnostic physique :

#### III.2.1-Etat des conduites :

Durant l'examen physique de notre système d'AEP, il a été constaté que le réseau de distribution suscitée est formé de conduites de diamètres et de matériaux diversifiés de longueurs très variables (acier, fonte, PVC, PEHD). Les raccords entre les conduites de ces différents matériaux mal confectionnés et présente souvent des fuites. Certains joints de raccordement présentent des dislocations résultant des tassements différentiels de terrains. Quelques examens sur les excavations montrent que les parois externes sont rouillées. Le tableau ci-contre présente les différents matériaux de la conduite en fonction de la longueur.

Tableau III.1 : Matériaux de conduites forment le réseau de distribution.

Diamètre(mm)	Acier	Fonte	PEHD	PVC	Total
63	170,7		208,6	13426,1	13 805,40
75-90			121,2	6 493,30	6 614,50
100-114				3 795,90	3 795,90
125				1 062,40	1 062,40
150-160	215,9		146,1	845,20	1 207,20
200		105		733,23	838,23
250				5	5,00
300-315	198,8	330,6			529,40
350	32,1	878,5			910,60
400		8,5			8,50
500		664,3			664,30
<b>Total</b>	617,5	1 986,90	475,9	26 361,13	29 441,43

Source (DRE KHENCHELA)

- La longueur totale des conduites de distribution est de 29 441,43m.
- Il a été constaté que le matériau dominant dans le réseau est le PVC avec un pourcentage de 94.6%.

Quelques anomalies constatées au niveau du réseau :

### A. Cas des conduites en PVC

- Endommagé par un choc, provoquant de multiples fuites d'eau.
- L'assemblage de ce type de matériau se fait par :
  - Emboîtement à la colle, périssable au bout d'un certain temps
  - Emboîtement mécanique très sensible aux vibrations

### B. Cas des conduites en Fonte

Les canalisations en fonte du réseau de distribution de la zone 3 sont vétustes, datant de plus de 30 ans. Leur état est très dégradé et les réparations sont complexes, nécessitant des pièces spécifiques.



**FigureIII.1** : les conduites en fonte et en pvc avec des problèmes de fuites. (2024)

### III.2.2-Etat des réservoirs existants :

Le système d'alimentation de ladite agglomération comprend 3 réservoirs de type sur sol (FigureIII.3) à savoir :

- Le réservoir de volume 1000 m<sup>3</sup> d'un état très vétuste et ne fonctionne pas
- Le réservoir jumelé de volume 2\*500 m<sup>3</sup> est également en mauvais état et ne fonctionne pas
- Le réservoir de volume 2000 m<sup>3</sup> d'un état moyen qui alimente lui seul l'agglomération.



**Figure III.2** : état des réservoirs de l'agglomération (2024)

### **A. Les problèmes rencontrés au niveau des réservoirs :**

- Le réservoir de volume 2000m<sup>3</sup> ayant été réalisé il y a plus de 34 ans, il présente quelques fissures et détériorations.
- Il n'y a pas de système d'isolation des eaux de pluie, il existe donc un risque que les vannes et les locaux des débitmètres soient inondés en cas de fortes pluies.
- La désinfection se fait manuellement en présence d'une surveillance. Il est nécessaire d'installer un injecteur des produits chimiques qui fonctionne automatiquement.
- Les anciennes canalisations et vannes sont dans un état de délabrement.
- Absence des équipements de mesure tels que le capteur de niveau d'eau, l'affichage du PH ou du chlore résiduel.
- La clôture est toujours utilisable, mais elle n'est pas assez haute pour protéger le bâtiment des personnes.
- Les escaliers et parapets en acier installés à l'intérieur des réservoirs pour l'entretien et les réparations sont endommagés.

### **B. Les recommandations :**

Le réservoir en question nécessite une réhabilitation qui consiste à :

- Colmatage des fissures apparentes avec enduit de ciment de propreté.
  - Rénovation de la tuyauterie de la cuve
  - Installer le couvercle du regard qui bloque la pénétration des eaux pluviales dans la chambre des vannes et du débitmètre.
  - Installer l'injecteur automatique des produits chimiques.
  - Installer les équipements de mesure comme le débitmètre, le capteur du niveau d'eau, l'affichage du PH et du chlore résiduel.
- Suite au diagnostic, les réservoir 2 x 500 m<sup>3</sup> et 1 x 1 000 m<sup>3</sup> sont en grave état à cause du vieillissement, en montrant des fissures, des fuites d'eau et l'apparition des blancs dus au blanchissement, ils sont en état obsolète. Il est jugé donc impossible de faire une réhabilitation de ces réservoirs. Il est donc recommandé de les détruire et construire un nouveau.

**Tableau III.2 :** Caractéristique du réservoir 2000m<sup>3</sup> (en service).

Réservoir R3-1	
Capacité	2000 m <sup>3</sup>
Forme	Circulaire
Diamètre	22m
Hauteur	5.8m
Surface de mur	401m <sup>2</sup>
Surface de plancher supérieur et inférieur	380m <sup>2</sup>
Largeur de fissure	0.52mm
Longueur de fissure	73m
Taux de fissure	4.55%
Longueur de ferrailage déchaussé	34m
Taux de ferrailage déchaussé	2.12%
Surface de béton détérioré	22m <sup>2</sup>
Taux de béton détérioré	5%

### III.3-Diagnostic hydraulique :

#### III.3.1-Démarche méthodologique :

Le logiciel EPANET utilisé dans ce travail est un logiciel de modélisation d'écoulement hydraulique dans le réseau d'eau potable .il présente tous les outils pour remplir les objectives suivants :

- Régulation des pressions dans le réseau
- Détection des zones de fonctionnement déficitaire
- Dimensionnement de réseau
- Amélioration de la gestion des équipements d'eau

#### III.3.2-Formules utilisées :

La perte de charge est la réduction ou la perte de pression d'eau lorsqu'elle circule dans le réseau. Le calcul de la perte de charge est essentiel pour la conception et le maintien de l'intégrité du réseau, la formule utilisée pour le calcul de ce dernier dans ce projet est la formule de Darcy-Weisbach.

#### III.3.3-Simulation sur EPANET :

On a saisi les propriétés des éléments tel que les diamètres, les longueurs des conduites, les altitudes et les demandes de base, ainsi les caractéristiques du réservoir, pour des valeurs de rugosité de  $\epsilon = 0.1\text{mm}$ .

#### III.3.4-La pression aux nœuds :

Il est nécessaire d'assurer une pression minimum 1 bar au niveau des nœuds du réseau.

#### III.3.5-Calcul des débits de dimensionnement pour le cas de pointe (horizon 2054) :

##### A. Débit de pointe :

$$Q_p = Q_{maxh} = \sum Q_r + \sum Q_{conc} \dots \dots \dots \text{III.1}$$

- $Q_{maxh}$  : débit consommé (l/s)

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

- $Q_r$  : est le débit en route globale (l/s).
- $Q_{conc}$  : Débit concentré (l/s), dans notre cas  $Q_{conc} = 0$
- $Q_p$  : Débit de pointe (l/s).

$$Q_p = 254,54 \text{ l/s}$$

### B. Débit spécifique :

$$q_{sp} = \frac{\sum Q_r}{\sum L_i} \dots \dots \dots \text{III.2}$$

- $\sum L_i$  : Somme des longueurs des conduites de distribution (ml).
- $Q_r$  : est le débit en route globale (l/s).
- $q_{sp}$  : débit spécifique (l/s/ml)

$$q_{sp} = 254,54 / 29441,10 = 0,0086 \text{ (l/s/ml)}$$

### C. Débit en route :

$$Q_{ri} = q_{sp} \times L_i \dots \dots \dots \text{III.3}$$

- $Q_{ri}$  : Débit en route de chaque tronçon (l/s).
- $q_{sp}$  : Débit spécifique (l/s/ml).

### D. Débit au nœud :

$$Q_{ni} = \frac{1}{2} \sum Q_{ri} \dots \dots \dots \text{III.4}$$

- $Q_{ni}$  : débit nodale de chaque nœud (l/s)
- $Q_{ri}$  : débit en route de chaque tronçon dans un seul nœud

### E. Détermination des Débits aux nœuds pour l'horizon 2054 :

**Tableau III.3** : Les débits aux nœuds.

Nœud	troncon	Longueur	qsp	qr	Qn
n1	p22	25,54	0,0112	0,287	0,28
	p271	24,97	0,0112	0,281	
n2	p23	4,91	0,0112	0,055	0,19
	p22	25,54	0,0112	0,287	
n3	p23f	3,35	0,0112	0,038	0,03
	p23	4,91	0,0112	0,055	
n4	p19	171,5	0,0112	1,927	1,08
	p23f	3,35	0,0112	0,038	
n5	p20	400,3	0,0112	4,499	3,53
	p19	171,5	0,0112	1,927	
n6	p11	93,49	0,0112	1,051	0,68
	p273	3,1	0,0112	0,035	
n7	p271	24,97	0,0112	0,281	0,68
	p25	106,4	0,0112	1,196	
	p273	3,1	0,0112	0,035	

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

Nœud	troncon	Longueur	qsp	qr	Qn
n8	p94	106,9	0,0112	1,201	3,82
	p90	479	0,0112	5,383	
	p11	93,49	0,0112	1,051	
n9	p2	15,04	0,0112	0,169	2,66
	p146	352,76	0,0112	3,964	
	p25	106,4	0,0112	1,196	
n10	p193	160,3	0,0112	1,801	1,87
	p3	157,96	0,0112	1,775	
	p2	15,04	0,0112	0,169	
n11	p5	173,94	0,0112	1,955	2,07
	p193	160,3	0,0112	1,801	
n12	p96	108,7	0,0112	1,222	1,69
	p10	17,762	0,0112	0,200	
	p5	173,94	0,0112	1,955	
n13	p96	108,7	0,0112	1,222	0,67
n14	p196	369,3	0,0112	4,150	2,39
	p10	17,762	0,0112	0,200	
n15	p196	369,3	0,0112	4,150	2,28
n16	p80	44,21	0,0112	0,497	2,43
	p4	229,62	0,0112	2,580	
	p3	157,96	0,0112	1,775	
n17	p12	267,3	0,0112	3,004	3,07
	p4	229,62	0,0112	2,580	
n18	p118	58,15	0,0112	0,653	2,01
	p12	267,3	0,0112	3,004	
n19	p117	338,01	0,0112	3,799	2,67
	p264	79,06	0,0112	0,888	
	p118	58,15	0,0112	0,653	
n20	p117	338,01	0,0112	3,799	2,09
n21	p105	66,92	0,0112	0,752	1,70
	p6	191,79	0,0112	2,155	
	p80	44,21	0,0112	0,497	
n22	p6	191,79	0,0112	2,155	1,19
n23	p105	66,92	0,0112	0,752	0,41
n24	p210	71,33	0,0112	0,802	1,79
	p209	140,6	0,0112	1,580	
	p94	106,9	0,0112	1,201	
n25	p210	71,33	0,0112	0,802	0,52
n26	p208	21,26	0,0112	0,239	1,48
	p107	101,9	0,0112	1,145	
	p209	140,6	0,0112	1,580	
n27	p285	100,1	0,0112	1,125	0,75
	p208	21,26	0,0112	0,239	
n28	p109	163,5	0,0112	1,837	2,14
	p108	115,5	0,0112	1,298	

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

Nœud	troncon	Longueur	qsp	qr	Qn
	p107	101,9	0,0112	1,145	
n29	p108	115,5	0,0112	1,298	0,71
n30	p109	163,5	0,0112	1,837	1,01
n31	p39	341,37	0,0112	3,836	4,42
	p79	92,64	0,0112	1,041	
	p146	352,16	0,0112	3,958	
n32	p30	122,04	0,0112	1,371	1,27
	p46	10,76	0,0112	0,121	
	p79	92,64	0,0112	1,041	
n33	p93	131,078	0,0112	1,473	0,83
	p315	6,28	0,0112	0,071	
	p46	10,76	0,0112	0,121	
n34	p315	6,28	0,0112	0,071	0,04
n35	p115	224	0,0112	2,517	2,21
	p111	38,9	0,0112	0,437	
	p93	131,078	0,0112	1,473	
n36	p116	122,8	0,0112	1,380	2,16
	p1	222,48	0,0112	2,500	
	p111	38,9	0,0112	0,437	
n37	p256	112,7	0,0112	1,267	2,67
	p29	140,8	0,0112	1,582	
	p1	222,48	0,0112	2,500	
n38	p29	140,8	0,0112	1,582	0,79
n39	p256	112,7	0,0112	1,267	0,63
n40	p7	162,94	0,0112	1,831	2,27
	p92	117,55	0,0112	1,321	
	p116	122,8	0,0112	1,380	
n41	p283	26,66	0,0112	0,300	1,45
	p282	68,23	0,0112	0,767	
	p7	162,94	0,0112	1,831	
n42	p282	68,23	0,0112	0,767	0,38
n43	p283	26,66	0,0112	0,300	0,15
n44	p27	139,4	0,0112	1,567	1,75
	p13	49,56	0,0112	0,557	
	p30	122,04	0,0112	1,371	
n45	p14	87,89	0,0112	0,988	1,70
	p36	165,6	0,0112	1,861	
	p13	49,56	0,0112	0,557	
n46	p36	165,6	0,0112	1,861	0,93
n47	p37	273,8	0,0112	3,077	2,34
	p15	55,09	0,0112	0,619	
	p14	87,89	0,0112	0,988	
n48	p38	214,1	0,0112	2,406	2,00
	p16	87,61	0,0112	0,985	
	p15	55,09	0,0112	0,619	

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

Nœud	troncon	Longueur	qsp	qr	Qn
n49	p104	133,58	0,0112	1,501	1,40
	p17	28,078	0,0112	0,316	
	p16	87,61	0,0112	0,985	
n50	p47	144,9	0,0112	1,628	1,60
	p21	111,45	0,0112	1,252	
	p17	28,078	0,0112	0,316	
n51	p52	243,7	0,0112	2,739	2,18
	p24	32,79	0,0112	0,368	
	p21	111,45	0,0112	1,252	
n52	p24	32,79	0,0112	0,368	0,18
n53	p52	243,7	0,0112	2,739	1,37
n54	p104	133,58	0,0112	1,501	0,75
n55	p37	273,8	0,0112	3,077	1,54
n56	p63	51,31	0,0112	0,577	1,74
	p102	44,74	0,0112	0,503	
	p38	214,1	0,0112	2,406	
n57	p63	51,31	0,0112	0,577	0,29
n58	p64	122,6	0,0112	1,378	1,01
	p41	13,25	0,0112	0,149	
	p102	44,74	0,0112	0,503	
n59	p64	122,6	0,0112	1,378	0,69
n60	p41	13,25	0,0112	0,149	0,07
n61	p53	154	0,0112	1,731	1,91
	p103	41,51	0,0112	0,466	
	p47	144,9	0,0112	1,628	
n62	p69	102,8	0,0112	1,155	1,07
	p51	46,85	0,0112	0,527	
	p103	41,51	0,0112	0,466	
n63	p53	154	0,0112	1,731	0,87
n64	p69	102,8	0,0112	1,155	0,58
n65	p51	46,85	0,0112	0,527	0,26
n66	p28	21,9	0,0112	0,246	1,24
	p176	58,69	0,0112	0,660	
	p27	139,4	0,0112	1,567	
n67	p9	53,17	0,0112	0,598	0,63
	p176	58,69	0,0112	0,660	
n68	p8	180,09	0,0112	2,024	1,34
	p287	5,765	0,0112	0,065	
	p9	53,17	0,0112	0,598	
n69	p188	109,5	0,0112	1,231	0,65
	p287	5,765	0,0112	0,065	
n70	p188	109,5	0,0112	1,231	0,62
n71	p184	27,31	0,0112	0,307	1,17
	p181	1,116	0,0112	0,013	
	p8	180,09	0,0112	2,024	

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

Nœud	troncon	Longueur	qsp	qr	Qn
n72	p185	94,07	0,0112	1,057	1,22
	p186	94,94	0,0112	1,067	
	p184	27,31	0,0112	0,307	
n73	p182	30,12	0,0112	0,338	0,88
	p128	125,08	0,0112	1,406	
	p181	1,116	0,0112	0,013	
n74	p106	102,7	0,0112	1,154	1,16
	p183	73,94	0,0112	0,831	
	p182	30,12	0,0112	0,338	
n75	p106	102,7	0,0112	1,154	0,58
n76	p183	73,94	0,0112	0,831	0,42
n77	p128	125,08	0,0112	1,406	0,70
n78	p186	94,94	0,0112	1,067	0,53
n79	p185	94,07	0,0112	1,057	0,53
n80	p71	93,77	0,0112	1,054	0,77
	p312	22,21	0,0112	0,250	
	p28	21,9	0,0112	0,246	
n81	p42	11,78	0,0112	0,132	2,09
	p89	338,09	0,0112	3,799	
	p312	22,21	0,0112	0,250	
n82	p43	266,8	0,0112	2,998	1,93
	p44	65,66	0,0112	0,738	
	p42	11,78	0,0112	0,132	
n83	p43	266,8	0,0112	2,998	1,50
n84	p44	65,66	0,0112	0,738	0,37
n85	p89	338,09	0,0112	3,799	1,90
n86	p49	157,1	0,0112	1,765	2,70
	p70	229,55	0,0112	2,580	
	p71	93,77	0,0112	1,054	
n87	p122	132,93	0,0112	1,494	1,63
	p49	157,1	0,0112	1,765	
n88	p76	130,7	0,0112	1,469	1,74
	p123	46,6	0,0112	0,524	
	p122	132,93	0,0112	1,494	
n89	p76	130,7	0,0112	1,469	0,73
n90	p124	51,225	0,0112	0,576	0,56
	p50	2,391	0,0112	0,027	
	p123	46,6	0,0112	0,524	
n91	p75	13,16	0,0112	0,148	1,16
	p81	191,5	0,0112	2,152	
	p50	2,391	0,0112	0,027	
n92	p77	129,1	0,0112	1,451	0,80
	p75	13,16	0,0112	0,148	
n93	p77	129,1	0,0112	1,451	0,73
n94	p81	191,5	0,0112	2,152	1,08

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

Nœud	troncon	Longueur	qsp	qr	Qn
n95	p177	38,129	0,0112	0,428	2,35
	p78	131,3	0,0112	1,476	
	p178	197,42	0,0112	2,219	
	p124	51,225	0,0112	0,576	
n96	p177	38,129	0,0112	0,428	0,21
n97	p178	197,42	0,0112	2,219	1,11
n98	p78	131,3	0,0112	1,476	0,74
n99	p112	278,52	0,0112	3,130	3,01
	p54	171,9	0,0112	1,932	
	p127	85,29	0,0112	0,958	
n100	p242	54,89	0,0112	0,617	1,86
	p180	104,58	0,0112	1,175	
	p54	171,9	0,0112	1,932	
n101	p129	237,6	0,0112	2,670	1,89
	p244	44,71	0,0112	0,502	
	p242	54,89	0,0112	0,617	
n102	p179	75,24	0,0112	0,846	2,10
	p252	60,3	0,0112	0,678	
	p129	237,6	0,0112	2,670	
n103	p252	60,3	0,0112	0,678	0,34
n104	p179	75,24	0,0112	0,846	0,42
n105	p245	56,41	0,0112	0,634	0,97
	p255	70,78	0,0112	0,795	
	p244	44,71	0,0112	0,502	
n106	p255	70,78	0,0112	0,795	0,40
n107	p254	75,79	0,0112	0,852	1,72
	p247	174,5	0,0112	1,961	
	p245	56,41	0,0112	0,634	
n108	p254	75,79	0,0112	0,852	0,43
n109	p133	70,53	0,0112	0,793	0,40
n110	p253	155,5	0,0112	1,748	1,88
	p248	109,1	0,0112	1,226	
	p133	70,53	0,0112	0,793	
n111	p248	109,1	0,0112	1,226	0,61
n111	p253	155,5	0,0112	1,748	0,87
n112	p55	136,75	0,0112	1,537	3,23
	p113	160,071	0,0112	1,799	
	p112	278,52	0,0112	3,130	
n113	p127	85,29	0,0112	0,958	1,77
	p70	229,55	0,0112	2,580	
n114	p192	256,75	0,0112	2,885	2,21
	p55	136,75	0,0112	1,537	
n115	p60	165,11	0,0112	1,856	1,98
	p120	26,89	0,0112	0,302	
	p113	160,071	0,0112	1,799	

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

Nœud	troncon	Longueur	qsp	qr	Qn
n116	p174	56,9	0,0112	0,639	1,29
	p130	6,888	0,0112	0,077	
	p60	165,11	0,0112	1,856	
n117	p131	58,14	0,0112	0,653	0,37
	p130	6,888	0,0112	0,077	
n118	p174	56,9	0,0112	0,639	0,32
n119	p207	173,22	0,0112	1,947	1,64
	p132	60,02	0,0112	0,675	
	p131	58,14	0,0112	0,653	
n120	p138	44,95	0,0112	0,505	1,92
	p98	123,19	0,0112	1,384	
	p207	173,22	0,0112	1,947	
n121	p98	123,19	0,0112	1,384	0,69
n122	p138	44,95	0,0112	0,505	0,25
n123	p206	247,51	0,0112	2,782	3,10
	p250	243,68	0,0112	2,738	
	p132	60,02	0,0112	0,675	
n124	p99	56,53	0,0112	0,635	1,69
	p250	243,68	0,0112	2,738	
n125	p206	247,51	0,0112	2,782	1,39
n126	p307	174,8	0,0112	1,964	2,84
	p121	304,501	0,0112	3,422	
	p120	26,89	0,0112	0,302	
n127	p125	532,85	0,0112	5,988	6,42
	p251	304,74	0,0112	3,425	
	p121	304,501	0,0112	3,422	
n128	p251	304,74	0,0112	3,425	1,71
n129	p125	532,85	0,0112	5,988	2,99
n130	p309	332,3	0,0112	3,734	2,85
	p307	174,8	0,0112	1,964	
n131	p309	332,3	0,0112	3,734	1,87
n132	p229	301,7	0,0112	3,391	2,80
	p189	92,66	0,0112	1,041	
	p180	104,58	0,0112	1,175	
n133	p235	12,48	0,0112	0,140	2,05
	p198	51,23	0,0112	0,576	
	p229	301,7	0,0112	3,391	
n134	p135	51,82	0,0112	0,582	0,48
	p134	20,67	0,0112	0,232	
	p235	12,48	0,0112	0,140	
n135	p134	20,67	0,0112	0,232	0,12
n136	p135	51,82	0,0112	0,582	0,29
n137	p204	72,61	0,0112	0,816	0,70
	p198	51,23	0,0112	0,576	
n138	p201	32,32	0,0112	0,363	1,01

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

Nœud	troncon	Longueur	qsp	qr	Qn
	p200	75,24	0,0112	0,846	
	p204	72,61	0,0112	0,816	
n139	p201	32,32	0,0112	0,363	0,18
n140	p140	156,02	0,0112	1,753	1,30
	p200	75,24	0,0112	0,846	
n141	p212	51,56	0,0112	0,579	5,49
	p263	770,3	0,0112	8,657	
	p140	156,02	0,0112	1,753	
n142	p136	134,19	0,0112	1,508	1,04
	p212	51,56	0,0112	0,579	
n143	p32	139,4	0,0112	1,567	2,48
	p295	162,1	0,0112	1,822	
	p137	5,23	0,0112	0,059	
	p136	134,19	0,0112	1,508	
n144	p137	5,23	0,0112	0,059	0,03
n145	p234	44	0,0112	0,494	2,02
	p265	108,29	0,0112	1,217	
	p266	68,45	0,0112	0,769	
	p32	139,4	0,0112	1,567	
n146	p232	61,76	0,0112	0,694	0,35
	p266	68,45	0,0112	0,769	
n147	p232	61,76	0,0112	0,694	0,35
n148	p265	108,29	0,0112	1,217	0,61
n149	p202	96,79	0,0112	1,088	1,49
	p268	124,37	0,0112	1,398	
	p234	44	0,0112	0,494	
n150	p268	124,37	0,0112	1,398	0,70
n151	p270	203,81	0,0112	2,290	2,37
	p241	121,51	0,0112	1,366	
	p202	96,79	0,0112	1,088	
n152	p139	121,51	0,0112	1,366	0,68
n153	p238	91,24	0,0112	1,025	2,41
	p237	133,7	0,0112	1,503	
	p270	203,81	0,0112	2,290	
n154	p237	133,7	0,0112	1,503	0,75
n155	p238	91,24	0,0112	1,025	0,51
n156	p295	162,1	0,0112	1,822	2,40
	p190	172,91	0,0112	1,943	
	p189	92,66	0,0112	1,041	
n157	p191	188,06	0,0112	2,113	2,09
	p100	10,407	0,0112	0,117	
	p190	172,91	0,0112	1,943	
n158	p101	19,52	0,0112	0,219	0,30
	p291	23,21	0,0112	0,261	
	p100	10,407	0,0112	0,117	

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

Nœud	troncon	Longueur	qsp	qr	Qn
n159	p110	168,87	0,0112	1,898	1,06
	p101	19,52	0,0112	0,219	
n160	p172	197,5	0,0112	2,220	1,24
	p291	23,21	0,0112	0,261	
n161	p172	197,5	0,0112	2,220	1,11
n162	p110	168,87	0,0112	1,898	0,95
n163	p167	115,4	0,0112	1,297	1,71
	p191	188,06	0,0112	2,113	
n164	p194	17	0,0112	0,191	0,74
	p167	115,4	0,0112	1,297	
n165	p195	281,03	0,0112	3,158	1,67
	p194	17	0,0112	0,191	
n166	p195	281,03	0,0112	3,158	1,58
n167	p257	144	0,0112	1,618	5,14
	p263	770,3	0,0112	8,657	
n168	p222	89,55	0,0112	1,006	2,21
	p258	159,5	0,0112	1,792	
	p257	144	0,0112	1,618	
n169	p224	151,8	0,0112	1,706	1,74
	p141	68,77	0,0112	0,773	
	p222	89,55	0,0112	1,006	
n170	p225	80,41	0,0112	0,904	1,75
	p226	79,42	0,0112	0,893	
	p224	151,8	0,0112	1,706	
n171	p226	79,42	0,0112	0,893	0,45
n172	p225	80,41	0,0112	0,904	0,45
n173	p228	55,14	0,0112	0,620	0,70
	p141	68,77	0,0112	0,773	
n174	p197	98,33	0,0112	1,105	0,86
	p228	55,14	0,0112	0,620	
n175	p197	98,33	0,0112	1,105	0,55
n176	p216	59,44	0,0112	0,668	1,99
	p259	135,2	0,0112	1,519	
	p258	159,5	0,0112	1,792	
n177	p217	76,77	0,0112	0,863	1,34
	p142	103,1	0,0112	1,159	
	p216	59,44	0,0112	0,668	
n178	p218	132,5	0,0112	1,489	1,90
	p220	128,1	0,0112	1,440	
	p217	76,77	0,0112	0,863	
n179	p221	94,37	0,0112	1,061	1,25
	p220	128,1	0,0112	1,440	
n180	p219	147,99	0,0112	1,663	1,58
	p218	132,5	0,0112	1,489	
n181	p142	103,1	0,0112	1,159	0,58

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

Nœud	troncon	Longueur	qsp	qr	Qn
n182	p143	197,82	0,0112	2,223	2,61
	p260	131,5	0,0112	1,478	
	p259	135,2	0,0112	1,519	
n183	p143	197,82	0,0112	2,223	1,11
n184	p213	292,9	0,0112	3,292	1,90
	p56	22,59	0,0112	0,254	
	p260	22,59	0,0112	0,254	
n185	p214	173,8	0,0112	1,953	3,45
	p57	417,63	0,0112	4,693	
	p56	22,59	0,0112	0,254	
n186	p57	417,63	0,0112	4,693	2,35
n187	p214	173,8	0,0112	1,953	0,98
n188	p213	292,9	0,0112	3,292	1,65
n189	p31	213,76	0,0112	2,402	3,45
	p20	400,3	0,0112	4,499	
n190	p29	236,0957	0,0112	2,653	2,53
	p31	213,76	0,0112	2,402	
n191	p88	204,78	0,0112	2,301	3,60
	p35	199,87	0,0112	2,246	
	p29	236,0957	0,0112	2,653	
n192	p35	199,87	0,0112	2,246	1,12
n193	p88	204,78	0,0112	2,301	1,15
n194	p297	179,3	0,0112	2,015	4,19
	p45	284,6	0,0112	3,198	
	p40	281,43	0,0112	3,163	
n195	p66	190,7	0,0112	2,143	2,08
	p297	179,3	0,0112	2,015	
n196	p85	136,9	0,0112	1,538	2,56
	p82	48,56	0,0112	0,546	
	p67	78,56	0,0112	0,883	
	p66	190,7	0,0112	2,143	
n197	p85	136,9	0,0112	1,538	0,77
n198	p84	157,9	0,0112	1,774	1,19
	p83	5,869	0,0112	0,066	
	p82	48,56	0,0112	0,546	
n199	p83	5,869	0,0112	0,066	0,03
n200	p87	121,3	0,0112	1,363	1,22
	p68	16,58	0,0112	0,186	
	p67	78,56	0,0112	0,883	
n201	p87	121,3	0,0112	1,363	0,68
n202	p126	255,4	0,0112	2,870	1,79
	p119	46,83	0,0112	0,526	
	p68	16,58	0,0112	0,186	
n203	p126	255,4	0,0112	2,870	1,44
n204	p86	76,59	0,0112	0,861	0,97

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

Nœud	troncon	Longueur	qsp	qr	Qn
	p18	49,91	0,0112	0,561	
	p119	46,83	0,0112	0,526	
n205	p86	76,59	0,0112	0,861	0,43
n206	p284	80,68	0,0112	0,907	1,74
	p58	31,74	0,0112	0,357	
	p59	147,99	0,0112	1,663	
	p18	49,91	0,0112	0,561	
n207	p59	147,99	0,0112	1,663	0,83
n208	p58	31,74	0,0112	0,357	0,18
n209	p284	80,68	0,0112	0,907	0,45
n210	p45	284,6	0,0112	3,198	1,60
n211	p219	147,99	0,0112	1,663	0,83
n212	p221	94,37	0,0112	1,061	0,53
n213	p73	142,77	0,0112	1,604	3,75
	p65	44,82	0,0112	0,504	
	p90	479	0,0112	5,383	
n214	p23	82,39	0,0112	0,926	1,05
	p145	60,21	0,0112	0,677	
	p65	44,82	0,0112	0,504	
n215	p314	142,8	0,0112	1,605	2,22
	p144	191,625	0,0112	2,153	
	p145	60,21	0,0112	0,677	
n216	p74	100,78	0,0112	1,133	1,78
	p97	145,5	0,0112	1,635	
	p33	71,3	0,0112	0,801	
n217	p95	439,9	0,0112	4,944	3,29
	p97	145,5	0,0112	1,635	
n218	p314	142,8	0,0112	1,605	0,80
n219	p74	100,78	0,0112	1,133	0,57
n220	p95	439,9	0,0112	4,944	2,47
n221	p23	82,39	0,0112	0,926	0,46
n222	p73	142,77	0,0112	1,604	0,80
n223	p33	71,3	0,0112	0,801	1,48
	p144	191,625	0,0112	2,153	
n224	p99	56,53	0,0112	0,635	0,32
n226	p285	100,1	0,0112	1,125	0,56
n227	p115	224	0,0112	2,517	1,26
n228	p92	117,55	0,0112	1,321	0,66
n229	p84	157,9	0,0112	1,774	0,89
n230	p264	79,06	0,0112	0,888	0,44
n231	p40	281,43	0,0112	3,163	3,50
	p39	341,37	0,0112	3,836	
n232	p192	256,75	0,0112	2,885	1,44
				Total	330,86

### III.3.6-Résultats de la simulation hydraulique du réseau horizon 2054 :

#### A. Etat des arcs du réseau (vitesses et pertes de charges) :

Les vitesses et les pertes de charge des différents tronçons du réseau sont présentés dans le tableau III.4:

**Tableau III.4 :** Etat des arcs du réseau (vitesses et pertes de charges).

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Perte de charge T m/km
Tuyau p2	15,04	101,6	62,29	6,55	274,98
Tuyau p12	267,3	101,6	16,65	1,75	23,42
Tuyau p19	171,5	490	35,51	0,19	0,07
Tuyau p20	400,3	490	27,35	0,15	0,04
Tuyau p22	25,54	350	38,51	0,4	0,4
Tuyau p25	106,4	300	649,75	9,19	159,92
Tuyau p27	139,4	277,6	410,61	5,27	52,32
Tuyau p28	21,9	277,6	383,71	4,92	46,02
Tuyau p36	165,6	57	2,15	0,69	8,49
Tuyau p37	273,8	53,6	3,55	1,14	21
Tuyau p38	214,1	79,2	8,79	1,38	19,32
Tuyau p41	13,25	79,2	0,17	0,03	0,01
Tuyau p42	11,78	79,2	8,78	1,38	19,27
Tuyau p43	266,8	79,2	3,46	0,54	3,58
Tuyau p44	65,66	57	0,85	0,27	1,65
Tuyau p47	144,9	79,2	10,83	1,7	28,31
Tuyau p51	46,85	79,2	0,61	0,1	0,17
Tuyau p52	243,7	53,6	3,16	1,01	17,01
Tuyau p53	154	53,6	2	0,64	7,46
Tuyau p63	51,31	53,6	0,67	0,21	1,07
Tuyau p64	122,6	53,6	1,59	0,51	4,97
Tuyau p66	190,7	147,6	35,02	1,74	14,77
Tuyau p67	78,56	115,4	22,47	1,83	21,77
Tuyau p68	16,58	115,4	18,09	1,47	14,62
Tuyau p75	13,16	147,6	3,52	0,18	0,24
Tuyau p76	130,7	81,4	1,69	0,27	1,01
Tuyau p77	129,1	81,4	1,67	0,26	0,99
Tuyau p78	131,3	81,4	1,7	0,27	1,02
Tuyau p81	191,5	101,4	2,48	0,26	0,76
Tuyau p82	48,56	101,6	4,88	0,51	2,52
Tuyau p83	5,869	101,6	0,08	0,01	0
Tuyau p84	157,9	53,6	2,05	0,66	7,8
Tuyau p85	136,9	81,4	1,78	0,28	1,09
Tuyau p86	76,59	57	0,99	0,32	2,16
Tuyau p87	121,3	81,4	1,57	0,25	0,88
Tuyau p90	479	147,6	43,1	2,14	21,67
Tuyau p94	106,9	101,6	20,71	2,18	34,99
Tuyau p95	439,9	147,6	-5,7	0,28	0,55
Tuyau p96	108,7	101,6	1,55	0,16	0,33

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

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Perte de charge T m/km
Tuyau p97	145,5	147,6	-13,3	0,66	2,52
Tuyau p105	66,92	57	0,95	0,31	2,01
Tuyau p106	102,7	57	1,33	0,43	3,63
Tuyau p107	101,9	81,4	8,92	1,4	19,84
Tuyau p108	115,5	81,4	1,65	0,26	0,96
Tuyau p109	163,5	57	2,33	0,75	9,85
Tuyau p111	38,9	147,6	25,77	1,28	8,41
Tuyau p114	140,8	147,6	1,83	0,09	0,07
Tuyau p115	224	81,4	2,9	0,46	2,62
Tuyau p116	122,8	101,6	11,33	1,19	11,57
Tuyau p126	255,4	81,4	3,31	0,52	3,31
Tuyau p130	6,888	110,2	26,21	2,14	28,93
Tuyau p131	58,14	79,2	25,37	3,99	137,05
Tuyau p132	60,02	79,2	14,98	2,36	51,46
Tuyau p138	44,95	53,6	0,58	0,19	0,85
Tuyau p167	115,4	81,4	9,23	1,45	21,11
Tuyau p172	197,5	57	2,56	0,82	11,65
Tuyau p174	56,9	57	-0,74	0,24	1,28
Tuyau p176	58,69	300	24,05	0,34	0,36
Tuyau p181	1,116	147,6	8,62	0,43	1,13
Tuyau p182	30,12	147,6	4,97	0,25	0,43
Tuyau p183	73,94	81,4	0,96	0,15	0,37
Tuyau p184	27,31	57	5,26	1,69	42,89
Tuyau p185	94,07	57	1,22	0,39	3,11
Tuyau p186	94,94	57	1,23	0,39	3,16
Tuyau p188	109,5	101,6	1,42	0,15	0,28
Tuyau p193	160,3	101,6	21	2,21	35,93
Tuyau p196	369,3	101,6	5,27	0,55	2,9
Tuyau p197	98,33	57	1,28	0,41	3,36
Tuyau p198	51,23	96,8	11,86	1,56	18,64
Tuyau p200	75,24	53,6	-7,5	3,35	149,46
Tuyau p201	32,32	53,6	0,42	0,13	0,48
Tuyau p202	96,79	79,2	15,53	2,44	54,96
Tuyau p204	72,61	53,6	10,25	4,24	232,73
Tuyau p208	21,26	101,6	3,03	0,32	1,08
Tuyau p209	140,6	101,6	15,37	1,62	20,22
Tuyau p210	71,33	101,6	1,2	0,13	0,21
Tuyau p212	51,56	141	95,62	4,61	90,58
Tuyau p213	292,9	81,4	3,8	0,6	4,24
Tuyau p214	173,8	81,4	2,25	0,35	1,67
Tuyau p216	59,44	90	18,48	2,91	75,9
Tuyau p217	76,77	81,4	14,04	2,21	45,63
Tuyau p218	132,5	81,4	5,56	0,87	8,4
Tuyau p219	202,5	57	1,92	0,62	6,95
Tuyau p220	128,1	81,4	4,11	0,65	4,88
Tuyau p221	94,37	57	1,22	0,39	3,12

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

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Perte de charge T m/km
Tuyau p222	89,55	81,4	15,01	2,36	51,61
Tuyau p224	151,8	81,4	6,11	0,96	9,99
Tuyau p225	80,41	57	1,04	0,33	2,35
Tuyau p226	79,42	57	1,03	0,33	2,3
Tuyau p228	55,14	81,4	3,27	0,51	3,23
Tuyau p229	301,7	96,8	18,64	2,27	37,52
Tuyau p232	61,76	79,2	0,8	0,13	0,27
Tuyau p234	44	79,2	20,58	3,23	92,7
Tuyau p235	12,48	53,6	2,04	0,66	7,76
Tuyau p237	133,7	79,2	1,73	0,27	1,05
Tuyau p238	91,24	79,2	1,18	0,19	0,54
Tuyau p242	54,89	101,6	27,77	2,92	60,3
Tuyau p244	44,71	101,6	16,8	1,77	23,81
Tuyau p245	56,41	101,6	13,65	1,44	16,27
Tuyau p247	174,5	101,6	8,69	0,91	7,15
Tuyau p248	109,1	81,4	1,41	0,22	0,73
Tuyau p252	60,3	57	0,78	0,25	1,42
Tuyau p253	155,5	57	2,02	0,65	7,59
Tuyau p254	75,79	45,2	0,98	0,5	6,41
Tuyau p255	70,78	45,2	0,92	0,47	5,68
Tuyau p256	112,7	81,4	1,46	0,23	0,78
Tuyau p257	144	101,6	75,59	7,95	397,29
Tuyau p258	159,5	101,6	55,48	5,84	220,84
Tuyau p259	135,2	101,6	32,41	3,41	80,4
Tuyau p260	131,5	101,6	23,82	2,51	45,34
Tuyau p263	770,3	141	87,44	4,35	81,12
Tuyau p264	79,06	81,4	1,03	0,16	0,42
Tuyau p282	68,23	81,4	0,88	0,14	0,32
Tuyau p283	26,66	81,4	0,35	0,05	0,06
Tuyau p284	80,68	150	1,05	0,06	0,04
Tuyau p285	100,1	101,6	1,3	0,14	0,24
Tuyau p287	5,765	101,6	2,91	0,31	1,01
Tuyau p291	23,21	57	5,42	1,74	45,41
Tuyau p295	162,1	184,6	-132,07	4,11	56,02
Tuyau p297	179,3	147,6	39,82	1,98	18,72
Tuyau p307	174,8	96,8	10,89	1,15	10,76
Tuyau p309	332,3	96,8	-4,31	0,45	2,02
Tuyau p312	22,21	141	17,99	0,89	4,36
Tuyau p314	142,8	57	1,85	0,59	6,52
Tuyau p315	6,28	147,6	0,08	0	0
Tuyau P3	157,96	101,6	-36,96	3,89	102,81
Tuyau P4	229,62	101,6	-23,74	2,5	45,07
Tuyau P5	173,94	101,6	-16,24	1,71	22,36
Tuyau P6	191,79	57	-2,74	0,43	2,36
Tuyau P7	162,94	101,6	-4,57	0,48	2,25
Tuyau P8	180,09	147,6	-16,58	0,82	3,76

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

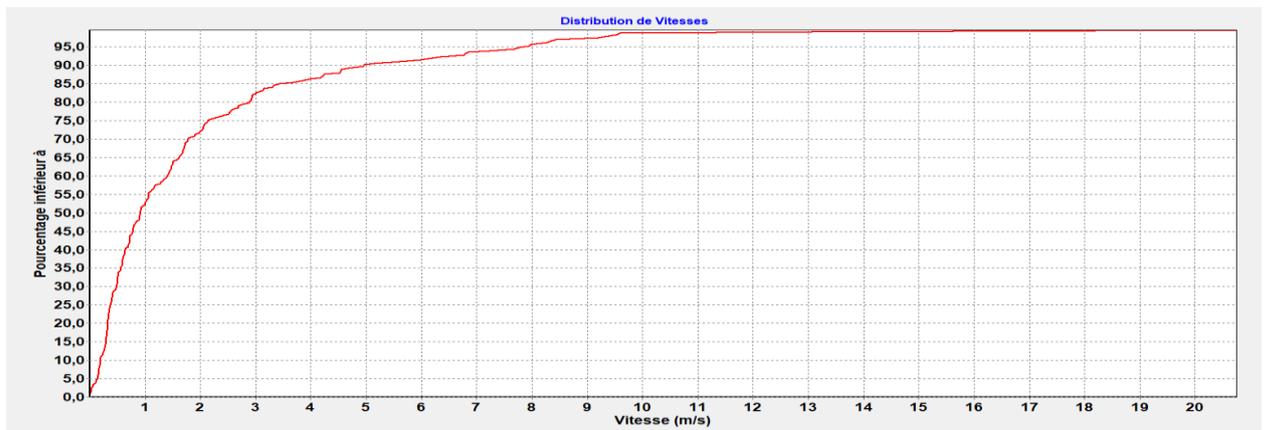
ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Perte de charge T m/km
Tuyau P9	53,17	300	22,6	0,32	0,32
Tuyau P10	17,762	101,6	-10,79	1,14	10,59
Tuyau P11	93,49	147,6	-72,61	4,11	78,73
Tuyau P29	236,0957	147,6	-13,56	0,67	2,61
Tuyau P31	213,76	250	-19,39	0,4	0,58
Tuyau P35	199,87	81,4	2,59	0,41	2,14
Tuyau P88	204,78	147,6	2,66	0,13	0,14
Tuyau P89	338,09	141	4,38	0,22	0,35
Tuyau P102	44,74	79,2	4,1	0,65	4,87
Tuyau P103	41,51	79,2	4,42	0,69	5,56
Tuyau P104	133,58	79,2	1,73	0,27	1,05
Tuyau P117	338,01	101,6	-4,82	0,51	2,47
Tuyau P118	58,15	101,6	-12,01	1,26	12,87
Tuyau P119	46,83	115,4	10,64	0,87	5,56
Tuyau P122	132,93	147,6	25,89	1,29	8,48
Tuyau P123	46,6	147,6	20,17	1	5,37
Tuyau P124	51,225	147,6	10,18	0,51	1,56
Tuyau P177	38,129	147,6	0,49	0,02	0,01
Tuyau P178	197,42	81,4	2,56	0,4	2,09
Tuyau P179	75,24	57	0,98	0,31	2,09
Tuyau P180	104,58	160	191,46	9,52	359,05
Tuyau P189	92,66	160	166,35	8,13	265,3
Tuyau P190	172,91	147,6	28,72	1,43	10,26
Tuyau P191	188,06	147,6	13,16	0,65	2,48
Tuyau P192	256,75	81,4	3,33	0,52	3,35
Tuyau P194	17	81,4	7,51	1,18	14,5
Tuyau P195	281,03	57	3,64	1,17	22,02
Tuyau P206	247,51	53,6	3,21	1,03	17,5
Tuyau P207	173,22	53,6	6,61	2,12	65,23
Tuyau P250	243,68	79,2	4,63	0,73	6,04
Tuyau P251	304,74	79,2	3,95	0,62	4,55
Tuyau P265	108,29	96,8	1,4	0,15	0,28
Tuyau P266	68,45	79,2	1,6	0,25	0,91
Tuyau P268	124,37	79,2	1,61	0,25	0,92
Tuyau P270	203,81	79,2	-8,48	1,33	18,08
Tuyau P271	24,97	340	725,5	7,99	105,62
Tuyau P273	3,1	350	651,31	6,77	74,41
Tuyau P1	222,48	147,6	9,46	0,47	1,37
Tuyau P13	49,56	147,6	56,55	2,81	35,89
Tuyau P14	87,89	147,6	50,48	2,51	29,05
Tuyau P15	55,09	147,6	41,52	2,07	20,23
Tuyau P16	87,61	147,6	28,1	1,4	9,86
Tuyau P17	28,078	147,6	23,14	1,15	6,9
Tuyau P21	111,45	147,6	8,62	0,43	1,16
Tuyau P24	32,79	147,6	0,43	0,02	0
Tuyau P30	122,04	277,6	471,2	6,05	67,92

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

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Perte de charge T m/km
Tuyau P32	53,97	96,8	28,26	2,97	62,28
Tuyau P33	71,3	147,6	-18,72	0,93	4,69
Tuyau P39	341,37	96,8	61,25	6,45	266,37
Tuyau P40	281,43	96,8	53,17	5,6	203,81
Tuyau P45	284,6	96,8	3,69	0,39	1,53
Tuyau P46	10,76	147,6	35,74	1,78	15,34
Tuyau P49	157,1	147,6	29,65	1,47	10,87
Tuyau P50	2,391	101,6	-8,69	0,91	7,13
Tuyau P54	171,9	147,6	223,52	11,12	483,27
Tuyau P55	136,75	81,4	8,43	1,33	17,91
Tuyau P56	22,59	81,4	15,63	2,46	55,65
Tuyau P57	417,63	81,4	5,42	0,85	8,02
Tuyau P18	49,91	101,6	7,4	0,78	5,35
Tuyau P58	31,74	57	0,41	0,13	0,47
Tuyau P59	147,99	101,6	1,92	0,2	0,48
Tuyau P34	24,147	350	764,67	7,95	101,04
Tuyau P60	165,11	110,2	29,92	2,44	36,96
Tuyau P61	4,91	390	-0,07	0	0
Tuyau P62	3,35	390	38,01	0,32	0,22
Tuyau P69	121,32	79,2	1,33	0,21	0,66
Tuyau P70	229,55	315	-328,06	4,21	34,24
Tuyau P71	93,77	315	-363,94	4,67	41,65
Tuyau P23	82,39	57	1,07	0,34	2,46
Tuyau P65	44,82	147,6	32,6	1,62	12,95
Tuyau P73	142,77	57	1,85	0,59	6,51
Tuyau P74	100,78	57	1,31	0,42	3,51
Tuyau P79	92,02	277,6	509,86	6,54	78,9
Tuyau P80	44,21	81,4	7,62	1,2	14,89
Tuyau P92	117,55	57	1,52	0,49	4,61
Tuyau P93	131,078	147,6	33,79	1,68	13,83
Tuyau P98	123,19	42,6	1,6	0,81	15,23
Tuyau P99	56,63	53,6	0,73	0,24	1,27
Tuyau P100	10,407	90	-10,75	1,69	27,9
Tuyau P101	19,52	90	4,63	0,73	6,05
Tuyau P110	168,87	81,4	2,19	0,34	1,59
Tuyau P112	278,52	141	93,5	4,65	92,03
Tuyau P113	160,071	141	77,61	3,86	64,84
Tuyau P120	26,89	110,2	-43,12	3,51	72,99
Tuyau P121	304,501	110,2	25,67	2,09	27,84
Tuyau P125	532,85	110,2	6,91	0,56	2,55
Tuyau P127	84,34	141	-323,98	16,11	988,97
Tuyau P128	125,08	57	1,62	0,52	5,15
Tuyau P129	237,6	81,4	6,6	1,04	11,46
Tuyau P133	70,53	81,4	7,78	1,22	15,46
Tuyau P134	20,67	53,6	-0,27	0,09	0,22
Tuyau P135	51,82	53,6	0,67	0,22	1,09

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

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Perte de charge T m/km
Tuyau P136	134,19	184,6	-98,03	3,03	31,58
Tuyau P137	5,23	184,6	0,07	0	0
Tuyau P139	121,51	53,6	1,58	0,51	4,89
Tuyau P140	156,02	79,2	-4,5	1,17	13,79
Tuyau P141	68,77	81,4	4,87	0,77	6,63
Tuyau P142	103,1	57	1,34	0,43	3,65
Tuyau P143	197,82	57	2,57	0,82	11,68
Tuyau P144	191,625	147,6	22,13	1,1	6,37
Tuyau P145	60,21	147,6	29,1	1,45	10,51
Tuyau P146	352,76	277,6	581,31	7,46	101,3



**Figure III.3 :** Distribution des vitesses dans le réseau existant

### B. Etat des nœuds du réseau (charges et pressions) :

**Tableau III.5 :** Etat des nœuds du réseau (charges et pressions).

ID Noeud	Altitude m	Charge m	Pression m
Noeud n3	1155	1146,68	-8,32
Noeud n4	1156	1142,54	-13,46
Noeud n6	1143	1126,3	-16,7
Noeud n13	1130	1115,95	-14,05
Noeud n14	1113	1109,69	-3,31
Noeud n16	1111	1108,94	-2,06
Noeud n18	1099	1108,11	9,11
Noeud n22	1162	1166,55	4,55
Noeud n23	1155	1166,54	11,54
Noeud n24	1131	1166,52	35,52
Noeud n27	1163	1166,56	3,56
Noeud n28	1162	1166,55	4,55
Noeud n29	1162	1166,55	4,55
Noeud n30	1160	1163,69	3,69

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

<b>ID Noeud</b>	<b>Altitude m</b>	<b>Charge m</b>	<b>Pression m</b>
Noeud n31	1133	1103,68	-29,32
Noeud n32	1131	1095,39	-35,61
Noeud n33	1130	1088,1	-41,9
Noeud n34	1130	1087,09	-42,91
Noeud n38	1121	1165,78	44,78
Noeud n41	1112	1165,75	53,75
Noeud n43	1131	1093,61	-37,39
Noeud n44	1132	1092,21	-39,79
Noeud n45	1130	1091,06	-38,94
Noeud n46	1130	1085,31	-44,69
Noeud n47	1129	1089,95	-39,05
Noeud n48	1122	1085,81	-36,19
Noeud n50	1120	1085,59	-34,41
Noeud n51	1119	1085,59	-33,41
Noeud n52	1130	1087	-43
Noeud n53	1130	1086,77	-43,23
Noeud n54	1126	1085,81	-40,19
Noeud n55	1131	1086,66	-44,34
Noeud n56	1128	1089,08	-38,92
Noeud n58	1123	1088,94	-34,06
Noeud n59	1126	1088,89	-37,11
Noeud n60	1122	1084,79	-37,21
Noeud n63	1115	1084,56	-30,44
Noeud n64	1112	1084,55	-27,45
Noeud n65	1126	1088,76	-37,24
Noeud n66	1120	1084,62	-35,38
Noeud n67	1121	1083,64	-37,36
Noeud n77	1121	1086,88	-34,12
Noeud n78	1123	1085,76	-37,24
Noeud n79	1113	1084,98	-28,02
Noeud n81	1113	1084,48	-28,52
Noeud n82	1125	959,3	-165,7
Noeud n83	1116	956,48	-159,52
Noeud n84	1110	954,77	-155,23
Noeud n85	1109	954,53	-154,47
Noeud n87	1106	954,27	-151,73
Noeud n89	1093	953,93	-139,07
Noeud n91	1101	953,99	-147,01
Noeud n93	1127	1081,48	-45,52
Noeud n95	1125	1080,08	-44,92
Noeud n96	1124	1080,08	-43,92
Noeud n97	1125	1080,35	-44,65
Noeud n98	1124	1080,22	-43,78
Noeud n99	1122	1079,95	-42,05

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

<b>ID Noeud</b>	<b>Altitude m</b>	<b>Charge m</b>	<b>Pression m</b>
Noeud n100	1123	1080,02	-42,98
Noeud n101	1120	1079,89	-40,11
Noeud n103	1113	1079,61	-33,39
Noeud n104	1116	1079,94	-36,06
Noeud n105	1119	956,36	-162,64
Noeud n106	1120	956,36	-163,64
Noeud n107	1110	955,13	-154,87
Noeud n108	1109	956,33	-152,67
Noeud n109	1103	954,1	-148,9
Noeud n110	1105	954,66	-150,34
Noeud n111	1160	1163,92	3,92
Noeud n113	1155	1156,56	1,56
Noeud n114	1143	1146,18	3,18
Noeud n115	1141	1145,6	4,6
Noeud n116	1134	1143,75	9,75
Noeud n118	1137	1145,25	8,25
Noeud n120	1140	1145,4	5,4
Noeud n121	1145	1152,82	7,82
Noeud n122	1120	1142,81	22,81
Noeud n123	1128	1143,05	15,05
Noeud n124	1141	1132,89	-8,11
Noeud n125	1132	1132,86	0,86
Noeud n126	1130	1143,42	13,42
Noeud n129	1129	1143,06	14,06
Noeud n131	1141	1125,64	-15,36
Noeud n134	1130	1125,19	-4,81
Noeud n135	1135	1125,51	-9,49
Noeud n136	1134	1087,37	-46,63
Noeud n137	1135	1087	-48
Noeud n138	1143	1149,98	6,98
Noeud n139	1141	1147,96	6,96
Noeud n140	1140	1147,85	7,85
Noeud n141	1140	1146,35	6,35
Noeud n144	1136	1101,71	-34,29
Noeud n145	1135	1101,38	-33,62
Noeud n147	1129	1101,07	-27,93
Noeud n148	1123	1101,06	-21,94
Noeud n149	1132	1101,12	-30,88
Noeud n150	1128	1099,96	-28,04
Noeud n158	1123	1099,59	-23,41
Noeud n160	1122	1099,42	-22,58
Noeud n161	1116	953,68	-162,32
Noeud n164	1108	949,8	-158,2
Noeud n165	1108	949,6	-158,4

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

<b>ID Noeud</b>	<b>Altitude m</b>	<b>Charge m</b>	<b>Pression m</b>
Noeud n166	1108	941,64	-166,36
Noeud n167	1109	938,55	-170,45
Noeud n171	1088	937,08	-150,92
Noeud n173	1102	930,34	-171,66
Noeud n174	1100	930,3	-169,7
Noeud n178	1099	934,22	-164,78
Noeud n180	1095	928,46	-166,54
Noeud n184	1090	937,01	-152,99
Noeud n188	1111	908,84	-202,16
Noeud n192	1106	871,29	-234,71
Noeud n208	1083	844,47	-238,53
Noeud n209	1082	842,04	-239,96
Noeud n210	1102	835,6	-266,4
Noeud n214	1083	841,79	-241,21
Noeud n215	1094	843,59	-250,41
Noeud n216	1083	841,29	-241,71
Noeud n218	1087	844,26	-242,74
Noeud n219	1106	949,73	-156,27
Noeud n221	1133	1088,08	-44,92
Noeud n226	1133	1087,38	-45,62
Noeud n227	1133	1087,38	-45,62
Noeud n228	1130	1087,34	-42,66
Noeud n229	1126	1086,21	-39,79
Noeud n230	1131	1085,92	-45,08
Noeud n231	1133	1085,91	-47,09
Noeud n233	1136	1086,74	-49,26
Noeud n234	1134	1088,06	-45,94
Noeud n235	1128	1088,03	-39,97
Noeud n239	1112	1165,35	53,35
Noeud n240	1154	1136,78	-17,22
Noeud n243	1140	1132,7	-7,3
Noeud n244	1119	1131,63	12,63
Noeud n245	1050	703,77	-346,23
Noeud n246	1048	703,44	-344,56
Noeud n247	1091	859,97	-231,03
Noeud n248	1091	859,02	-231,98
Noeud n250	1098	834,27	-263,73
Noeud n251	1090	830,87	-259,13
Noeud n252	1089	842,12	-246,88
Noeud n253	1089	842,1	-246,9
Noeud n254	1097	830,19	-266,81
Noeud n255	1093	824,87	-268,13
Noeud n257	1083	821,19	-261,81
Noeud n259	1143	1149,96	6,96

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

<b>ID Noeud</b>	<b>Altitude m</b>	<b>Charge m</b>	<b>Pression m</b>
Noeud n260	1143	1152,81	9,81
Noeud n261	1101	837,63	-263,37
Noeud n262	1091	833,39	-257,61
Noeud n263	1091	828,72	-262,28
Noeud n264	1041	656,97	-384,03
Noeud n265	1042	655,73	-386,27
Noeud n266	1040	655,72	-384,28
Noeud n267	1041	655,42	-385,58
Noeud n269	1041	660,62	-380,38
Noeud n270	1049	673,8	-375,2
Noeud n271	1049	669,29	-379,71
Noeud n272	1048	665,79	-382,21
Noeud n273	1048	664,68	-383,32
Noeud n274	1042	663,27	-378,73
Noeud n275	1046	665,16	-380,84
Noeud n276	1042	664,87	-377,13
Noeud n277	1054	709,03	-344,97
Noeud n278	1054	704,41	-349,59
Noeud n280	1046	668,92	-377,08
Noeud n281	1052	702,89	-349,11
Noeud n282	1054	702,7	-351,3
Noeud n283	1051	702,71	-348,29
Noeud n285	1052	703,95	-348,05
Noeud n287	1101	834,24	-266,76
Noeud n288	1100	834,21	-265,79
Noeud n289	1101	834,19	-266,81
Noeud n291	1091	859,88	-231,12
Noeud n292	1078	821,05	-256,95
Noeud n293	1080	821,14	-258,86
Noeud n297	1094	824,28	-269,72
Noeud n298	1106	905,53	-200,47
Noeud n299	1099	830,08	-268,92
Noeud n300	1100	904,47	-195,53
Noeud n301	1100	903,55	-196,45
Noeud n302	1104	902,3	-201,7
Noeud n304	1101	901,21	-199,79
Noeud n305	1098	901,13	-196,87
Noeud n307	1107	902,81	-204,19
Noeud n309	1106	902,65	-203,35
Noeud n310	1111	902,72	-208,28
Noeud n311	1093	900,03	-192,97
Noeud n312	1097	903,07	-193,93
Noeud n313	1099	904,07	-194,93
Noeud n314	1139	1100,99	-38,01

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

<b>ID Noeud</b>	<b>Altitude m</b>	<b>Charge m</b>	<b>Pression m</b>
Noeud n315	1057	766,24	-290,76
Noeud n316	1044	662,93	-381,07
Noeud n319	1027	652,37	-374,63
Noeud n320	1110	1108,91	-1,09
Noeud n322	1103	954	-149
Noeud n324	1122	963,84	-158,16
Noeud n338	1114	1099,57	-14,43
Noeud n339	1126	1099,59	-26,41
Noeud n340	1103	954	-149
Noeud n341	1141	1149,93	8,93
Noeud n343	1134	1088,06	-45,94
Noeud n345	1128	1166,4	38,4
Noeud n346	1094	844,94	-249,06
Noeud n347	1095	844,65	-250,35
Noeud n349	1102	962,98	-139,02
Noeud n351	1091	859,82	-231,18
Noeud n352	1091	859,87	-231,13
Noeud n353	1101	837,63	-263,37
Noeud n354	1101	846,71	-254,29
Noeud n355	1116	1080,02	-35,98
Noeud n356	1123	962,65	-160,35
Noeud n360	1125	1080,1	-44,9
Noeud n361	1124	1088,76	-35,24
Noeud n366	1121	1075,33	-45,67
Noeud n367	1123	955,91	-167,09
Noeud n369	1085	944,11	-140,89
Noeud n370	1111	945,47	-165,53
Noeud n372	1124	953,94	-170,06
Noeud n373	1115	952,06	-162,94
Noeud n375	1111	962,22	-148,78
Noeud n376	1092	951,39	-140,61
Noeud n378	1096	944,08	-151,92
Noeud n379	1138	1144,97	6,97
Noeud n380	1130	1144,04	14,04
Noeud n381	1133	1103,52	-29,48
Noeud n382	1133	1103,52	-29,48
Noeud N2	1139	1110,94	-28,06
Noeud N5	1130	1020,01	-109,99
Noeud N7	1128	1083,19	-44,81
Noeud N8	1119	991,92	-127,08
Noeud N9	1123	966,29	-156,71
Noeud N1	1096	844,53	-251,47

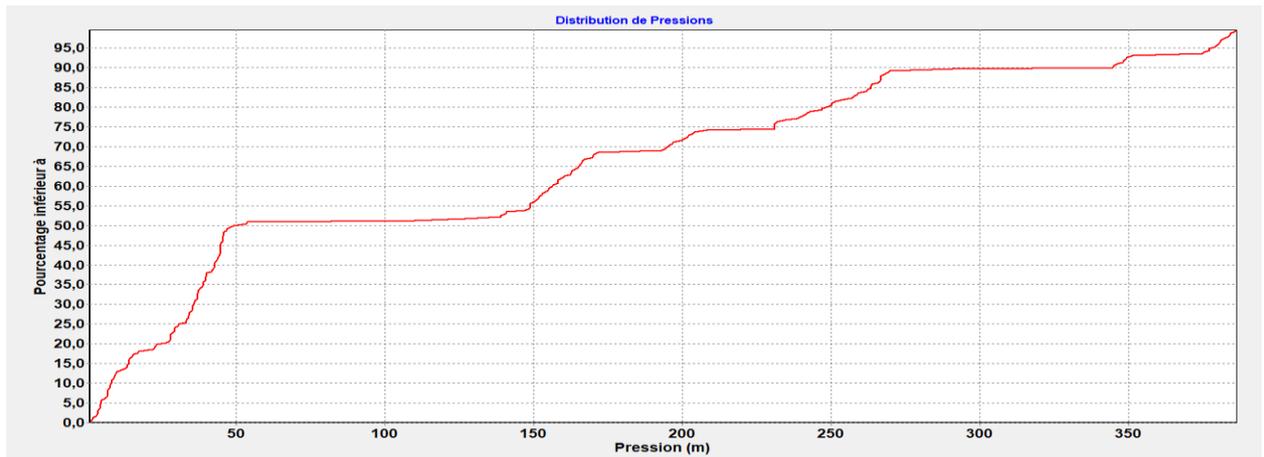


Figure III.4 : Distribution des pressions dans le réseau existant

### ➤ Remarque :

Le type de réseau de distribution ramifié n'est pas adapté à une zone densément peuplée en raison des problèmes suivants :

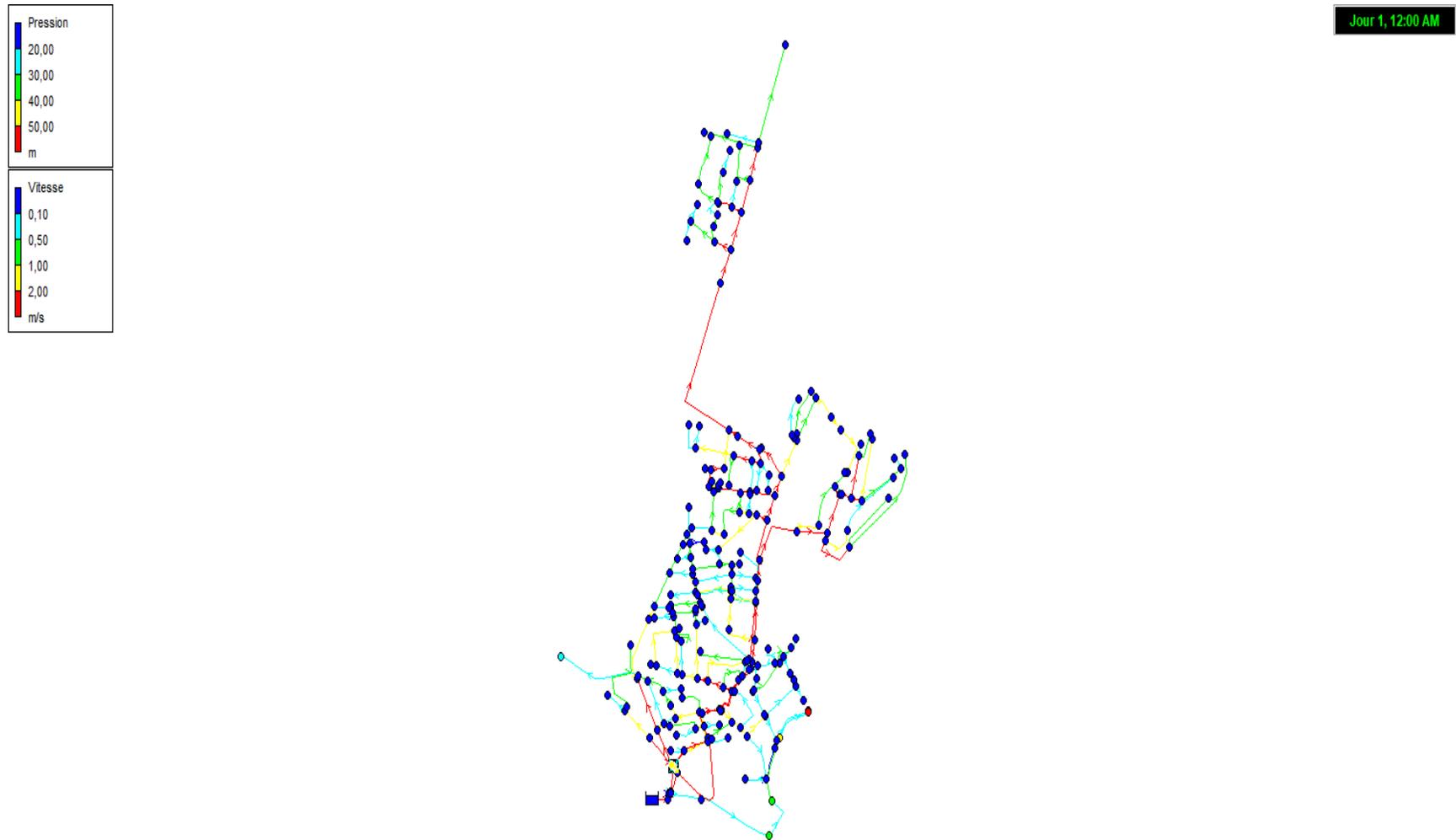
- **Nombre élevé de conduites d'impasse** : Ces conduites entraînent une augmentation des pertes de charge singulières, qui peuvent parfois dépasser les pertes de charge linéaires, réduisant ainsi l'efficacité globale du réseau.
- **Stagnation de l'eau** : Les conduites d'impasse favorisent la stagnation de l'eau, ce qui peut entraîner la croissance de bactéries et compromettre la qualité de l'eau potable.
- **Colmatage des conduites** : La stagnation de l'eau peut conduire à l'accumulation de sédiments, entraînant le colmatage des conduites.

De plus, dans la plupart des tronçons du réseau :

- **Pression hydraulique insuffisante** : Cette insuffisance est souvent due au surdimensionnement du réseau, ce qui peut entraîner une répartition inégale de la pression et des défaillances dans la distribution.
- **Très faibles vitesses** : Les faibles vitesses dans certains tronçons peuvent provoquer le dépôt de calcaire dans les conduites, réduisant ainsi leur capacité et leur efficacité.
- **Fortes vitesses** : Des vitesses élevées dans d'autres tronçons peuvent causer des pertes de charge excessives et des turbulences, ce qui peut endommager les conduites et nuire à l'efficacité du réseau.

### ➤ Les recommandations :

D'après les observations sur notre réseau, il est préférable d'opter pour un réseau maillé afin de mieux répondre aux besoins de cette agglomération, en utilisant le PEHD comme matériau.



**Figure III.5 :** Etat des pressions et vitesses au réseau existant Cas de pointe l’horizon 2054

### **III.4-Conclusion :**

Une étude de l'état physique et hydraulique du réseau de distribution actuel montre que d'ici 2054, le réseau existant sera fortement déséquilibré, avec de grandes fluctuations de vitesse dans les canalisations et des pressions insuffisantes au niveau des nœuds, il a également été observé que plusieurs canalisations d'eau connaissent des problèmes tels que des fuites d'eau, nous pouvons conclure que la rénovation totale du réseau est nécessaire.

# **CHAPITRE IV :**

# **RESERVOIRS**

### IV.1-Introduction :

Le réservoir est une structure qui stock temporairement l'eau en attendant sa distribution. Il permet de réguler le débit d'eau et couvrir la consommation d'eau du réseau 24h/24. Dans le présent chapitre on s'intéresse à évaluer les besoins de stockage du réservoir afin de satisfaire la demande en eau dans la région d'étude.

### IV.2-Utilité du réservoir :

- Emmagasiner l'eau lorsque la consommation est inférieure à la production, et restituer l'eau pendant les heures de pointe.
- Equilibrer la pression et le débit de l'eau entre la phase de production et de consommation.
- Assurer la continuité de distribution pendant l'arrêt de la pompe dans les agglomérations.
- Assurer l'entretien et la maintenance dans les stations de pompage.
- Faire face aux demandes exceptionnelles à savoir en cas d'incendie.

### IV.3-Les types des réservoirs :

#### IV.3.1-Selon la topographie de l'emplacement du réservoir

Selon la topographie du terrain d'implantation des réservoirs, on distingue :

- a) **Les réservoirs surélevés** : utilisé lorsque le terrain est plat dans le but d'assurer la distribution par gravité.
- b) **Les réservoirs situés au sol** : si le terrain d'implantation du réservoir est favorable pour assurer la distribution gravitaire, celui-ci est installé directement sur le sol.
- c) **Les réservoirs enterrer** : employé lorsque le réservoir est construit à même la station de traitement de l'eau ou lorsque l'emplacement est suffisamment élevé.
- d) **Les réservoirs semi enterrer**

#### IV.3.2-Selon les matériaux utilisés :

##### a) Réservoir métallique

- Avantages : Rapidité d'exécution, faible charge en eau.
- Inconvénients : Difficile à entretenir, cout d'entretien et de main-d'œuvre élevés,

##### b) Réservoir en béton armé

- Avantages : Matériaux durable, grande capacité de stockage.
- Inconvénients : difficulté dans la réparation des fuites et des fissures, nécessite une couche imperméable pour recouvrir le béton.

##### c) Réservoir en maçonnerie :

- Avantage : durable
- Inconvénient : nécessite un entretien régulier.

### IV.3.3- Selon la forme :

On peut les classés selon la forme de la cuve :

- Les réservoirs circulaires
- Les réservoirs rectangulaires
- Les réservoirs de forme quelconque

**N.B :** La forme circulaire permet un dimensionnement plus économique. Cependant, les formes rectangulaires sont généralement plus faciles à mettre en œuvre car aucun coffrage courbe n'est nécessaire.

### IV.3.4-Situation par rapport à la distribution :

- Réservoir en charge sur le réseau
- Réservoir nécessitant une surpression

### IV.4-Emplacement des réservoirs :

L'emplacement du réservoir doit concilier les conditions suivantes :

- Doit garantir la pression de service contractuelle au point le plus défavorable hydrauliquement en termes de pression, à condition de faciliter l'écoulement de l'eau.
- Se situer au centre de la zone desservie pour minimiser la longueur et le diamètre des conduites principales.
- Être construit au point géométriquement le plus haut de la zone couverte afin de minimiser sa hauteur par rapport au terrain naturel.
- Prendre en considération Les pertes de charge du réservoir aux point le plus défavorable.

### IV.5-Exigences techniques à satisfaire dans la construction d'un réservoir :

A. **Résistance :** Le réservoir doit, dans toutes ses parties, équilibrer les efforts auxquels il est soumis.

B. **Étanchéité :** le réservoir doit être étanche pour éviter toute fuite de l'eau qu'il contient.

C. **Durabilité :** Le réservoir doit durer dans le temps, c'est-à-dire que le matériau dont il est constitué, doit conserver ses propriétés initiales après un contact prolongé avec l'eau qu'il est destiné à contenir.

### **IV.6-Équipement du réservoir :**

Chacun des compartiments d'un réservoir doit être muni d'une conduite d'alimentation, d'une conduite de distribution, d'une conduite de vidange et enfin, d'une conduite de trop-plein. Les dispositions spéciales qui peuvent être prises pour constituer la réserve incendie ne modifient en rien ces principes ; ce ne sont que des aménagements de détail.

#### **IV.6.1-Conduite d'arrivée :**

L'adduction s'effectue soit par sur verse, soit en chute libre, soit en prolongeant la conduite de façon que son extrémité soit toujours noyée.

L'arrivée en chute libre provoque une oxygénation de l'eau, ce qui peut être favorable pour des eaux souterraines.

Techniquement, l'arrivée par sur verse permet d'avoir, pour l'arrivée de l'eau, une altitude constante définie.

#### **IV.6.2-Conduite de distribution :**

Le départ de la conduite de distribution s'effectue à 0.15 ou 0.20 m au-dessus du radier en vue d'éviter d'introduire dans la distribution des boues ou des sables qui, éventuellement, pourraient se décanter dans la cuve.

La conduite de distribution doit être munie à son origine d'une crépine. Dans le cas d'une distribution par gravité, une crépine simple est utilisée ; dans le cas d'une aspiration, il faut prévoir un clapet au pied de la crépine.

La conduite de distribution doit être placée au sens opposé de la conduite d'arrivée pour provoquer le phénomène de brassage.

#### **IV.6.3-Conduite du trop-plein :**

Cette conduite doit pouvoir évacuer le surplus d'eau d'arrivée en cas de remplissage total du réservoir. La canalisation de trop-plein débouchera à un exutoire voisin. Pour éviter une pollution ou une introduction d'animaux ou de moustiques qui pourraient pénétrer dans le réservoir, un clapet doit être installé dans la canalisation.

#### **IV.6.4-Conduite de vidange :**

Elle part du point bas du réservoir (point le plus bas du radier, sa crépine est située dans la souille du réservoir), afin de pouvoir évacuer les dépôts. Elle peut se raccorder sur la canalisation de trop-plein, et comporte un robinet-vanne.

#### **IV.6.5-Conduite de by-pass entre adduction et distribution :**

En cas de nettoyage ou réparation du réservoir, il est bon de prévoir un contact entre ces deux conduites.

### IV.6.6-Comptage :

A la sortie du réservoir, un compteur doit être placé dans la conduite de distribution afin que la consommation totale puisse être relevée régulièrement.

### IV.6.7-Robinets-vannes :

Chaque conduite doit être équipé d'un robinet-vanne pour pouvoir débrancher n'importe lequel.

### IV.6.8-Matérialisation de la réserve d'incendie :

Pour garantir une réserve d'eau dédiée à la lutte contre les incendies, il est crucial d'en restreindre l'utilisation normale. À cet effet, un système de siphon est mis en place comme suit :

- En temps normal : La vanne 2 est fermée, la vanne 1 est ouverte, l'eau est disponible pour l'usage normal, et la réserve d'incendie est protégée.
- En cas d'incendie : Ouvrir la vanne 2 et la vanne 1 permet à l'eau de circuler vers la réserve d'incendie.

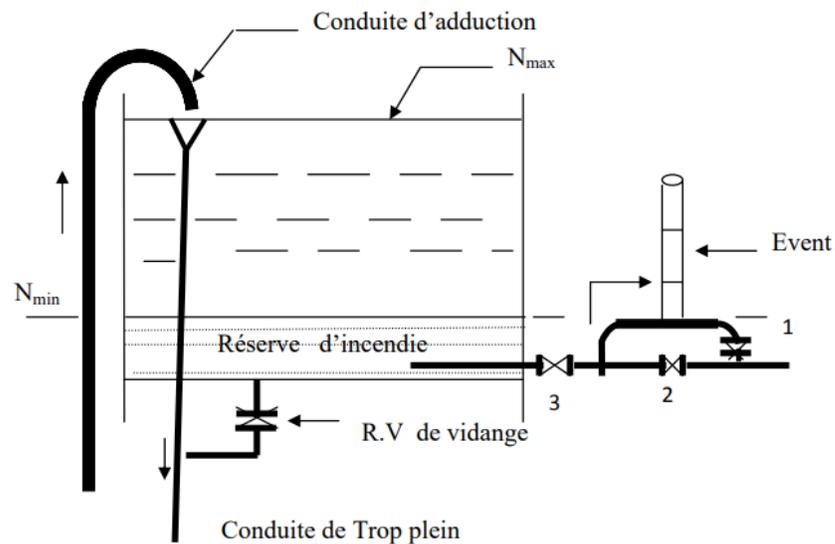


Figure IV.1 : Equipement du réservoir.[3]

### IV.7-Analyse de la capacité de stockage :

Un réservoir doit être dimensionné pour répondre aux fonctions qui lui sont demandées depuis sa mise en service jusqu'aux conditions les plus exigeantes (demande de pointe).

**IV.7.1-Principe de calcul :**

Deux méthodes peuvent être utilisées pour calculer la capacité de stockage d'un réservoir d'alimentation : graphique et analytique.

Dans cette étude, nous avons choisi une méthode analytique qui consiste à déterminer le résidu dans le réservoir et son volume à chaque heure de la journée.

Le volume sera :

$$V_r = a(\%) * \frac{Q_{maxj}}{100} \quad [m^3] \dots\dots\dots IV.1$$

Avec :

- $V_r$  : capacité résiduelle (m3).
- a: fraction horaire du débit maximum journalier (%).
- $Q_{max,j}$  : La consommation maximale journalière (m3/j).

Le volume total sera :

$$V_T = V_r + V_{inc} \dots\dots\dots IV.2$$

Avec :

- $V_T$  : capacité totale du réservoir (m3).
- $V_{inc}$  : volume d'incendie [80 – 120] m3

Concernant le régime de la variation de l'alimentation des réservoirs on a :

- Soit un pompage pendant les 24heures de la journée.
- Soit un pompage discontinu

Pour des raisons économiques, nous choisissons une durée de pompage discontinu de 20 heures. Donc nous arrêterons la pompe de 17h à 21h.

**Tableau IV.1 : Détermination de la capacité du stockage actuel 2024.**

Heures	Ch %	Qarriv %	Stockage %	Départ d'eau %	Reste dans le réservoir %
0_1	1,5	5	3,5	-	12
1_2	1,5	5	3,5	-	15,5
2_3	1,5	5	3,5	-	19
3_4	1,5	5	3,5	-	22,5
4_5	2,5	5	2,5	-	25
5_6	3,5	5	1,5	-	26,5
6_7	4,5	5	0,5	-	27
7_8	5,5	5	-	0,5	26,5
8_9	6,25	5	-	1,25	25,25
9_10	6,25	5	-	1,25	24
10_11	6,25	5	-	1,25	22,75

## CHAPITRE IV : RESERVOIRS

Heures	Ch %	Qarriv %	Stockage %	Départ d'eau %	Reste dans le réservoir %
11_12	6,25	5	-	1,25	21,5
12_13	5	5	-	0	21,5
13_14	5	5	-	0	21,5
14_15	5,5	5	-	0,5	21
15_16	6	5	-	1	20
16_17	6	5	-	1	19
17_18	5,5	0	-	5,5	13,5
18_19	5	0	-	5	8,5
19_20	4,5	0	-	4,5	4
20_21	4	0	-	4	0
21_22	3	5	2	-	2
22_23	2	5	3	-	5
23_24	1,5	5	3,5	-	8,5

**Tableau IV.2 : Détermination de la capacité du stockage futur 2054.**

Heures	Ch %	Qarriv %	Stockage %	Départ d'eau %	Reste dans le réservoir %
0_1	3	5	2	-	4,3
1_2	3,2	5	1,8	-	6,1
2_3	2,5	5	2,5	-	8,6
3_4	2,6	5	2,4	-	11
4_5	3,5	5	1,5	-	12,5
5_6	4,1	5	0,9	-	13,4
6_7	4,5	5	0,5	-	13,9
7_8	4,9	5	0,1	-	14
8_9	4,9	5	0,1	-	14,1
9_10	5,6	5	-	0,6	13,5
10_11	4,8	5	0,2	-	13,7
11_12	4,7	5	0,3	-	14
12_13	4,4	5	0,6	0	14,6
13_14	4,1	5	0,9	-	15,5
14_15	4,2	5	0,8	-	16,3
15_16	4,4	5	0,6	-	16,9
16_17	4,3	5	0,7	-	17,6
17_18	4,1	0	-	4,1	13,5
18_19	4,5	0	-	4,5	9
19_20	4,5	0	-	4,5	4,5
20_21	4,5	0	-	4,5	0
21_22	4,8	5	0,2	-	0,2

## CHAPITRE IV : RESERVOIRS

22_23	4,6	5	0,4	-	0,6
23_24	3,3	5	1,7	-	2,3

D'après les calculs des deux tableaux on trouve que :

- Pour l'horizon 2024 avec une population de 29342 habitants (entre 10000 et 50000), un maximum de reste dans le réservoir  $a=27\%$
- Pour l'horizon 2054 avec une population de 61547 habitants (entre 50001 et 100000). Un maximum de reste de  $a=17,6\%$

Après avoir déterminé la fraction horaire du débit maximum on calcule le volume total pour l'horizon actuel et futur et on fait le bilan pour vérifier si la capacité répond aux besoins.

**Tableau IV.3 : Bilan de capacité de stockage.**

Horizon	Actuel 2024	Futur 2054
a(%)	27	17,6
$Q_{\max j}$ (m <sup>3</sup> /j).	5828,49	18562,21
$V_u$ (m <sup>3</sup> ).	1573,69	3266,95
$V_{inc}$ (m <sup>3</sup> )	120,00	120,00
Besoins en stockage (m <sup>3</sup> )	1693,69	3386,95
Capacité disponible (m <sup>3</sup> )	2000,00	2000,00
Déficit (m <sup>3</sup> )	-	1386,95
Surplus (m <sup>3</sup> )	306,31	-

### IV.7.2- Les réservoirs existants :

La capacité de stockage actuelle, de 2000 m<sup>3</sup>, s'avère insuffisante pour répondre aux besoins futurs du secteur R3 de Khenchela. Notre étude a révélé un déficit de 1386,95 m<sup>3</sup>. Il est donc nécessaire de construire deux réservoirs supplémentaires, de capacité 750m<sup>3</sup>

### IV.8-Les réservoirs projetés :

Les deux réservoirs projetés sont semi-enterrés et en béton armé, de forme circulaire. Ces réservoirs seront intégrés au réseau en charge et comporteront plusieurs équipements essentiels : une conduite d'arrivée en chute libre, une conduite de distribution munie d'une crépine simple, une conduite du trop-plein, une conduite de vidange, ainsi qu'une conduite de by-pass entre l'adduction et la distribution. Ils seront également équipés de comptage, de robinets-vannes et d'une

matérialisation de la réserve d'incendie en siphon pour assurer une gestion optimale et fiable du réseau.

**IV.9-Dimensionnement du réservoir :**

On choisit un réservoir circulaire avec les dimensions suivantes :

$$V = \left(\frac{\pi D^2}{4}\right) \cdot H \dots\dots\dots \text{IV.3}$$

- V : volume du réservoir (m<sup>3</sup>).
  - D : diamètre du réservoir (m).
  - H : hauteur d'eau dans le réservoir, elle varie entre (3-6) m pour un réservoir de taille moyenne.
- On prend H=5m pour les 2 réservoir et on calcule le diamètre :

$$D = \sqrt{\frac{4 * 750}{\pi * 5}} = 13,82$$

- On prend un diamètre normalisé de 14m puis on calcule la surface :

$$S = \frac{\pi * D^2}{4} \dots\dots\dots \text{IV.4}$$

$$S = \frac{\pi * 14^2}{4} = 153,93m^2$$

- Ensuite on calcule la hauteur de la cuve :

$$H = \frac{v}{s} \dots\dots\dots \text{IV.5}$$

$$H = \frac{V}{S} = \frac{750}{153,93} = 4,87m$$

On prend une hauteur de 5m pour les deux réservoirs.

- Finalement, on calcule la hauteur d'incendie :

$$H_{inc} = \frac{V_{inc}}{S} \dots\dots\dots \text{IV.6}$$

$$H_{inc} = \frac{120}{153.93} = 0,78m$$

**Tableau IV.4:** caractéristique des réservoirs projetés.

Réservoirs	Volume (m <sup>3</sup> )	Diamètre (m)	H <sub>cuve</sub> (m)	H <sub>inc</sub> (m)
Projeté	750	14	5	0,78

### IV.10-Précautions nécessaires pour préserver la qualité de l'eau :

- Assurer l'étanchéité du réservoir.
- Limiter l'éclairage naturel à l'intérieur du réservoir (apparition d'algues).
- Assurer un renouvellement permanent d'eau.
- Nettoyer et désinfecter le réservoir au moins une fois par an.

### IV.11-Conclusion :

Suite au calcul du volume de stockage à l'aide de méthode analytique, il a été constaté qu'il était nécessaire de projeter de nouveaux ouvrages de stockage, pour répondre aux besoins de stockage jusqu'en 2054 on a choisi deux réservoirs de capacité de 750 m<sup>3</sup> de type semi enterré.

**Chapitre V :**  
**Réhabilitation du réseau**  
**D'AEP à l'horizon 2054**

### V.1-Introduction :

Suite à l'évaluation de l'état physique et hydraulique du réseau de distribution actuel, un grand nombre de fuites et d'autres problèmes ont été identifiés, par conséquent une réhabilitation est nécessaire dans le but de restaurer une bonne fonctionnalité hydraulique et satisfaire les besoins futurs de notre zone d'étude.

### V.2-Structure du réseau :

L'eau est distribuée aux consommateurs par des réseaux de conduites locaux, à l'intérieur de la zone alimentée. Les principaux éléments d'un réseau de distribution sont : les conduites, les branchements et les pièces spéciales.

Selon les liaisons entre les différents tronçons de distribution, on distingue généralement trois types de réseaux :

#### V.2.1-Réseau ramifié :

Les réseaux ramifiés sont les réseaux les plus simples. L'eau suit un parcours unique (des conduites principales vers les conduites secondaires vers les conduites tertiaires).

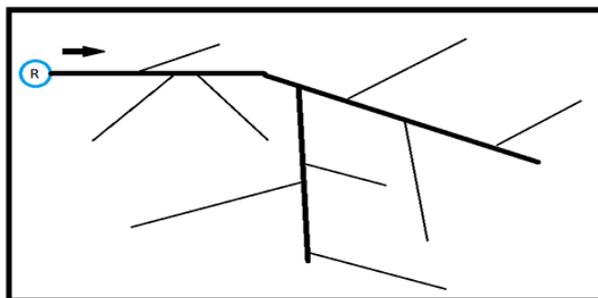


Figure V.1 : schéma d'un réseau ramifié.[1]

#### V.2.2-Réseau maillé :

Les réseaux maillés, plus complexes, sont caractérisés par des parcours de l'eau multiples donc chaque point du réseau peut être alimenté en eau de deux ou plusieurs côtés.

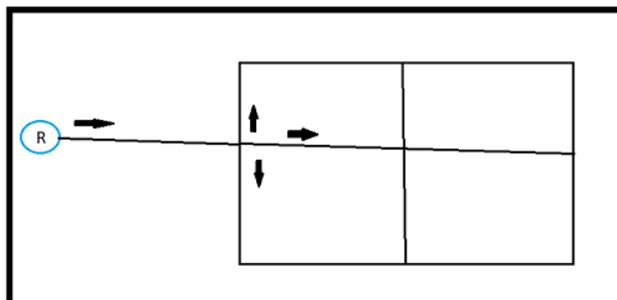


Figure V.2 : Schéma d'un réseau maillé.[1]

### V.2.3-Réseau mixte :

Un réseau mixte est un réseau maillé pouvant éventuellement contenir plusieurs branches et alimenter certaines zones isolées de la ville.

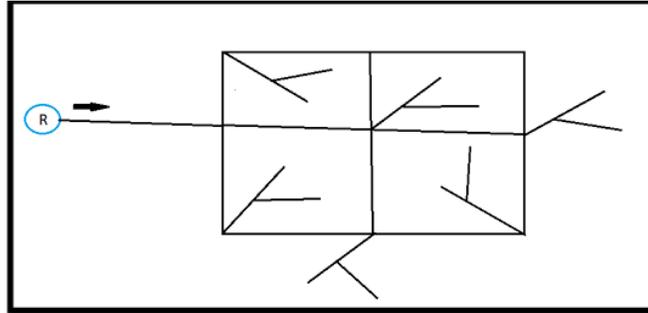


Figure V.3 : Schéma d'un réseau mixte.[1]

### V.2.4-Réseau étagé :

Le réseau étagé est adopté pour les agglomérations dont le relief est accidenté, où la différence de charge entre le réservoir et le point le plus bas du réseau est importante.

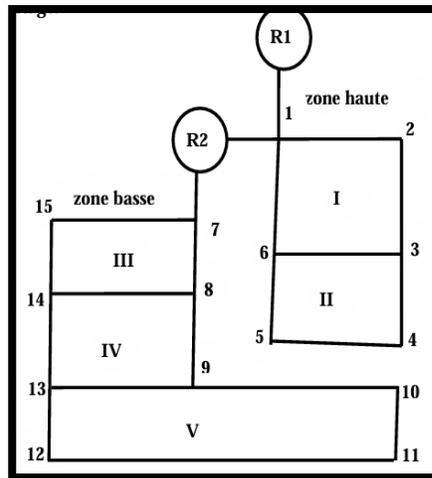


Figure V.4 : Schéma d'un réseau étagé.[1]

**NB :** Étant donné que le secteur R3 est une zone dense en population, nous avons opté pour un réseau maillé avec quelques ramifications.

### **V.3-Exigences fondamentales du réseau :**

Les exigences fondamentales d'un réseau de distribution d'eau potable comprennent plusieurs aspects essentiels pour assurer un approvisionnement en eau efficace et sûr aux utilisateurs tel que :

- Garantir une distribution continue et fiable de l'eau potable.
- Maintenir une pression d'eau suffisante pour assurer un débit adéquat a tous les points de distribution.
- Assurer un équilibre hydraulique pour éviter les surpressions et les dépressions.

### **V.4-Tracé des conduites.**

Il est évident que d'une manière générale, on doit choisir le tracé qui permet d'alimenter l'abonné avec une longueur de conduite minimale et un coût de réalisation le moins cher possible, mais dans la réalité les conduites d'AEP par leur fonction même, elles doivent être posées le long des rues de l'agglomération sauf pour les conduites d'amenée dont le tracé doit être choisi de la même manière qu'une conduite d'adduction. Dans notre cas nous avons changé le tracer de notre réseau en raison du changement de type de réseau.

### **V.5-Choix du type de matériaux :**

Le choix du matériau des conduites dépend de plusieurs facteurs tel que la durabilité, résistance à la corrosion, facilité d'installation, le coût et la disponibilité sur le marché.

Les matériaux les plus utilisés dans les conduites d'AEP sont le PVC, PEHD, fonte ductile et l'acier galvanisé. Dans notre cas on a opté pour les conduites en PEHD (polyéthylène haute densité) pour ses avantages qui sont :

- Résistant à la corrosion et au choc.
- Durable.
- Facile à installer.
- Plus léger.
- Plus facile à transporter.
- Plus simples à enterrer et vont demander moins de manutentions.
- Souple aux mouvements du terrain.

### **V.6-Système de distribution :**

Étant donné que le terrain est accidenté, nous avons opté pour le système de réservoir en tête. Dans ce système le réservoir se situe entre la station de pompage et le réseau, il doit être placé à une hauteur suffisante pour garantir une pression adéquate partout.

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

Le calcul hydraulique du réseau de distribution est basé sur :

- Le calcul se fait par le débit pointe horaire.
- Condition d'incendie doit être vérifiée avec un débit de 17l/s au point défavorable.
- Une pression minimale de 1bars aux points élevés et une pression maximale de 6 bars aux points bas.
- Une vitesse d'écoulement entre 0,5m/s et 1,5m/s et peut aller jusqu'à 2,5m/s dans le cas d'incendie.
- Dans les tronçons avec bouche d'incendie, le diamètre minimal est de 80mm.

**V.8-Calcul des débits de dimensionnement :**

**V.8.1-Cas de pointe (l'horizon 2054) :**

**A. Débit de pointe :**

$$Q_p = Q_{maxh} = \sum Q_r + \sum Q_{conc} \dots \dots \dots V.1$$

- $Q_{maxh}$  : débit consommé (l/s).
- $Q_r$  : est le débit en route globale (l/s).
- $Q_{conc}$  : Débit concentré (l/s), dans notre cas  $Q_{conc} = 0$
- $Q_p$  : Débit de pointe (l/s).

**$Q_p = 330,86 \text{ l/s}$**

**B. Débit spécifique :**

$$q_{sp} = \frac{\sum Q_r}{\sum L_i} \dots \dots \dots V.2$$

- $\sum L_i$  : Somme des longueurs des conduites de distribution (ml).
- $Q_r$  : est le débit en route globale (l/s).
- $q_{sp}$  : débit spécifique (l/s/ml).

$$q_{sp} = 330,86/12392,91 = 0,0267(l/s/ml)$$

**C. Débit en route :**

$$Q_{ri} = q_{sp} \times L_i \dots \dots \dots V.3$$

- $Q_{ri}$  : Débit en route de chaque tronçon (l/s).
- $q_{sp}$  : Débit spécifique (l/s/ml).

**D. Débit au nœud :**

$$Q_{ni} = \frac{1}{2} \sum Q_{ri} \dots \dots \dots V.4$$

- $Q_{ni}$  : débit nodale de chaque nœud (l/s).
- $Q_{ri}$  : débit en route de chaque tronçon dans un seul nœud (l/s).

### V.8.2-Détermination des Débits aux nœuds :

Tableau V.1 : Les débits aux nœuds.

Nœud	Tronçon	Longueur	$q_{sp}$	$Q_r$	$Q_n$
n1	p9	53,4	0,0267	1,4	12,13
	p25	855,59	0,0267	22,8	
n2	p22	482,49	0,0267	12,9	18,75
	p34	869,09	0,0267	23,2	
n3	p9	53,4	0,0267	1,4	28,36
	p41	415,22	0,0267	11,1	
	p25	855,59	0,0267	22,8	
n4	p24	854,01	0,0267	22,8	15,77
	p41	415,22	0,0267	11,1	
	p22	482,49	0,0267	12,9	
n5	p144	283,32	0,0267	7,6	13,09
	p150	77,42	0,0267	2,1	
	p32	620,19	0,0267	16,6	
n6	p144	283,32	0,0267	7,6	17
	p24	854,01	0,0267	22,8	
	p150	77,42	0,0267	2,1	
n7	p74	334,46	0,0267	8,9	13,24
	p74	334,46	0,0267	8,9	
	p135	369,15	0,0267	9,9	
n8	p2	288,35	0,0267	7,7	13,78
	p2	288,35	0,0267	7,7	
	p14	258,73	0,0267	6,9	
n9	p11	485,21	0,0267	13,0	22,70
	p3	654,34	0,0267	17,5	
	p13	393,79	0,0267	10,5	
n10	p12	652,53	0,0267	17,4	21,49
	p39	586,77	0,0267	15,7	
	p135	369,15	0,0267	9,9	
n11	p3	654,34	0,0267	17,5	16,27
	p33	632,42	0,0267	16,9	
	p39	586,77	0,0267	15,7	
n12	p18	835,01	0,0267		28,32
	p33	632,42	0,0267	16,9	
	p34	869,09	0,0267	23,2	
n13	p32	620,19	0,0267	16,6	3,32
	p32	620,19	0,0267	16,6	
	p18	835,01	0,0267		

## Chapitre V : Réhabilitation du réseau d'AEP à l'horizon 2054

Nœud	Tronçon	Longueur	q <sub>sp</sub>	Q <sub>r</sub>	Q <sub>n</sub>
	p104	159,5	0,0267	4,3	
	p94	89,55	0,0267	2,4	
n14	p96	151,8	0,0267	4,1	6,19
	p94	89,55	0,0267	2,4	
	p157	222,25	0,0267	5,9	
n15	p157	222,25	0,0267	5,9	2,97
n16	p96	151,8	0,0267	4,1	4,16
	p98	79,42	0,0267	2,1	
	p97	80,41	0,0267	2,1	
n17	p97	80,41	0,0267	2,1	1,07
n18	p98	79,42	0,0267	2,1	1,06
n19	p104	159,5	0,0267	4,3	4,73
	p105	135,2	0,0267	3,6	
	p88	59,44	0,0267	1,6	
n20	p95	103,1	0,0267	2,8	3,19
	p88	59,44	0,0267	1,6	
	p89	76,77	0,0267	2,0	
n21	p89	76,77	0,0267	2,0	8,47
	p159	335	0,0267	8,9	
	p158	222,46	0,0267	5,9	
n22	p158	222,46	0,0267	5,9	2,97
n23	p159	335	0,0267	8,9	4,47
n24	p95	103,1	0,0267	2,8	1,38
n25	p105	135,2	0,0267	3,6	6,20
	p106	131,5	0,0267	3,5	
	p5	197,8	0,0267	5,3	
n26	p5	197,8	0,0267	5,3	2,64
n27	p106	131,5	0,0267	3,5	5,97
	p85	292,9	0,0267	7,8	
	p8	22,59	0,0267	0,6	
n28	p85	292,9	0,0267	7,8	3,91
n29	p8	22,59	0,0267	0,6	8,20
	p108	417,6	0,0267	11,1	
	p10	173,76	0,0267	4,6	
n30	p10	173,76	0,0267	4,6	2,32
n31	p108	417,6	0,0267	11,1	5,57
n32	p13	393,79	0,0267	10,5	12,39
	p15	275,38	0,0267	7,4	

Nœud	Tronçon	Longueur	q <sub>sp</sub>	Q <sub>r</sub>	Q <sub>n</sub>
	p14	258,73	0,0267	6,9	
n33	p15	275,38	0,0267	7,4	18,86
	p12	652,53	0,0267	17,4	
	P11	485,21	0,0267	13,0	
				<b>Total</b>	<b>330 ,86</b>

**V.9-Répartition arbitraire des débits :**

Notre réseau de distribution est composé de deux parties, une partie du réseau est de type maillé et l'autre est de type ramifié, donc on fait la répartition arbitraire seulement pour la partie maillée pour déterminer les diamètres de chaque tronçon.

La répartition arbitraire des débits est faite selon les principes de la méthode de HARDY CROSS qui repose sur les deux lois suivantes :

- **1ère loi (loi des nœuds) :** pour un nœud quelconque d'une maille, la somme des débits entrants est égale à la somme des débits sortants (équation de la continuité  $\sum Q=0$ ).
- **2ème loi (loi des mailles) :** Le long d'un parcours orienté et fermé, la somme algébrique des pertes de charges doit être nulle ( $\sum \Delta H = 0$ ). [3]

**NB :** En pratique la 2ème loi des pertes de charge qui devra être nul n'est rarement satisfaite d'une façon rigoureuse le long de tout circuit fermé en tolère une différence de 0,5m.[3]

**V.9.1-Principe de la méthode de HARDY-CROSS :**

Après avoir distribué arbitrairement le débit ainsi que le sens d'écoulement, nous déterminons les diamètres normalisés d'une manière a vérifié les deux lois suscitées.

**V.9.2-Détermination des pertes de charges :**

On détermine les pertes de charges totales comme suit :

$$\Delta H_T = \Delta H_S + \Delta H_L \dots\dots\dots V.5$$

Les pertes de charges singulières sont estimées à 10 % des pertes de charges linéaires :

$$\Delta H_T = \Delta H_L + 0.1 \Delta H_L = 1.1 \Delta H_L \dots\dots\dots V.6$$

Avec :

$\Delta H_S$  : pertes de charge singulières

$\Delta H_L$  : Pertes de charge linéaires

$\Delta H_T$  : Pertes de charge totale.

On calcule les pertes de charges linéaires la formule de DARCY-WEISBACH :

$$\Delta H = \frac{8.\lambda.L.Q^2}{g.\pi^2.D^5} \dots\dots\dots V.7$$

Avec :

$\lambda$  : Coefficient de frottement calculé par la formule de Nikuradse :

$$\lambda = (1.14 - 0.86 * \ln(\xi / D))^{-2} \dots\dots\dots V.8$$

L : Longueur de la conduite (m).

Q : Débit véhiculé par la conduite (m<sup>3</sup> /s).

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

D : Diamètre de la conduite (m).

**V.9.3-Dimensionnement du réseau :**

Notre réseau est composé de 2 parties maillé et ramifié dans ce cas pour le calcul du réseau maillé on considère le débit du réseau ramifié comme un débit concentré au niveau du nœud 11 c'est à dire :

$$Q_{maxh,M} = Q_{maxh,T} - Q_C \dots\dots\dots V.9$$

Avec :

$Q_{maxh,M}$  : le débit max horaire du réseau maillé

$Q_{maxh,T}$  : le débit max horaire totale

$Q_C$  : Un débit concentré qui est égale à la somme des débit route du réseau ramifié.

**A.N:**

$$Q_C = \sum q_{r,r} = 78,79l/s \dots\dots\dots V.10$$

$$Q_{maxh,M} = 252,07l/s$$

On fait la répartition arbitraire des débits en respectant les deux lois de KIRCHOFF, ainsi qu'on fait la variation des vitesses selon l'intervalle [0,5-1,2m/s] et nous obtenons les résultats présentés dans le tableau N°2 :

**Tableau V.2 : Résultat de la répartition arbitraire.**

Tronçon	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	DN int (mm)	$\lambda$	$\Delta HL$	$\Delta HT$
p25	69,88	1,1	352,6	0,0097	0,62	0,68
p9	117,92	1,5	352,6	0,0097	0,11	0,12
p34	27,05	0,54	277,6	0,0101	0,32	0,36
p22	76,58	0,8	352,6	0,0097	0,42	0,46
p41	4,14	0,51	277,6	0,0101	0,00	0,00
p24	49,91	1	352,6	0,0097	0,31	0,35
p144	63,60	0,6	352,6	0,0097	0,17	0,19

Tronçon	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	DN int (mm)	$\lambda$	$\Delta HL$	$\Delta HT$
p150	51,89	0,5	352,6	0,0097	0,03	0,03
p32	0,19	0,5	79,2	0,0127	0,01	0,01
p74	88,80	0,9	352,6	0,0097	0,39	0,43
p135	21,06	0,6	220,4	0,0105	0,27	0,30
p2	57,55	0,75	352,6	0,0097	0,14	0,15
p11	20,18	0,63	220,4	0,0105	0,33	0,36
p14	26,76	0,62	277,6	0,0101	0,09	0,10
p15	7,07	0,58	141	0,0114	0,23	0,26
p13	10,36	0,58	141	0,0114	0,72	0,79
p12	7,71	0,6	141	0,0114	0,66	0,72
p3	2,78	0,7	96,8	0,0123	0,60	0,66
p39	1,75	0,7	79,2	0,0127	0,61	0,67
p33	10,15	0,85	141	0,0114	1,10	1,21

### V.10-Emplacement du réservoir

Selon le chapitre IV, il est nécessaire de projeter deux nouveaux réservoirs de volume 750m<sup>3</sup>.

L'emplacement de ces deux réservoirs sont comme suit :

- Pour le réservoir R1 qui est destiné à alimenter la partie ramifiée ce qui fait que sa cote radier est égale à la cote du point le plus élevé plus les pertes de charges et avec l'ajout de quelques mètres pour assurer des pressions admissibles dans le réseau et en cas d'extension future. Donc il sera projeté à une cote radier égale à 1069m. ce qui nous donne un débit égal à 79l/s.
- Le réservoir R2 est destiné à renforcer le réservoir existant donc son altitude est égale à 1162m.

### V.11-Détermination des paramètres hydrauliques du réseau :

#### V.11.1-Cas de pointe :

##### A. Etat des arcs du réseau (vitesses et pertes de charges) :

Les résultats de la simulation des vitesses et des pertes de charge au niveau des tronçons sont présentés dans le tableau V.3:

**Tableau V.3** : Etat des arcs du réseau (vitesses et pertes de charges).

ID Arc	Diamètre mm	Rugosité mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Perte de chargeT m/km
Tuyau p85	79,2	0,01	3,01	0,61	5,16
Tuyau p88	176,2	0,01	15,75	0,65	2,15
Tuyau p89	141	0,01	12,24	0,78	4
Tuyau p94	141	0,01	11,89	0,76	3,79

## Chapitre V : Réhabilitation du réseau d'AEP à l'horizon 2054

ID Arc	Diamètre mm	Rugosité mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Perte de charge T m/km
Tuyau p96	110,2	0,01	4,84	0,51	2,47
Tuyau p97	51,4	0,01	0,83	0,4	4,13
Tuyau p98	51,4	0,01	0,82	0,39	4,04
Tuyau p104	277,6	0,01	46,17	0,76	1,68
Tuyau p105	220,4	0,01	26,78	0,7	1,91
Tuyau p106	220,4	0,01	19,98	0,52	1,12
Tuyau p108	96,8	0,01	4,29	0,58	3,71
Tuyau p150	277,6	0,01	-84,6	1,4	5,1
Tuyau P9	352,6	0,01	125,96	1,29	3,31
Tuyau P41	220,4	0,01	-25,25	0,66	1,72
Tuyau P74	277,6	0,01	83,43	1,38	4,97
Tuyau P135	220,4	0,01	-26,34	0,69	1,85
Tuyau P144	277,6	0,01	-103,51	1,71	7,4
Tuyau P157	73,2	0,01	2,28	0,54	4,6
Tuyau P158	73,6	0,01	2,28	0,54	4,49
Tuyau P159	90	0,01	3,44	0,54	3,55
Tuyau P5	73,6	0,01	2,03	0,48	3,64
Tuyau P6	53,6	0,01	1,06	0,47	5,24
Tuyau P8	141	0,01	12,38	0,79	4,08
Tuyau P10	63,8	0,01	1,78	0,56	5,74
Tuyau P22	277,6	0,01	-90,39	1,49	5,76
Tuyau P24	141	0,01	-11,83	0,76	3,75
Tuyau P25	277,6	0,01	58,9	0,97	2,62
Tuyau P32	110,2	0,01	-8,84	0,93	7,3
Tuyau P33	110,2	0,01	-8,19	0,86	6,37
Tuyau P34	141	0,01	-21,14	1,35	10,83
Tuyau P39	79,2	0,01	4,33	0,88	9,91
Tuyau P2	277,6	0,01	46,9	0,77	1,73
Tuyau P3	96,8	0,01	5,49	0,75	5,77
Tuyau P11	141	0,01	11,77	0,75	3,73
Tuyau P12	79,2	0,01	2,34	0,48	3,3
Tuyau P13	110,2	0,01	-9,91	1,04	8,99
Tuyau P14	220,4	0,01	-24,52	0,64	1,63
Tuyau P15	96,8	0,01	5,09	0,69	5,04
Tuyau P7	277,6	0,01	-60,61	1	2,77
Tuyau P18	277,6	0,01	-68,61	1,13	3,47
Tuyau P1	277,6	0,01	60,61	1	2,77
Tuyau P16	352,6	0,01	97,1	0,99	2,05
Tuyau P19	352,6	0,01	194,2	1,99	7,38

## Chapitre V : Réhabilitation du réseau d'AEP à l'horizon 2054

ID Arc	Diamètre mm	Rugosité mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Perte de chargeT m/km
Tuyau P20	352,6	0,01	97,1	0,99	2,05

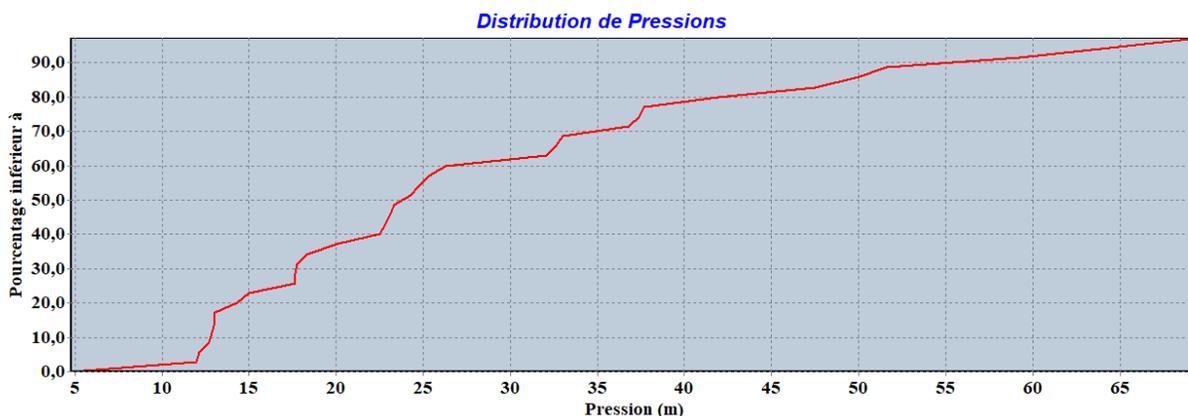
### B. Etat des nœuds du réseau (charges et pressions) :

Les résultats de la simulation des charges et des pressions au niveau des nœuds sont présentés dans le tableau V.4 :

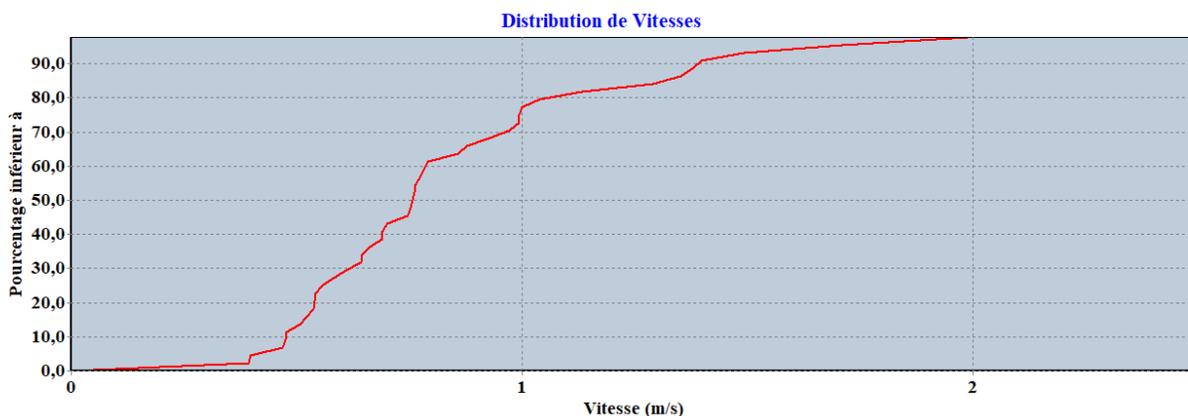
**Tableau V.4** : Etat des nœuds du réseau (charges et pressions).

ID Noeud	Altitude m	Charge m	Pression m
Noeud n17	1130	1163	33
Noeud n46	1155	1168,06	13,06
Noeud n55	1133	1165,1	32,1
Noeud n63	1119	1160,94	41,94
Noeud n101	1048	1065,66	17,66
Noeud n109	1041	1066,35	25,35
Noeud n110	1042	1064,84	22,84
Noeud n112	1041	1065,26	24,26
Noeud n114	1041	1065,78	24,78
Noeud n115	1049	1066,76	17,76
Noeud n116	1049	1066,63	17,63
Noeud n117	1048	1066,32	18,32
Noeud n119	1042	1065,13	23,13
Noeud n121	1042	1065,32	23,32
Noeud n122	1054	1067,03	13,03
Noeud n123	1054	1066,69	12,69
Noeud n125	1046	1066,09	20,09
Noeud n126	1052	1066,31	14,31
Noeud n127	1054	1065,98	11,98
Noeud n128	1051	1065,99	14,99
Noeud n134	1044	1066,5	22,5
Noeud n136	1040	1066,26	26,26
Noeud n137	1027	1064,71	37,71
Noeud n165	1101	1160,26	59,26
Noeud n178	1155	1167,88	12,88
Noeud n187	1130	1162,61	32,61
Noeud n188	1129	1165,81	36,81
Noeud N4	1090	1154,44	64,44
Noeud N6	1111	1158,47	47,47

Noeud N2	1123	1160,44	37,44
Noeud N5	1087	1156,48	69,48
Noeud N7	1107	1158,64	51,64
Noeud N9	1110	1160,02	50,02
Noeud N1	1056	1068,13	12,13
Noeud N3	1158	1168,79	10,76



**Figure V.5 :** Distribution des pressions dans le cas de pointe



**Figure V. 6 :** Distribution des vitesses dans le cas de pointe

### Interprétation :

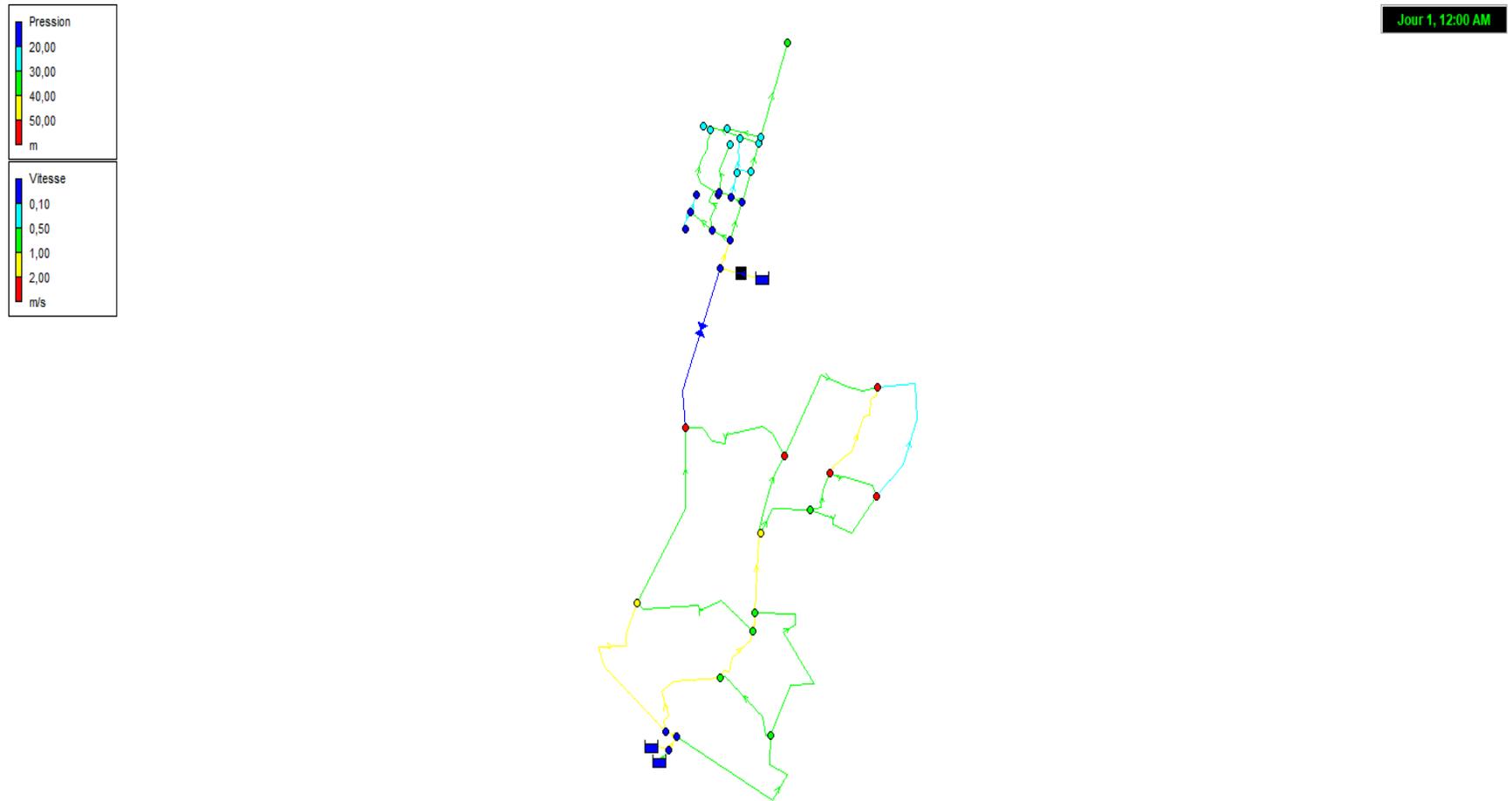
D'après les résultats de la simulation sur EPANET on remarque que :

- La pression dans le réseau varie entre 1bar et 6 bars ainsi que la vitesse varie entre 0,5 et 1,71 m/s, seulement 2 nœuds qui subit des pressions qui dépassent les 6bars et cela est due au dénivelé du terrain, ainsi que quelques tronçons ont des vitesses proches de 0 ,5m/s.

## Chapitre V : Réhabilitation du réseau d'AEP à l'horizon 2054

---

- Ce nouveau réseau fonctionne bien dans le cas de pointe et garantit une distribution fiable et continue d'eau potable jusqu'à l'horizon 2054.



FigureV.7 : Résultats de simulation de vitesses et pressions pour le cas de Pointe

## Chapitre V : Réhabilitation du réseau D'AEP à l'horizon 2054

### V.11.2-Cas de pointe +incendie :

Afin d'assurer que le débit d'incendie donné par le réservoir (17 l/s) se trouve au point le plus défavorable qui est le nœud 5 on a :

$$Q_{n5} = 13,09 + 17 = 30,09 \text{ l/s}$$

#### A. Etat des arcs du réseau (vitesses et pertes de charges) :

Les résultats de la simulation des vitesses et des pertes de charge au niveau des tronçons sont présentés dans le tableau N°5 :

**TableauV.5** : Etat des arcs du réseau (vitesses et pertes de charges) en cas pointe+incendie.

ID Arc	Diamètre Mm	Rugosité mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Perte de ChargeT m/km
Tuyau p85	79,2	0,01	3,01	0,61	5,16
Tuyau p88	176,2	0,01	15,75	0,65	2,15
Tuyau p89	141	0,01	12,24	0,78	4
Tuyau p94	141	0,01	11,89	0,76	3,79
Tuyau p96	110,2	0,01	4,84	0,51	2,47
Tuyau p97	51,4	0,01	0,83	0,4	4,13
Tuyau p98	51,4	0,01	0,82	0,39	4,04
Tuyau p104	277,6	0,01	46,17	0,76	1,68
Tuyau p105	220,4	0,01	26,78	0,7	1,91
Tuyau p106	220,4	0,01	19,98	0,52	1,12
Tuyau p108	96,8	0,01	4,29	0,58	3,71
Tuyau p150	277,6	0,01	-99,38	1,64	6,87
Tuyau P9	352,6	0,01	137,16	1,4	3,88
Tuyau P41	220,4	0,01	-29,28	0,77	2,25
Tuyau P74	277,6	0,01	99,98	1,65	6,94
Tuyau P135	220,4	0,01	-30,84	0,81	2,47
Tuyau P144	277,6	0,01	-117,82	1,95	9,41
Tuyau P157	73,2	0,01	2,28	0,54	4,6
Tuyau P158	73,6	0,01	2,28	0,54	4,49
Tuyau P159	90	0,01	3,44	0,54	3,55
Tuyau P5	73,6	0,01	2,03	0,48	3,64
Tuyau P6	53,6	0,01	1,06	0,47	5,24
Tuyau P8	141	0,01	12,38	0,79	4,08
Tuyau P10	63,8	0,01	1,78	0,56	5,74
Tuyau P22	277,6	0,01	-100,67	1,66	7,03
Tuyau P24	141	0,01	-13,6	0,87	4,84
Tuyau P25	277,6	0,01	64,7	1,07	3,12
Tuyau P32	110,2	0,01	-8,37	0,88	6,62
Tuyau P33	110,2	0,01	-8,64	0,91	7,01
Tuyau P34	141	0,01	-22,06	1,41	11,7

## Chapitre V : Réhabilitation du réseau d'AEP à l'horizon 2054

ID Arc	Diamètre Mm	Rugosité mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Perte de Charge T m/km
Tuyau P39	79,2	0,01	3,88	0,79	8,14
Tuyau P2	277,6	0,01	58,95	0,97	2,63
Tuyau P3	96,8	0,01	10,43	1,42	18,54
Tuyau P11	141	0,01	14,15	0,91	5,2
Tuyau P12	79,2	0,01	5,43	1,1	14,96
Tuyau P13	110,2	0,01	-18,88	1,98	29,24
Tuyau P14	220,4	0,01	-34,2	0,9	2,98
Tuyau P15	96,8	0,01	5,79	0,79	6,37
Tuyau P7	277,6	0,01	-60,61	1	2,77
Tuyau P18	277,6	0,01	-68,61	1,13	3,47
Tuyau P16	352,6	0,01	105,6	1,08	2,4
Tuyau P19	352,6	0,01	211,2	2,16	8,62
Tuyau P20	352,6	0,01	105,6	1,08	2,4

### B. Etat des nœuds du réseau (charges et pressions) :

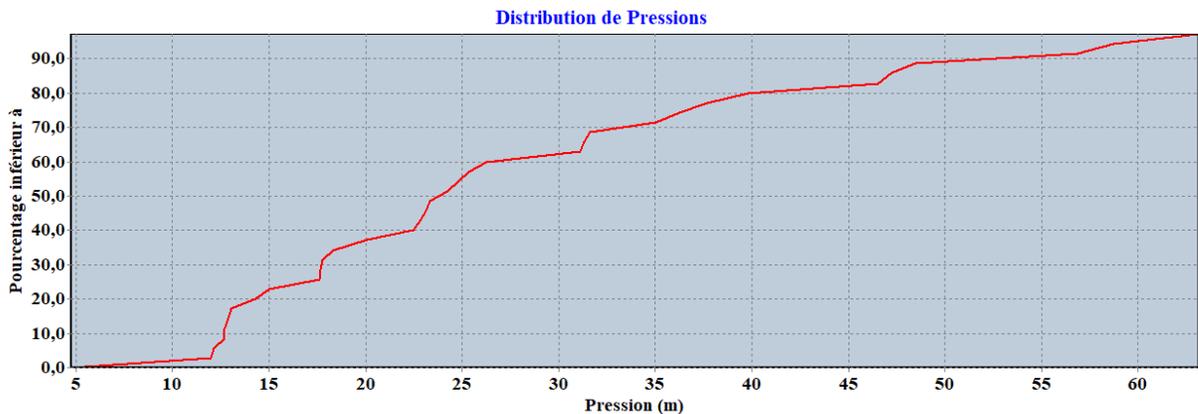
Les résultats de la simulation des charges et des pressions au niveau des nœuds sont présentés dans le tableau V.6:

**Tableau V.6 :** Etat des nœuds du réseau (charges et pressions) en cas pointe + incendie.

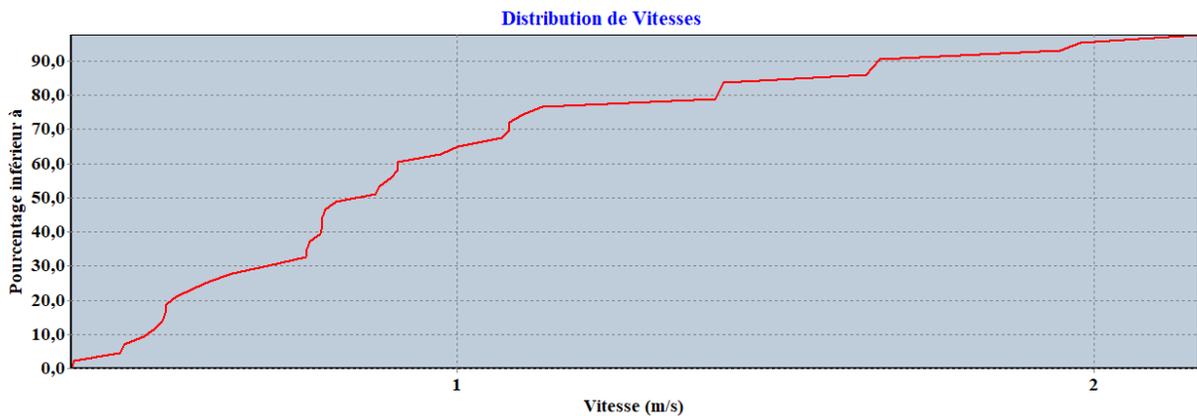
ID Noeud	Altitude m	Charge m	Pression m
Noeud n17	1130	1161,63	31,63
Noeud n46	1155	1167,9	12,9
Noeud n55	1133	1164,3	31,3
Noeud n63	1119	1158,78	39,78
Noeud n101	1048	1065,66	17,66
Noeud n109	1041	1066,35	25,35
Noeud n110	1042	1064,84	22,84
Noeud n112	1041	1065,26	24,26
Noeud n114	1041	1065,78	24,78
Noeud n115	1049	1066,76	17,76
Noeud n116	1049	1066,63	17,63
Noeud n117	1048	1066,32	18,32
Noeud n119	1042	1065,13	23,13
Noeud n121	1042	1065,32	23,32
Noeud n122	1054	1067,03	13,03
Noeud n123	1054	1066,69	12,69
Noeud n125	1046	1066,09	20,09
Noeud n126	1052	1066,31	14,31

## Chapitre V : Réhabilitation du réseau d'AEP à l'horizon 2054

ID Noeud	Altitude m	Charge m	Pression m
Noeud n127	1054	1065,98	11,98
Noeud n128	1051	1065,99	14,99
Noeud n134	1044	1066,5	22,5
Noeud n136	1040	1066,26	26,26
Noeud n137	1027	1064,71	37,71
Noeud n165	1101	1157,87	56,87
Noeud n178	1155	1167,69	12,69
Noeud n187	1130	1161,1	31,1
Noeud n188	1129	1165,23	36,23
Noeud N4	1090	1153,09	63,09
Noeud N6	1111	1157,52	46,52
Noeud N2	1123	1158,02	35,02
Noeud N5	1087	1145,74	58,74
Noeud N7	1107	1155,5	48,5
Noeud N9	1110	1157,25	47,25
Noeud N1	1056	1068,13	12,13
Noeud N3	1164	1168,76	10,76



**Figure V.8 :** Distribution des pressions dans le cas de pointe plus incendie



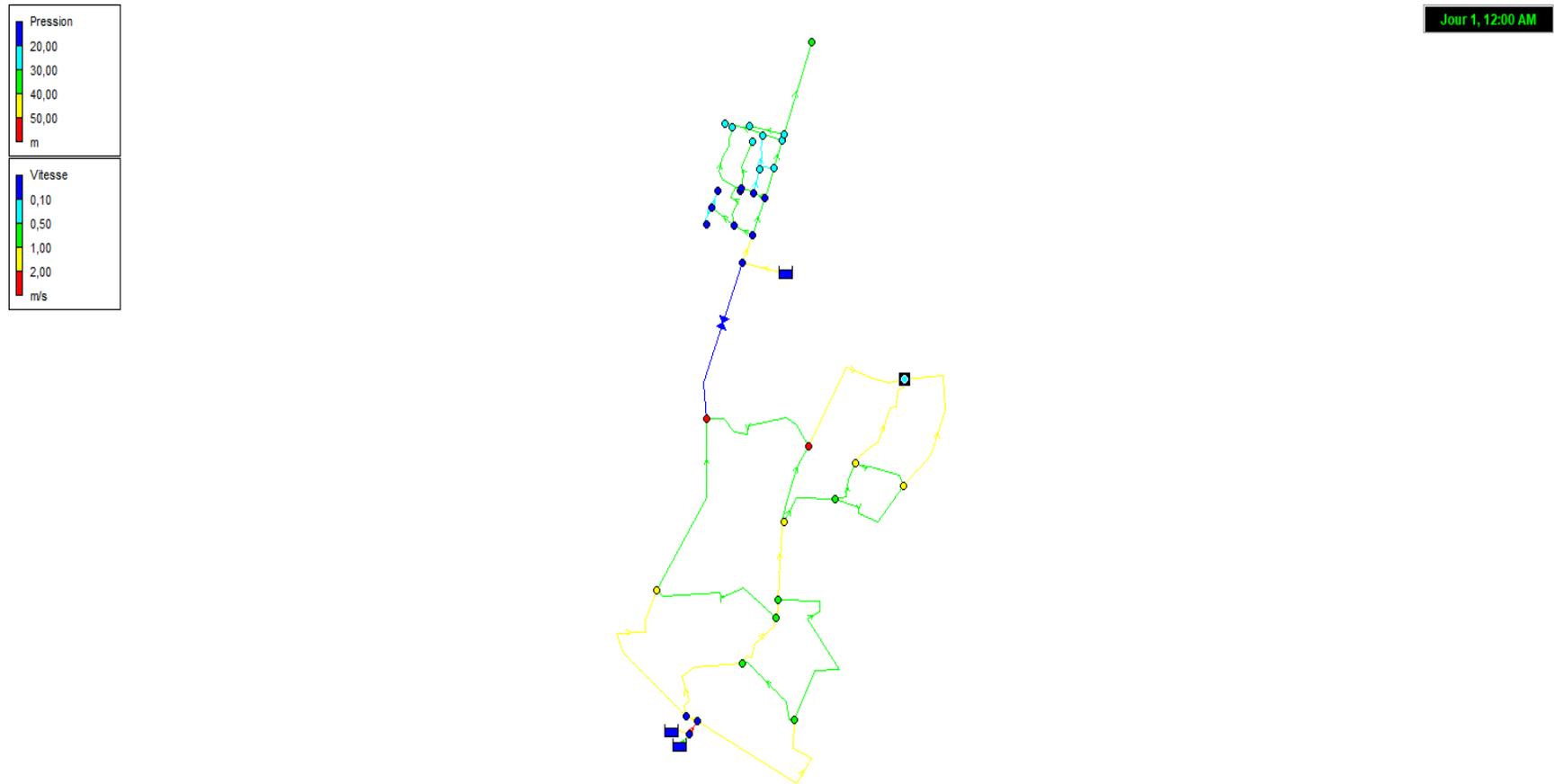
**Figure V.9 :** Distribution des vitesses dans le cas de pointe plus incendie

### **Interprétation :**

En cas de pointe plus incendie, la vitesse de l'eau atteint 2,16 m/s, tandis qu'une légère baisse de pression est observée. Néanmoins, le réseau demeure fonctionnel dans ces conditions.

### **V.12-Plan d'installation des poteaux d'incendie**

Compte tenu que le secteur R3 est un urbain supérieur, il est prévu d'installer des prises d'incendie sur le lieu où se trouve les conduites ayant au moins un diamètre de DN80, et de les installer en principe à une distance de moins 300m entre eux., et le nombre des prises d'incendie est de 17 au total.



**Figure V.10 :**Résultats de simulation de vitesses et pressions pour le cas de Pointe + incendie

### **V.13-Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons dimensionner le réseau après avoir effectué des modifications sur le tracé. La simulation a été faite à l'aide du logiciel EPANET pour vérifier les paramètres hydrauliques. Les résultats de la simulation sont acceptables pour les deux cas pointe et pointe plus incendie, ainsi que le choix des diamètres répondent aux exigences, deux réservoirs seront projetés pour renforcer l'alimentation en cas de forte consommation. Enfin on peut conclure que le réseau est en bon fonctionnement.

# **Chapitre VI : Pose des canalisations et accessoires**

### VI.1-Introduction :

Les canalisations des réseaux d'eau potable sont généralement soumises à des forces et pressions internes et externes, qui peuvent dans certains cas être élevées.

Ce chapitre examine les techniques de pose de canalisations pour protéger les conduites afin d'assurer l'approvisionnement en eau potable dans toutes les conditions.

### VI.2-Pose de canalisation :

#### VI.2.1-Principe de pose des canalisations :

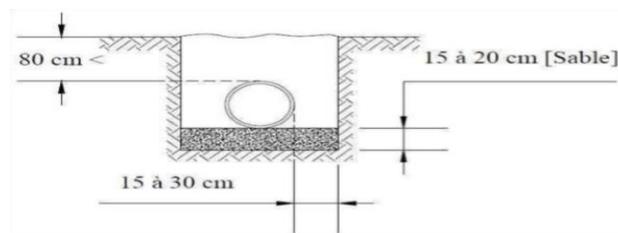
Le principe de l'installation des canalisations reste essentiellement le même pour toutes les conduites. Cependant, la méthode d'installation varie en fonction des conditions du terrain, dans le but de minimiser l'impact des diverses contraintes qui agissent sur la canalisation. L'épaisseur du matériau de remblai au-dessus de la partie supérieure de la conduite fluctue selon les régions en raison des variations de température, notamment en raison du gel. En règle générale, cette épaisseur est d'environ 1 mètre. Pour assurer un bon écoulement, une conduite doit toujours être installée avec une légère pente, créant ainsi des points bas pour la vidange et des points hauts pour l'évacuation de l'air, que ce soit pendant le remplissage initial de la conduite ou pendant son fonctionnement. En conséquence, un tracé en forme de dent de scie est généralement adopté, avec des pentes de quelques millimètres par mètre et des changements de pente tous les 200 à 400 mètres. [4]

#### VI.2.2-Méthode de pose de canalisation :

##### A. Pose de canalisations dans un terrain ordinaire :

La canalisation est posée en tranchée ayant une largeur minimale de 60 cm. La profondeur de la tranchée doit permettre de recevoir le lit de pose, la conduite et l'épaisseur du remblai (80 cm au minimum). Le fond de la tranchée est recouvert d'un lit de sable d'une épaisseur de 15 à 20 cm convenablement nivelé. Avant mise en fouille, on procède au tri des conduites de façon à écarter celles qui ont subi des chocs, fissurations, etc... après cela, on pratique la descente en lit soit manuellement soit mécaniquement. [5]

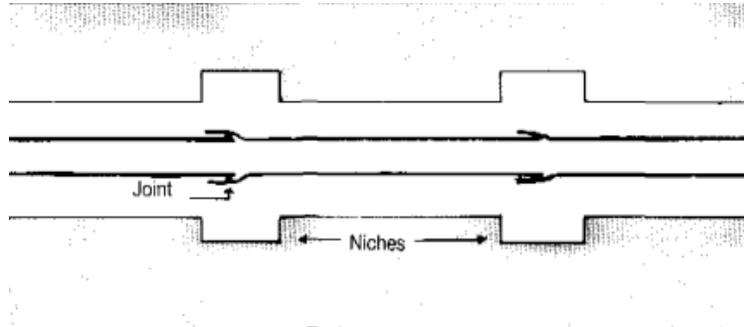
Le fond de fouille est la zone d'assise du tuyau, c'est-à-dire l'emplacement sur lequel va reposer le tuyau. Il faut donc s'assurer que son tracé correspond au profil en long de la canalisation et que l'appui du tuyau soit régulièrement réparti sur le sol.



FigureVI.1 : Pose de canalisation dans un terrain ordinaire [3]

Lors de l'exécution de la tranchée, on veillera à stabiliser les parois soit par talutage, soit par blindage, et à ne pas déposer les déblais près de la fouille. Il convient, de plus, d'éliminer les grosses pierres des talus de façon à éviter leur chute accidentelle sur la canalisation une fois posée. [3]

Parfois, un élargissement de la tranchée, appelée niche est nécessaire dans les parois latérales. C'est le cas des joints soudés ou des joints nécessitant une réparation après assemblage.



Figures VI.2 : Les élargissement de la tranchée [6]

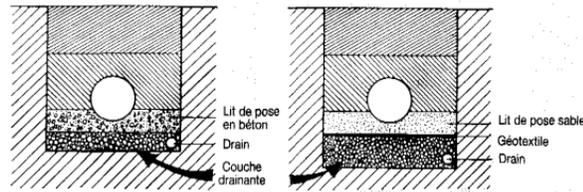
### B. Pose de canalisations dans un terrain peu consistant :

Un terrain peu consistant c'est-à-dire le fond de fouille est mal réglé. Une base continue en béton posé sous la conduite. Cette dernière entourant la conduite à un angle de 90° ou plus de façon à diminuer l'effort que supportera le tuyau.

Il peut être prévu, également, que les tuyaux reposent sur des tasseaux en béton dans lesquels des têtes de pieux sont noyées, pieux battus au préalable jusqu'au sol stable. Ces tasseaux pourront être au nombre de deux par tuyau. Si l'on ne dispose qu'un seul tasseau par tuyau, celui-ci sera prévu près du joint.

### C. Pose de canalisations dans un terrain marécageux :

Ce procédé met en œuvre des drains (PVC, amiante ciment) qui sont posés avec une légère pente dans un lit constitué d'un matériau graveleux (silico-calcaire par exemple) de granulométrie 20/40. De plus, leur implantation sera désaxée par rapport au réseau d'eau potable de façon à ne pas déstabiliser le lit de pose. Les eaux captées devront être pompées hors de la fouille dans des petits puits en bout de drainage. Après exécution, et afin d'éviter l'établissement d'une circulation d'eau favorisée par le lit drainant, celui-ci sera obturé par un écran étanche, en argile ou en béton, disposé tous les 50 ou 100 m.



Figures VI.3 : Pose de canalisations dans un terrain marécageux [6]

### D. Pose de canalisations en galerie :

Quand il s'agit de diamètres importants, on dispose provisoirement chaque tuyau sur des madriers en bois et on effectue un calage sur ces madriers correspondant au profil en long. Les calages doivent être bien soignés et très solides. Les joints sont exécutés et parallèlement une équipe exécute les tasseaux définitifs en maçonnerie. Pour les petits diamètres, la conduite est directement posée sur tasseaux coulés à l'avance.

### VI.3-Critères de choix des canalisations :

Les propriétés mécaniques des canalisations et raccords sont d'une grande importance pour la durabilité du réseau. En effet, il doit résister aux contraintes mécaniques et chimiques internes et externes.

Les pressions de fonctionnement internes peuvent être très élevées et l'eau pompée peut avoir une chimie plus ou moins agressive. À l'extérieur, les effets des charges roulantes, des mouvements du sol ou de la chimie du sol peuvent affecter la structure des canalisations et/ou le revêtement extérieur.

Outre les aspects économiques, le choix de la solution est déterminé par ces conditions aux limites.

#### VI.3.1-Choix de canalisation :

Dans notre projet on a choisi des conduites en PEHD (polyéthylène haute densité).

#### VI.3.2-Prescriptions spéciales :

Pour les conduites en PEHD, il est déconseillé de les poser :

- À proximité de réseaux de chauffage urbain et d'égouts industriels où la température dépasse les 25°C.

- Lorsque l'éloignement n'est pas possible, il convient de protéger la canalisation par un matériau isolant, auquel cas la conduite doit être placée dans un fourreau afin d'éviter tout risque de pollution des eaux.
- Les tubes polyéthylène doivent être stockés à l'abri du soleil ; ils ne doivent pas être posés lorsqu'ils sont portés (au soleil, par exemple) à une température élevée.
- La mise en place des tuyaux doit être réalisée en larges ondulations destinées à compenser le retrait et la dilatation (le polyéthylène a une dilatation linéaire qui peut atteindre 8 millimètres par mètre pour une différence de température de 40°).
- Un soin particulier est à apporter lors de la manipulation des tuyaux du fait de la sensibilité du polyéthylène aux blessures tranchantes. Aux traversées de routes, le tuyau doit être placé dans un fourreau de protection rigide et solide. Au-delà de 1,20 m de couverture, cette protection ne s'impose plus.
- Enfin, il est vivement conseillé de repérer les tuyaux par un grillage avertisseur métallique bleu posé dans la tranchée au-dessus de la canalisation.

### **VI.4-Technique de raccordement des conduites :**

Pour améliorer les performances des tuyaux ainsi réalisés, des techniques spéciales de raccordement des tuyaux en polyéthylène (PEHD) sont nécessaires.

Selon le type de réseau, le diamètre des canalisations et la taille du site, deux technologies de raccordement peuvent être utilisées :

#### **A. La soudure par électro fusion :**

Cette technique permet de raccorder des tubes de diamètres égaux ou de diamètres différents. Des raccords soudables se situent sur les pièces en PE pour permettre le raccord. Une fois gratter, nettoyer et positionner, les bornes de soudages sont fixées. La dissipation de la puissance électrique entraîne une fusion de surface des deux pièces à assembler. Ils se mélangent ainsi pour offrir une cohésion et une étanchéité parfaites.

Les avantages de cette technique sont :

- Des générations de matériaux et des épaisseurs différents peuvent être assemblés.
- Elle est idéale pour des conditions de travail difficiles.
- Insurpassable pour les raccordements de logements à cause de son bas coût d'installation.
- Variété de solutions avec des prises simples et en charge.
- Équipe de soudage plus léger et économique.

### B. La soudure bout à bout :

La technique du soudage bout-à-bout est généralement utilisée pour assembler des tubes et des raccords en PEHD d'épaisseurs identiques. Ce procédé consiste à chauffer à l'aide d'un outil les extrémités dressées des tubes et/ou des raccords dans des conditions de pression de contact et de températures prédéfinies. Les extrémités sont ensuite rapidement mises en contact et maintenues à l'aide d'une pression jusqu'à refroidissement pour les fixer.

Ses avantages sont :

- Il est possible d'assembler différentes générations en PE
- Action autonettoyante au moyen de l'expulsion partielle de matériel fondu.
- De facile aliénation axiale et arrondi des tuyaux.
- Il est facile le courbage sans augmenter la tension d'installation
- De facile élimination de la couche oxydée.
- Plus efficace et plus économique en tuyaux supérieurs à DN 200mm.
- Il n'a pas besoin de composants de connexion.

### VI.5- Les pièces spéciales :

Les pièces spéciales de raccordement sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau VI.1** : les pièces spéciales.

La pièce	La photo
Cône : utilisé pour des conduites de diamètre différent ou dans les pompes.	
Croix de jonction : utilisé pour les conduites croisé	

## Chapitre VI : Pose des canalisations et accessoires

Les manchons : utilisé pour le raccordement avec les accessoires.	
Le coude : utilisé pour le changement de direction.	
Les tés : utilisé pour un piquage	

(Source : google photo)

### VI.6-Les accessoires en AEP :

#### VI.6.1-Vannes / Robinet vannes :

Ce sont des organes de sectionnement et/ou de régulation et devront être :

- À opercule pour les diamètres < 300 mm
- Papillon pour les diamètres  $\geq$  300 mm

Le sens de fermeture sera obligatoirement anti horaire et leur localisation devra permettre d'assurer le sectionnement de tronçon de canalisation en cohérence avec le fonctionnement et l'alimentation en eau potable.

Elles devront être accessibles depuis la surface par une bouche à clés et si le fil d'eau de la vanne devait se retrouver à plus de 2 mètres de profondeur, le carré de manœuvre devra être surmonté d'une tige allonge fixée durablement et d'un centreur.

#### VI.6.2-Ventouse :

Les ventouses sont des organes de protection du réseau. Elles permettent de chasser l'air des canalisations autant lors de la mise en service qu'en exploitation. Celles-ci devront être dimensionnées en fonction du diamètre de la canalisation, de la pression de service.

### **VI.6.3-Poteaux et bouches d'incendie :**

Les bouches et poteaux d'incendie DN 100 sont des points de prélèvement d'eau sur le réseau, permettant le raccordement du matériel de lutte contre l'incendie. Il assure un débit de 17l/s.

### **VI.6.4-Vidange :**

Des dispositifs de vidange appropriés doivent être installés, en fonction des conditions locales, compte tenu des exigences d'exploitation, par exemple pour la vidange ou le rinçage.

Il est proscrit de raccorder une vidange au réseau sanitaire.

### **VI.6.5-Vannes de régulation hydraulique :**

La vanne de régulation de pression ou de débit est un matériel de robinetterie industrielle motorisé électrique ou pneumatique. Les différentes fonctions sont :

- Régulation de pression aval à partir d'une conduite à pression plus élevée
- Régulation de pression amont quels que soient la pression en aval et le débit demandé.
- Limitation des débits quelles que soient les variations de pression dans le réseau.
- Remplissage de réservoir par régulation de niveau (Fermeture complète de l'arrivée d'eau dans un réservoir lorsque le niveau maximum est atteint).

### **VI.6.6-Clapet anti retour :**

Les clapets anti-retours sont des dispositifs qui permettent d'arrêter automatiquement l'écoulement de l'eau lorsque son sens change. Il s'agit d'éléments de sécurité cruciaux pour toute installation qui est soumise à une pression. La manœuvre de ces dispositifs est autonome, le déplacement d'eau ne peut être effectué qu'à une seule direction. Chaque dispositif, qu'il soit à clapet, à battant, à piston ou à bille, présente ses propres bénéfices en fonction des conditions de fonctionnement.

### **VI.7-Mesure de pression et de débit :**

- Débitmètre à organes déprimogènes (Le diaphragme, La venturi, La tuyère)
- Débitmètre à ultrason.
- La pression se mesure par des manomètres (soufflet, à capsule, à membrane).

### **VI.8-Conclusion :**

Le dimensionnement d'un réseau d'AEP intègre la durée de vie des équipements, le matériau des conduites et la méthode d'exploitation efficace. Dans ce chapitre on a opté pour la pose de canalisation dans un terrain ordinaire, les accessoires, le matériau choisis, pour la réalisation d'un réseau durable qui dure minimum 30 ans.

# **Chapitre VII : Organisation de chantier et management de projet**

### **VII .1. Introduction :**

Ce chapitre vise à planifier les travaux avant leurs exécutions sur chantier, elle fait partie des étapes indispensable aux bons déroulements des travaux car elle limite les erreurs.

Nous ferons également une étude du devis estimatif pour connaître le coût de réalisation de notre projet.

### **VII .2. Etapes de la réalisation d'un réseau d'AEP :**

Réalisant divers travaux sur les chantiers d'AEP, nécessite plusieurs activités telles que :

- Réalisation du tracé des tranchées sur le terrain.
- Excavation des tranchées.
- Confection du lit de pose.
- Pose de conduites.
- Epreuve de joint et de canalisation.
- Déblaiement et remblaiement des tranchées.
- Définir les engins utilisés lors de la réalisation du projet.
- Planification des travaux.

### **VII .3. Réalisation du tracé des tranchées sur le terrain :**

Avant de commencer le chantier de pose, on doit procéder aux opérations de piquetage et de jalonnement qui permettent de :

- ✓ Matérialiser sur le terrain le tracé et le profil en long des canalisations
- ✓ Reporter la position de tous les ouvrages enterrés existants tels que réseaux d'assainissement, câbles électriques et PTT, canalisations de gaz.

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

L'excavation de la tranchée sera effectuée mécaniquement à cause des caractéristiques du terrain avec une profondeur minimale de 80cm, Cette hauteur se justifie par la nécessité d'une protection contre le gel et d'une bonne tenue des canalisations souples aux charges de surface.

La largeur de la tranchée est évidemment en fonction du diamètre extérieur de la conduite, avec une largeur supplémentaire de part et d'autre de 0,30 m.

### **VII .5. Confection du lit de pose :**

Avant de poser les canalisations il faut d'abord éliminer les grosses pierres des déblais placés sur talus, ensuite niveler le fond de la fouille afin que la pression soit constante et que les côtes des tuyaux après la pose soient en conformité avec celles inscrites sur le profil en long, et finalement confectionner un lit de pose avec une épaisseur après damage sous la génératrice Intérieure du tuyau sera au minimum égale à 10cm.

### VII .6. Pose de conduites :

Pour les tuyaux en PEHD l'assemblage soudé est réalisé hors de la tranchée, la tranchée est ouverte sur un linéaire important ce qui permet la pose de grande longueur de tuyaux. On vérifie régulièrement l'alignement des tuyaux et s'il sera nécessaire de caler les tuyaux pour les aligner, on emploie de la terre meuble ou du sable seulement.

A chaque arrêt de la pose, on bouche les extrémités du tronçon de la conduite en attente de tampon solidement fixés.

### VII .7. Epreuve de joint et de canalisation :

Les tests de canalisation, Que ce soit pour vérifier l'état d'une canalisation, vérifier le bon fonctionnement d'un tuyau ou bien de divers équipements. Ils sont indispensables à la sécurité des utilisateurs et permettent de détecter tout éventuel problème comme des fuites, dommages ou potentielles obstructions. Les tests sont aussi utilisés pour vérifier la qualité de l'eau qui circule. Tour d'horizon des différentes méthodes de tests de canalisations existants tel que test de pression, test d'écoulement, test de fuite et test de résistance.

### VII .8. Les engins utilisés :

- a. **Un Dozer équipé en rétro** : il élimine les roches et les racines des arbres.
- b. **Un camion-citerne** : son rôle est l'arrosage du remblai.
- c. **Une chargeuse sur pneus** : elle fait partie des engins de terrassement et extraction, elle permet de : déblayer et niveler des surfaces après le terrassement, de remblayer des espaces creux (trous, tranchées) et d'avoir des activités de manutention (chargement/déchargement).
- d. **Une pelleuse ou pelle mécanique hydraulique**
- e. **Le compacteur, ou rouleau compresseur** : Il sert à tasser le sol pour en augmenter la compacité et la stabilité.il est utilisé pour le compactage de lit de sable.
- f. **Appareil de soudage**
- g. **Niveleuse** : en effet, grâce à une grande lame pouvant pivoter, la niveleuse permet de régler en hauteur des couches de matériaux d'une chaussée ou d'un sol

### VII .9. Les opérations pour la réalisation du réseau :

#### VII .9.1. Calcul le volume de Décapage de la couche végétale :

Cette opération effectuée pour des faibles profondeurs et son volume est donné par la formule suivante :

$$V_{CV} = L . b . e \dots\dots\dots VII .1$$

Avec :

- $V_{cv}$  : volume de la terre décapée en (m<sup>3</sup>),
- L : longueur de tranchées en (m),
- b : largeur de la couche végétale en (m),
- e : épaisseur de la couche en (m), (10 cm)

**VII .9.2. Calcul de la profondeur de la tranchée  $H_{tr}$  :**

$$H_{tr} = D + e + H_{min} \dots\dots\dots VII .2$$

Avec :

- $H_{tr}$  : la profondeur de la tranchée (m).
- e = [10 à 30cm] épaisseur de lit du pose (e =10cm)
- $H_{min}$  = [80 à 120cm] distance verticale au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite, ( $H_{min}$ = 0,9m).
- D : diamètre de la conduite (mm).

Alors :

$$H_{tr} = D + 0.1 + 0,9 = D + 1 \dots\dots\dots VII .3$$

**VII .9.3. Calcul de la Largeur de la tranchée :**

La largeur de la tranchée est donnée par la formule suivante :

$$b = D + (0.3 \times 2) \dots\dots\dots VII .4$$

Avec :

- b : largeur de la tranchée (m).
- D: diamètre de la conduite (m).

Le tableau N°1 présente le volume de décapage :

**Tableau VII.1:** Calcul du volume de décapage.

DN mm	L m	b m	e m	V.Décapage m <sup>3</sup>
400	229,75	1	0,1	22,98
315	2807,75	0,915		256,91
250	1174,6	0,85		99,84
200	59,44	0,8		4,76
160	2397,22	0,76		182,19
125	1798,2	0,725		130,37
110	1682,32	0,71		119,44
90	2174,71	0,69		150,05
75	173,76	0,675		11,73
63	262,93	0,663		17,43
				V.total

**VII .9.4. Calcul du volume de déblai :**

Les volumes excavés pour chaque type de diamètre seront :

$$V_d = b \cdot H_{tr} \cdot L \dots\dots\dots \text{VII .5}$$

Avec :

- $V_d$  : volume de déblai ( $m^3$ ).
- $L$  : la longueur de la tranchée.
- $H_{tr}$  : la profondeur de la tranchée (m).
- $b$  : largeur de la tranchée (m).

Le tableau N°2 présente le volume de déblai :

**Tableau VII.2:** Calcul du volume de déblai.

<b>DN mm</b>	<b>L m</b>	<b>b m</b>	<b>Htr m</b>	<b>V.déblais m<sup>3</sup></b>
400	229,75	1	1,4	321,65
315	2807,75	0,915	1,315	3378,35
250	1174,6	0,85	1,25	1248,01
200	59,44	0,8	1,2	57,06
160	2397,22	0,76	1,16	2113,39
125	1798,2	0,725	1,125	1466,66
110	1682,32	0,71	1,11	13254
90	2174,71	0,69	1,09	1635,60
75	173,76	0,675	1,075	126,08
63	262,93	0,663	1,063	185,30
			<b>Vtotal</b>	<b>11857,95</b>

**VII .9.5. Calcul du volume de sable pour le lit de pose :**

$$V_{LS} = \sum b_i \cdot e \cdot L_i \dots\dots\dots \text{VII .6}$$

Avec :

- $L_i$  : longueur de la tranchée (m).
- $e$  : épaisseur de lit de sable,  $e = 0.15$  m.
- $b_i$  : largeur de la tranchée (m).

Le tableau VII.3 présente la quantité de sable :

**Tableau VII.3:** Calcul du volume de lit de sable.

DN mm	L m	b m	e m	Vlit de sable m <sup>3</sup>
400	229,75	1	0,15	34,46
315	2807,75	0,915	0,15	385,36
250	1174,6	0,85	0,15	149,76
200	59,44	0,8	0,15	7,13
160	2397,22	0,76	0,15	273,28
125	1798,2	0,725	0,15	195,55
110	1682,32	0,71	0,15	179,17
90	2174,71	0,69	0,15	225,08
75	173,76	0,675	0,15	17,59
63	262,93	0,663	0,15	26,15
<b>Vtotal</b>				<b>1493,55</b>

### VII .9.6. Calcul du remblaiement des tranchées :

$$V_r = V_d - V_c - V_{LS} \dots \dots \dots \text{VII .7}$$

Avec :

- $V_r$  : volume de remblai (m3).
- $V_d$  : volume de déblai (m3).
- $V_{LS}$  : volume de lit de sable (m3).
- $V_c$  : volume de conduite (m3).

Avec :

$$V_c = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \times L \dots \dots \dots \text{VII .8}$$

- D : diamètre de la conduite (m).
- L : longueur de la conduite (m).

Les calculs du remblaiement de les tranchés sont présentés dans le tableau N°4 :

**Tableau VII.4:** Calcul du volume de remblai.

DN mm	L m	Vdéblais m <sup>3</sup>	Vlit de sable m <sup>3</sup>	Vconduite m <sup>3</sup>	Vremblai m <sup>3</sup>
400	229,75	321,65	34,46	28,86	258,33
315	2807,75	3378,35	385,36	218,70	2774,29
250	1174,6	1248,01	149,76	57,63	1040,62
200	59,44	57,06	7,13	1,87	48,06

160	2397,22	2113,39	273,28	48,17	1791,93
125	1798,2	1466,66	195,55	22,06	1249,05
110	1682,32	1325,84	179,17	15,98	1130,69
90	2174,71	1635,60	225,08	13,83	1396,69
75	173,76	126,08	17,59	0,77	107,72
63	262,93	185,30	26,15	0,82	158,34
<b>V.total</b>		<b>11857,95</b>	<b>1493,55</b>	<b>408,68</b>	<b>9955,73</b>

**VII .10. Calcule de réservoir :**

D'après le chapitre V, on a projeté deux réservoirs cylindriques semi enterré et on a choisir la variante suivante :

Capacité (m <sup>3</sup> )	Prof.de terrassement h (m)	Diamètre intérieur D (m)	Epaisseur du radiera (m)	Epaisseur des parois b (m)	Hauteur du réservoir H (m)
2*750	2	14	0,4	0,4	5

**VII .10.1. Le diamètre extérieur :**

$$D_{ext} = D_{int} + 2b \dots\dots\dots VII .9$$

Avec :

- D<sub>int</sub> : diamètre intérieur.
- b: épaisseur de la paroi.

**VII.10.2. Le volume de décapage :**

$$V_{dec} = S_r * e_d \dots\dots\dots VII .10$$

Avec :

- S<sub>r</sub> : surface de réservoir

$$S_r = \pi \cdot \frac{D_{ext}^2}{4} \dots\dots\dots VII .11$$

- e<sub>d</sub> : épaisseur de décapage (e=0.1m).

**VII .10.3. Le volume de déblai :**

$$V_{déblai} = S_r * h \dots\dots\dots VII .12$$

Avec :

- S : surface de réservoir.
- h : hauteur de terrassement.

**VII .10.4. Le volume de béton de propreté (sous radier) :**

$$V_{bp} = S_r * e_{bp} \dots \dots \dots \text{VII .13}$$

Avec :

-  $S_r$  : surface de réservoir.

$$S_r = 153,93 \text{ m}^2$$

-  $e_{bp}$  : L'épaisseur de béton de propreté. ( $e_{bp} = 0.1 \text{ m}$ )

**VII .10.5. Volume de béton armé (radier) :**

$$V_{ba} = S_r * e_r \dots \dots \dots \text{VII .14}$$

Avec :

-  $S_r$  : surface de réservoir.

-  $e_r$  : L'épaisseur de radier.

**VII .10.6. Le volume de béton armé des parois :**

$$V_{bap} = V_{ext} - V_{int} \dots \dots \dots \text{VII .15}$$

-  $V_{ext}$  : Le volume extérieur :

$$V_{ext} = \left( \frac{\pi D_{ext}^2}{4} \right) * H \dots \dots \dots \text{VII .16}$$

-  $V_{int}$  : Le volume intérieur :

$$V_{int} = \left( \frac{\pi D_{int}^2}{4} \right) * H \dots \dots \dots \text{VII .17}$$

-  $H$  : La hauteur des parois ( $H=5\text{m}$ ).

**VII .10.7. Le volume de béton armé de coupole :**

$$V_c = S_c * e_c \dots \dots \dots \text{VII .18}$$

-  $e_c$  : L'épaisseur de la coupole .

$$\frac{D}{200} \leq e_c \leq \frac{D}{150} \dots \dots \dots \text{VII .19}$$

$$e_c = 0,09$$

-  $S_c$  : La surface de coupole.

$$S_c = 2\pi * R_{moy} * f \dots \dots \dots \text{VII .20}$$

Tq :

$$R_{moy} = \frac{(R_{int}^2 + f^2)}{(2f)} \dots \dots \dots \text{VII .21}$$

-  $R_{int}$  : rayon intérieur.

## Chapitre VII : Organisation de chantier

$$R_{int}=7m$$

- f : la flèche de coupoles.

$$f = 0,104 * D_{int} \dots \dots \dots VII .22$$

$$f=1,456m$$

Les calculs des deux réservoirs sont présentés dans le tableau N°5 :

**Tableau VII.5:** Les calculs des deux réservoirs.

	Unité	Réservoirs
		750 m <sup>3</sup>
Dext	m	14,8
Volume de décapage	m <sup>3</sup>	17,2
Volume de déblai	m <sup>3</sup>	344,06
Volume de béton de propreté (sous radier)	m <sup>3</sup>	17,2
Volume de béton armé(radier)	m <sup>3</sup>	68,81
Le volume de béton armé des parois	m <sup>3</sup>	90,47
Le volume de béton armé de coupole	m <sup>3</sup>	14,45

### VII.11. Devis estimatif et quantitatives :

Le devis estimatif nous permet d'évaluer le coût de construction de notre projet et il est présenté dans le tableau VII.6:

**Tableau VII.6:** Devis quantitatives et estimatif.

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant total (DA)
Déblai du terrain	m3	11857,95	450	5336078,048
Lit de sable	m3	1493,55	1800	2688388,148
Remblai en tranché	m3	9955,73	300	2986717,727
<b>Conduite PEHD PN10</b>				
Ø400	mm	229,75	7215,74	1657816,265
Ø315	mm	2807,75	4485,2	12593320,3
Ø250	mm	1174,6	2812,65	3303738,69
Ø200	mm	59,44	1807,44	107434,2336
Ø160	mm	2397,22	1157,7	2775261,594
Ø125	mm	1798,2	706,61	1270626,102

Ø110	mm	1347,32	553,86	746226,6552
Ø90	mm	1532,2	379,6	581623,12
Ø75	mm	173,76	273	47436,48
Ø63	mm	103,1	192,4	19836,44
<b>Conduite PEHD PN16</b>				
Ø110	mm	335	806,06	270030,1
Ø90	mm	642,51	554,06	355989,0906
Ø63	mm	159,83	299	47789,17
<b>Accessoires</b>				2377712,824
<b>Le réservoir</b>				
Décapage	m3	34,4	500	17200
Déblais	m3	688,12	450	309654
Béton de propreté	m3	34,4	13000	447200
Béton armé	m3	347,46	55000	19110300
<b>Total HT</b>				57050378,99
<b>TVA 17%</b>				9698564,43
<b>TOTAL TTC</b>				<b>66748943,41</b>

### Devis en lettre :

Soixante-six millions sept cent quarante-huit mille neuf cent quarante-trois dinars algériens.

### VII.12 Planification des travaux :

La planification d'un chantier est assimilable à la gestion d'un projet. Il doit intégrer l'optimisation des coûts de main-d'œuvre, la mobilisation du matériel, le respect des délais et du cahier des charges. Ces aspects étant gouvernés par de très nombreux facteurs et contraintes, il est nécessaire d'approcher avec méthode son organisation en passant par la planification des tâches et la réalisation d'un planning. La coordination est un aspect essentiel de la planification pour permettre de livrer dans les délais et dans les meilleures conditions l'ouvrage ou le réseau à exécuter. Pour cela, il faut décomposer l'ouvrage à construire en tâches auxquelles on attribue des durées d'exécution et les différentes contraintes qu'ont ces tâches entre elles. On utilise la méthode du chemin critique CPM avec le diagramme PERT pour l'organisation de ce projet.

#### VII.12.1-Principe de la méthode du CPM :

Tout d'abord, nous identifions les tâches les plus importantes ainsi que celles qui exigeront le plus de temps dans notre projet. Une fois que nous avons mis en ordre les tâches et appliqué les durées estimées, nous créons un graphique PERT pour inclure nos durées à la dernière étape, on utilise le CPM pour estimer le temps total d'exécution du projet.

#### VII.12.2-Identification des tâches :

### a. Réservoir projeté :

Les différentes tâches ainsi que leurs durées sont citées dans le tableau suivant :

**Tableau VII.6 :** Les taches de construction des deux réservoirs.

Notion	Opération	Durée (jours)
A	Installation de chantier	15
B	Excavation	10
C	Pose de béton de propreté	2
D	Construction du radier	25
E	Construction du paroi	35
F	Construction de la coupole	25
G	Pose de l'étanchéité	5
H	Emplacement d'échelle et passerelles	3
I	Equipements hydromécaniques	3
J	Travaux de finitions	8

### b. Réseau de distribution :

Les différentes tâches ainsi que leur durée sont citées dans le tableau suivant :

**Tableau VII.7 :** Les taches de réalisation du réseau de distribution.

Notion	Opération	Durée (jours)
A	Décapage de la couche de goudron	22
B	Exécution des tranchées du réseau	30
C	Pose du lit de sable	20
D	Pose des conduites	35
E	Raccordement des conduites	25
F	Remblayage des tranchées	20
G	Nivellement et compactage et remise en état et réfection de la couche goudronnée	25

### VII.12.3-Application de la méthode du CPM :

Les tableaux suivants présentent les opérations qui précèdent et qui succède chaque opération de réalisation :

**Tableau VII.8 :** Répartition des taches pour la construction des deux réservoirs.

Tâches	Précède	Succède
A	/	B
B	A	C
C	B	D
D	C	E
E	D	F

F	E	G,H
G	F	I
H	F	I
I	G ,H	J
J	I	/

**Tableau VII.9 :** Répartition des tâches pour le réseau de distribution.

Tâches	Précède	Succède
A	/	B
B	A	C
C	B	D,E
D	C	F
E	C	F
F	D,E	G
G	F	/

### VII.12.4-Détermination du chemin critique :

Les paramètres essentiels pour appliquer cette méthode sont les suivants :

DCP	TR
DFP	DCPP
DEPP	MT

Avec :

TR : temps de réalisation

DCP : date de commencement au plus tôt

DCPP : date de commencement au plus tard

$$DCPP = DFPP - TR \dots\dots\dots VII .23$$

DFP : date de finition au plus tôt

$$DFP = DCP + TR \dots\dots\dots VII .24$$

DFPP : date de finition au plus tard

MT : marge totale



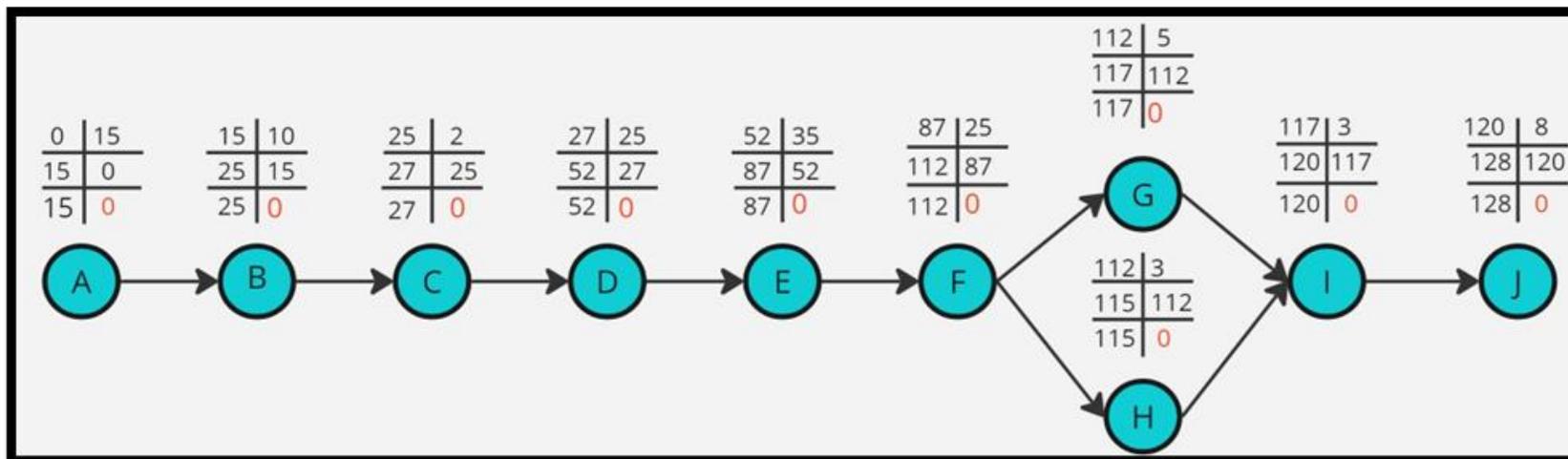


Figure VII.1 : Réseaux à nœuds et calcul du temps de réalisation des deux réservoirs

Chemin critique : A-B-C-D-E-F-G-I-J. la durée totale de la réalisation des réservoirs est 128 jours.

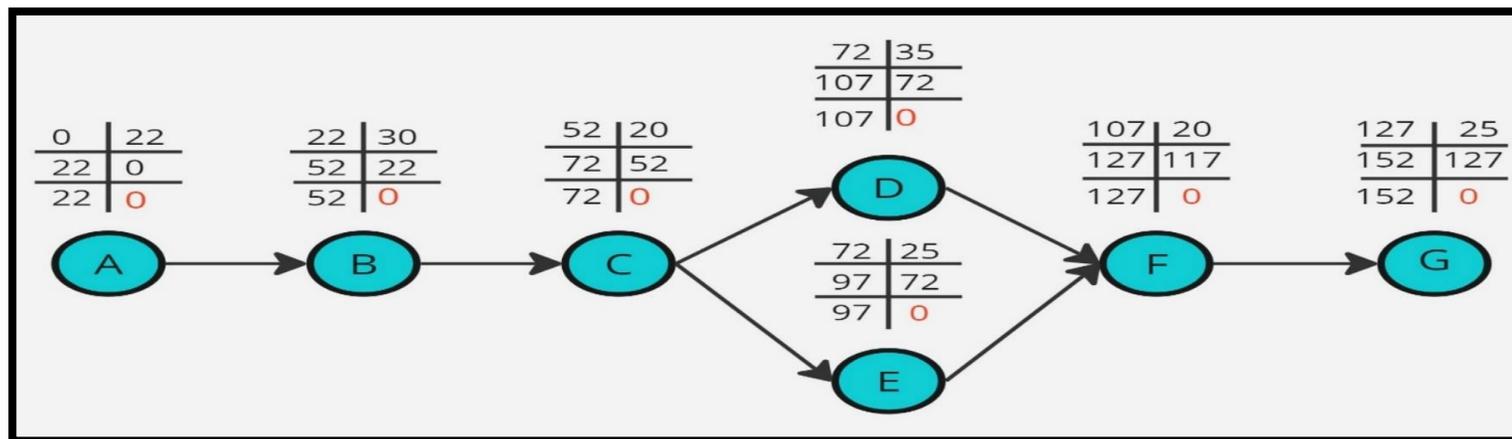


Figure VII.2 : Réseaux à nœuds et calcul du temps de réalisation du réseau de distribution

Chemin critique : A-B-C-D-F-G la durée totale de pose de canalisation du projet 152 jours.

### **VII.13-Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons présenté les étapes à suivre pour construire un réseau d'alimentation en eau potable. Nous avons également estimé le coût total de notre projet à environ Soixante-six millions sept cent quarante-huit mille neuf cent quarante-trois dinars algériens. Enfin on a planifié les travaux et estimé la durée de réalisation à 280 jours.

# **Conclusion générale**

## **Conclusion générale :**

Dans notre étude axée sur l'alimentation en eau potable du secteur R3 de la ville de Khenchela, nous avons réalisé une analyse approfondie de l'état physique et hydraulique du réseau de distribution. Les résultats ont révélé que le réseau actuel est sous-dimensionné et se trouve dans un état dégradé significatif, ce qui entraîne une perte de charge importante et une performance globalement affectée.

L'analyse effectuée à l'aide du logiciel EPANET a mis en évidence des problèmes majeurs : des vitesses de flux variées, des pressions non conformes aux normes et un stockage insuffisant pour les besoins à long terme, nécessitant l'ajout de deux réservoirs supplémentaires.

Pour remédier à ces problèmes, nous avons changé le type de réseau pour un réseau maillé et modifié le matériau des conduites en optant pour du PEHD. Nous avons également projeté l'ajout de deux réservoirs supplémentaires de volume  $750\text{m}^3$ . En parallèle, nous avons étudié en détail les méthodes de pose des canalisations et l'organisation du chantier, ce qui nous a permis d'élaborer un devis estimatif et quantitatif pour le projet. Enfin, une planification rigoureuse des travaux a été établie afin d'assurer une mise en œuvre efficace et durable des améliorations proposées.

Cette approche permettra non seulement de résoudre les problèmes existants mais aussi de moderniser le réseau pour mieux répondre aux besoins en eau potable de la région à l'avenir.

# **Bibliographie**

# Références bibliographiques

- [1] ADE. *Etude du diagnostic pour la réhabilitation du système d'AEP des villes du lot d GUELMA/KHENCHELA*, 2014.
- [2] Centre National de Recherche Appliquée en Génie Civil Parasismique. (2003). *Classification sismique des wilayas d'Algérie (RPA99/ADDENDA CGS)*
- [3] Salah, Boualem. *Alimentation en eau potable des agglomérations*. ENSH, 2014, p.41.
- [4] V.R.D. *Terrassement, espaces verts*. Édition Eyrolles, 1986.
- [5] DINEPA. *GUII Réalisation de tranchées*. 2024. PDF file.
- [6] J.-J. BERINGUE. *La pose des canalisations pour l'adduction et la distribution d'eau potable*. 1990.

# **Annexe**

**ANNEXE N°1 :  $\beta$  max En Fonction du nombre d'habitants**

Population (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

**ANNEXE N°2 :  $\beta$  min En Fonction du nombre d'habitants**

Population (hab)*10 <sup>3</sup>	1	1,5	2,5	4	6	10	20	30	100	300	1000
$\beta$ min	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,63	0,7	1

**ANNEXE N°3 : Répartition des débits horaires en fonction du nombre d'habitants**

HEURES	Nombre d'habitants				
	Moins de 10000	De 10001 à 50000	De 50001 à 100000	Plus de 100000	Agglomération de type rural
0-1	1.00	1.50	3.00	3.35	0.75
1-2	1.00	1.50	3.20	3.25	0.75
2-3	1.00	1.50	2.50	3.30	1.00
3-4	1.00	1.50	2.60	3.20	1.00
4-5	2.00	2.50	3.50	3.25	3.00
5-6	3.00	3.50	4.10	3.40	5.50
6-7	5.00	4.50	4.50	3.85	5.50
7-8	6.50	5.50	4.90	4.45	5.50
8-9	6.50	6.25	4.90	5.20	3.50
9-10	5.50	6.25	5.60	5.05	3.50
10-11	4.50	6.25	4.80	4.85	6.00
11-12	5.50	6.25	4.70	4.60	8.50
12-13	7.00	5.00	4.40	4.60	8.50
13-14	7.00	5.00	4.10	4.55	6.00
14-15	5.50	5.50	4.20	4.75	5.00
15-16	4.50	6.00	4.40	4.70	5.00
16-17	5.00	6.00	4.30	4.65	3.50
17-18	6.50	5.50	4.10	4.35	3.50
18-19	6.50	5.00	4.50	4.40	6.00
19-20	5.00	4.50	4.50	4.30	6.00
20-21	4.50	4.00	4.50	4.30	6.00
21-22	3.00	3.00	4.80	4.20	3.00
22-23	2.00	2.00	4.60	3.75	2.00
23-24	1.00	1.50	3.30	3.70	1.00
Total	100	100	100	100	100

*Source : polycopie d'AEP de Mr. SALAH.B*

ANNEXE N°4 : Prix des conduites PEHD 2024.



# EURL SÉTIF PIPE

## TRANSFORMATION PLASTIQUE

### LISTE DES PRIX PEHD

DN	PN 10 HT	PN 10 TTC	PN 16 HT	PN 16 TTC
20	28,60	34,03	39,00	46,41
25	39,00	46,41	54,60	64,97
32	57,20	68,07	84,50	100,56
40	80,60	95,91	110,50	131,50
50	118,30	140,78	172,12	204,82
63	192,40	228,96	273,00	324,87
75	273,00	324,87	380,38	452,65
90	379,60	451,72	554,06	659,33
110	553,86	659,09	806,06	959,21
125	706,61	840,86	1 045,76	1 244,45
160	1 157,70	1 377,66	1 710,80	2 035,85
200	1 807,44	2 150,85	2 666,79	3 173,48
250	2 812,65	3 347,05	4 151,40	4 940,17
315	4 485,20	5 337,38	6 613,68	7 870,28
400	7 215,74	8 586,72	10 658,75	12 683,91
500	11 295,74	13 441,92	16 654,31	19 818,62
630	17 922,93	21 328,29	26 435,09	31 457,75
710	22 695,00	27 007,05	33 405,00	39 751,95

**ANNEXE N°5 : les diamètres extérieurs et leurs épaisseurs**

Ø ext. nomnal Dn (mm)	Epaisseur (mm)					
	PN 6		PN 10		PN 16	
	Mini	Max	Mini	Max	Mini	Max
20	-	-	-	-	2,0	2,3
25	-	-	-	-	2,3	2,7
32	-	-	2,0	2,3	3,0	3,4
40	-	-	2,4	2,8	3,7	4,2
50	2,0	2,3	3,0	3,4	4,6	5,2
63	2,5	2,9	3,8	4,3	5,8	6,5
75	2,9	3,3	4,5	5,1	6,8	7,6
90	3,5	4,0	5,4	6,1	8,2	9,2
110	4,2	4,8	6,6	7,4	10,0	11,1
125	4,8	5,4	7,4	8,3	11,4	12,7
140	5,4	6,1	8,3	9,3	12,7	14,1
160	6,2	7,0	9,5	10,6	14,6	16,2
200	7,7	8,6	11,9	13,2	18,2	20,2
225	8,6	9,6	13,4	14,9	20,5	22,7
250	9,6	1,07	14,8	16,4	22,7	25,1
315	12,1	13,5	18,7	20,7	28,6	31,6

*Source : google2024*