



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option : ALIMENTATION EN EAU POTABLE**

**THEME:**

**Diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable de la  
ville de BESBES-WILAYE D'El-Tarf**

**Présenté par:**

**MESRATI Zoubir**

**Devant les membres du jury**

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
MOKRANE Wahiba	M.C. B	Président
SALHI Schahrazed	M.C. B	Examineur
KADI Latifa	M.A. A	Examineur
KAHLERRAS Malika	M.C.B	Promoteur

**Session juillet 2025**

# Remerciement

*Avant tout, je rends grâce à Allah, le Créateur de toutes choses, pour m'avoir accordé la santé, la patience et la force nécessaires pour entreprendre et mener à bien ce mémoire.*

*Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance à mon encadrante, Madame KALLERRAS Malika, pour son accompagnement attentif, ses conseils éclairés et sa disponibilité constante tout au long de ce travail. Sa rigueur scientifique, sa bienveillance et ses encouragements ont grandement contribué à la réussite de ce projet.*

*Ce mémoire représente l'aboutissement de cinq années d'efforts, de formation et de développement personnel. À ce titre, je remercie sincèrement toutes les personnes qui, de près ou de loin, m'ont soutenu durant cette aventure, par leurs conseils, leurs échanges constructifs ou leur simple présence.*

*Ma gratitude s'adresse également à l'ensemble du corps enseignant de l'École Nationale Supérieure d'Hydraulique, pour la qualité de l'enseignement dispensé et le savoir précieux transmis tout au long de mon cursus.*

*Je remercie chaleureusement les membres du jury pour l'intérêt porté à mon travail, ainsi que pour leurs remarques pertinentes et enrichissantes.*

*Enfin, j'adresse une pensée toute particulière à mes parents. Leur amour inconditionnel, leurs prières et leur soutien moral ont été une source constante de motivation et de persévérance face aux difficultés.*

# Dédicace

Je dédie ce travail :

À ma mère, et mon père, qui ont toujours été à mes côtés, me guidant, m'encourageant et me soutenant dans toutes mes décisions. Je mesure chaque jour la chance inestimable d'avoir des parents aussi merveilleux.

Je leur adresse mes remerciements les plus sincères pour leurs sacrifices, leur patience et leur amour indéfectible. Sans eux, je ne serais jamais arrivée jusqu'ici.

Ce travail représente l'aboutissement de tous les efforts qu'ils ont fournis, et des encouragements constants qu'ils m'ont prodigués tout au long de ma scolarité.

Je le dédie également :

À mes frères, que j'aime profondément, pour leur présence précieuse, leur amour sincère et leur soutien inconditionnel à chaque étape de ce parcours.

À mes chers grands-parents maternels, pour leur tendresse, leur sagesse et leur présence bienveillante. Leur place dans ma vie est un trésor, et je leur suis profondément reconnaissante.

À mes fidèles amis : Flites, Adel, Abdelmounaim, brahim, Rayane, Amine et Amar, pour leur soutien, leurs encouragements, leurs sourires, leur écoute, et les beaux moments partagés. Leur amitié m'a portée dans les moments les plus durs et accompagnée dans les plus heureux.

À toutes les personnes que j'aime profondément, et qui ont contribué, de près ou de loin, à la réussite de ce travail.

## ملخص:

ت تعاني بلدية بسباس من مشاكل في توزيع المياه الصالحة للشرب نتيجة تقادم الشبكة، وتكرار التسربات، وانخفاض الضغط. تهدف هذه الدراسة إلى تشخيص هذه الوضعية من خلال تحليل تقني معمق ومحاكاة هيدروليكية باستخدام برنامج EPANET. لقد كشفت النتائج عن عدة اختلالات تتطلب تدخلات تقنية. وقد أدى هذا التشخيص إلى اقتراح تجديد شبكة التوزيع وإنشاء منشآت تخزين جديدة من أجل تلبية الاحتياجات المتزايدة للسكان مستقبلاً.

الكلمات المفتاحية: بلدية بسباس ، شبكة توزيع المياه، تشخيص هيدروليكي، المنشآت التخزينية، تسربات.

## Résumé :

La commune de Besbes souffre de problèmes dans la distribution de l'eau potable en raison de la vétusté du réseau, des fuites fréquentes et de la faible pression. Cette étude vise à diagnostiquer cette situation à travers une analyse technique approfondie et une simulation hydraulique via le logiciel EPANET. Les résultats ont révélé plusieurs dysfonctionnements nécessitant des interventions techniques. Ce diagnostic a conduit à la proposition de renouveler le réseau de distribution et de réaliser de nouveaux ouvrages de stockage afin de répondre aux besoins croissants de la population à l'avenir.

## Mots-clés :

La commune de Besbes, Réseau de distribution d'eau, fuite, Diagnostic hydraulique, Ouvrage de stockage.

## Abstract :

The municipality of Besbes faces issues in the distribution of drinking water due to an aging network, frequent leakages, and low pressure. This study aims to diagnose the situation through a detailed technical analysis and hydraulic simulation using EPANET software. The results revealed several dysfunctions requiring technical interventions. This diagnosis led to the proposal of renewing the distribution network and constructing new storage facilities to meet the growing future needs of the population.

## Key words:

municipality of Besbes, Water distribution network, leakage, storage facilities, Hydraulic diagnosis.

## Table des matières

### INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE : .....	13
-------------------------------	----

### CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I.1-INTRODUCTION : .....	3
I.2--SITUATION GEOGRAPHIQUE : .....	3
I.3- SITUATION TOPOGRAPHIQUE : .....	4
I.4- SITUATION CLIMATIQUE : .....	5
<i>I.4.1-Climat</i> : .....	5
<i>I.4.2-Température</i> : .....	5
<i>I.4.3-Pluviométrie</i> : .....	5
<i>I.4.3-Humidité</i> : .....	6
<i>I.4.4-Vent</i> : .....	6
I.5- GÉOLOGIE ET SISMICITÉ DE LA ZONE D'ÉTUDE: .....	7
I.5.1- GEOLOGIE ET SISMICITE : .....	7
<i>I.5.2-Sismicité</i> : .....	7
I.6-SITUATION HYDRAULIQUE : .....	7
<i>I.6.1- Ressources en eau</i> : .....	7
<i>I.6.2- Adduction</i> : .....	7
<i>I.6.3- Distribution</i> : .....	7
I.7-CONCLUSION : .....	8

### CHAPITRE II : ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

II.1-INTRODUCTION : .....	10
II.2-ESTIMATION DE LA POPULATION FUTURE : .....	10
II.3-ESTIMATION DES BESOINS EN EAU : .....	10
<i>II.3.1-Consommation moyenne journalière</i> : .....	10
<i>II.3.2-Les besoins domestiques</i> : .....	11
<i>II.3.3-Les besoins des équipements publics</i> : .....	11
<i>II.3.5-Les besoins totaux de l'agglomération</i> : .....	13
II.4-VARIATIONS DE LA CONSOMMATION JOURNALIERE : .....	14
<i>II.4.1-Débit maximal journalier</i> : .....	14
<i>II.4.2-Débit minimal journalier</i> : .....	14
II.5-VARIATIONS DE LA CONSOMMATION HORAIRE : .....	14
<i>II.5.1- Débit moyen horaire</i> : .....	14
<i>II.5.2-Consommation maximale horaire</i> : .....	15
<i>II.5.3-Consommation minimale horaire</i> : .....	15
II.6-CONSOMMATION HORAIRE DE L'AGGLOMERATION EN FONCTION DU NOMBRE D'HABITANT : .....	16
<i>II.6.1-Régime de consommation de l'agglomération en 2025</i> : .....	16
<i>II.6.2-Régime de consommation de l'agglomération en 2055</i> : .....	17
II.7- BILAN DE RESSOURCES EN EAU ET LES BESOINS POUR L'HORIZON 2025JUSQU'A 2055 : .....	19
II.8-CONCLUSION : .....	20

### CHAPITRE III : DIAGNOSTIC DU RESEAU D'AEP EXISTANT

III.1- INTRODUCTION : .....	22
III.2-DIAGNOSTIC PHYSIQUE : .....	22

III.2.1- État des conduits d'adduction :	22
III.2.2- État des stations de pompage:	22
III.2.3 État des ouvrages de stockage :	23
III.2.4- État des réseaux de distribution :	24
III.2.5- Type des matériaux des conduites et les diamètres du réseau :	25
III.3-DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE :	27
III.3.1-Démarche méthodologique :	27
III.3.2-Formules utilisées :	27
III.3.3-Simulation sur EPANET :	27
III.3.4-La pression aux nœuds :	27
III.3.5-Calcul des débits de dimensionnement pour le cas de pointe (horizon 2025) :	27
I.3.6-Résultats de la simulation hydraulique du réseau horizon 2025 :	37
Chapitre III : Diagnostic du réseau d'AEP Existant	46
III.4-CONCLUSION :	47

## **CHAPITRE IV : RESERVOIRS**

IV.1-INTRODUCTION :	49
IV.2-UTILITE DU RESERVOIR : [2]	49
IV.3-LES TYPES DES RESERVOIRS : [2]	49
IV.3.1-Selon la topographie de l'emplacement du réservoir :	49
IV.3.2-Selon les matériaux utilisés :	49
IV.3.3- Selon la forme :	50
IV.4- CHOIX DE L'EMPLACEMENT DU RESERVOIR :	50
IV.5-EXIGENCES TECHNIQUES A SATISFAIRE DANS LA CONSTRUCTION D'UN RESERVOIR :	50
IV.6-ÉQUIPEMENT DU RESERVOIR :	51
IV.6.1-Conduite d'arrivée :	51
IV.6.2-Conduite de distribution :	51
IV.6.3-Conduite du trop-plein :	51
IV.6.4-Conduite de vidange :	51
IV.6.5-Conduite de by-pass entre adduction et distribution :	51
IV.6.6-Comptage :	52
IV.6.7-Robinets-vannes :	52
IV.6.8-Matérialisation de la réserve d'incendie :	52
IV.7-ANALYSE DE LA CAPACITE DE STOCKAGE :	52
IV.7.1-Principe de calcul :	53
IV.7.2- Le réservoir existants :	55
IV.8-LES RESERVOIR PROJETES :	55
IV.9-DIMENSIONNEMENT DU RESERVOIR :	56
IV.10-CONCLUSION :	57

## **CHAPITRE V : REHABILITATION DU RESEAU D'AEP A L'HORIZON 2055**

V.1-INTRODUCTION :	59
V.2-STRUCTURE DU RESEAU :	59
V.2.1-Réseau ramifié :	59
V.2.2-Réseau maillé :	59
V.2.3-Réseau mixte :	59
V.3-EXIGENCES FONDAMENTALES DU RESEAU :	60
V.4-TRACE DES CONDUITS :	60
V.5-CHOIX DU TYPE DE MATERIAUX :	60
V.6-CALCUL HYDRAULIQUE DU RESEAU DE DISTRIBUTION :	61

V.7-CALCUL DES DEBITS DE DIMENSIONNEMENT : .....	61
V.7.1-Cas de pointe (l'horizon 2055) : .....	61
V.7.2-Détermination des Débits aux nœuds : .....	62
V.8- REPARTITION ARBITRAIRE DES DEBITS : .....	64
V.9-DETERMINATION DES PARAMETRES HYDRAULIQUES DU RESEAU : .....	64
V.9.1-Cas de pointe : .....	64
Chapitre V : Réhabilitation du réseau D'AEP à l'horizon 2054 .....	68
V.9.2-Cas de pointe +incendie : .....	70
Chapitre V : Réhabilitation du réseau D'AEP à l'horizon 2054 .....	73
V.10-CONCLUSION : .....	74

## **CHAPITRE VI : POSE DES CANALISATIONS ET ACCESSOIRES**

VI.1-INTRODUCTION : .....	76
VI.2-POSE DE CANALISATION : .....	76
VI.2.1-Principe de pose des canalisations : [1].....	76
VI.2.2-Méthode de pose de canalisation : .....	76
VI.3-CRITERES DE CHOIX DES CANALISATIONS : [3] .....	79
VI.3.1-Choix de canalisation : .....	79
VI.3.2-Prescriptions spéciales : .....	80
VI.4- METHODES DE RACCORDEMENT DES CANALISATIONS : .....	80
VI.6-LES ACCESSOIRES UTILISES DANS LES RESEAUX D'AEP : .....	82
VI.6.1-Vannes / Robinet vannes : .....	82
VI.6.2-Ventouse : [6].....	83
VI.6.3-Poteaux et bouches d'incendie : [1].....	84
VI.6.4-Vannes de régulation hydraulique : .....	84
VI.6.5-Clapet anti retour : .....	85
VI.7-MESURE DE PRESSION ET DE DEBIT : .....	85
VI.8-CONCLUSION : .....	85

## **CHAPITRE VII : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF ET SECURITE DE TRAVAIL**

VII .1- INTRODUCTION : .....	87
VII .2-ETAPES DE LA REALISATION D'UN RESEAU D'AEP : .....	87
VII .3- REALISATION DU TRACE DES TRANCHEES SUR LE TERRAIN : .....	87
VII .4- EXCAVATION DES TRANCHEES : .....	87
VII .5- LA MISE EN PLACE DU LIT DE POSE : .....	88
VII .6- EPREUVE DE JOINT ET DE CANALISATION : .....	88
VII .7- LES ENGINS UTILISES : [7] .....	88
VII .8- LES OPERATIONS POUR LA REALISATION DU RESEAU : .....	88
VII .8.1- Décapage de la couche végétale ou la couche du goudron : .....	88
VII .8.2- Calcul de la Largeur de la tranchée : .....	89
VII .8.3- Calcul du volume de déblai : .....	90
VII .8.4- Calcul du volume de sable pour le lit de pose : .....	90
VII .8.5- Calcul du remblaiement des tranchées : .....	91
VII .9- CALCULE DE RESERVOIR : .....	92
VII .9.1- Le diamètre extérieur : .....	92
VII.9.2- Le volume de décapage : .....	92
VII .9.3- Le volume de déblai : .....	92
VII .9.4- Le volume de béton de propreté (sous radier) : .....	93
VII .9.5- Volume de béton armé (radier) : .....	93

VII.9.6- <i>Le volume de béton armé des parois</i> :.....	93
VII.9.7- <i>Le volume de béton armé de coupole</i> :.....	93
VII.10- DEVIS ESTIMATIF ET QUANTITATIVES : .....	94
VII.11. PLANIFICATION DES TRAVAUX :.....	95
VII.11.1- <i>Principe de la méthode du CPM</i> :.....	95
VII.11.2- <i>Identification des tâches</i> :.....	95
VII.11.3- <i>Application de la méthode du CPM</i> :.....	96
VII.11.4- <i>Détermination du chemin critique</i> :.....	97
VII.12- PROTECTION ET SÉCURITÉ DU TRAVAIL :.....	98
VII.12.1- <i>Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique</i> :.....	99
VII.12.2- <i>Exemples d'actions dangereuses</i> :.....	99
VII.12.3- <i>Dispositifs de prévention des accidents</i> : .....	99
VII.12-CONCLUSION : .....	100

### **CONCLUSION GENERALE**

<i>Conclusion générale</i> : .....	102
------------------------------------	-----

## Liste des tableaux

<b>Tableau I.1</b> : températures mensuelles en (°C) enregistrées à la station du lac des Oiseaux (2010-2018).	5
<b>Tableau I.2</b> : Moyenne inter-annuelle et moyennes mensuelles des précipitations en (mm)	6
<b>Tableau I.3</b> : Humidités relatives moyennes mensuelles de l'air Enregistrées à la station du Lac des Oiseaux	6
<b>Tableau I.4</b> : Les vitesses moyennes du vent.	6
<b>Tableau II.1</b> : Estimation de la population.	10
<b>Tableau II.2</b> : Base de calcul des dotations en fonction du nombre de la population.	11
<b>Tableau II.3</b> : Les besoins domestiques.	11
<b>Tableau II.4</b> : Besoins scolaire.	11
<b>Tableau II.5</b> : Besoins sanitaires	12
<b>Tableau II.6</b> : Besoins administratifs.	12
<b>Tableau II.7</b> : besoins sociaux culturels.	13
<b>Tableau II.8</b> : Le débit d'équipement	13
<b>Tableau II.9</b> : Le débit d'équipement à l'horizon futur.	13
<b>Tableau II.10</b> : Besoins totaux de l'agglomération.	13
<b>Tableau II.11</b> : Débit de fuite et gaspillage.	13
<b>Tableau II.12</b> : Consommation journalière à l'horizon actuel et futur.	14
<b>Tableau II.13</b> : Consommation horaire à l'horizon actuel et futur.	15
<b>Tableau II.14</b> : Consommation horaire 2025.	16
<b>Tableau II.15</b> : Consommation horaire 2055.	17
<b>Tableau II.16</b> : Bilan de ressources en eau et les besoins.	19
<b>Tableau III.1</b> : Les débits aux nœuds.	28
<b>Tableau III.2</b> : Etat des arcs du réseau (vitesses et pertes de charges).	37
<b>Tableau III.3</b> : Etat des nœuds du réseau (charges et pressions).	41
<b>Tableau IV.1</b> : Détermination de la capacité de stockage (2025 et 2055)	53
<b>Tableau IV.2</b> : Bilan de capacité de stockage.	55
<b>Tableau IV.3</b> : caractéristique des réservoirs projetés.	56
<b>Tableau V.1</b> : Les débits aux nœuds.	62
<b>Tableau V.3</b> : Etat des nœuds du réseau (charges et pressions).	66
<b>Tableau V.4</b> : Etat des arcs du réseau (vitesses et pertes de charges) en cas pointe+incendie.	70
<b>Tableau V.5</b> : Etat des nœuds du réseau (charges et pressions) en cas pointe + incendie.	70
<b>Tableau VI.1</b> : les pièces spéciales.	81
<b>Tableau VII.1</b> : Calcul du volume de décapage.	89
<b>Tableau VII.2</b> : Calcul du volume de déblai.	90
<b>Tableau VII.3</b> : Calcul du volume de lit de sable.	91
<b>Tableau VII.4</b> : Calcul du volume de remblai.	91
<b>Tableau VII.5</b> : Les calculs des deux réservoirs.	94
<b>Tableau VII.6</b> : Devis quantitatives et estimatif.	94
<b>Tableau VII.7</b> : Les tâches de construction des deux réservoirs.	96
<b>Tableau VII.8</b> : Les tâches de réalisation du réseau de distribution.	96
<b>Tableau VII.9</b> : Répartition des tâches pour la construction des deux réservoirs.	96
<b>Tableau VII.10</b> : Répartition des tâches pour le réseau de distribution.	97.

## Liste des figures

<b>Figure I.1</b> : Situation géographique de la commune du BESBES. ....	3
<b>Figure I.2</b> : Plan de la topographie de la ville de Besbes (Open Street Map). ....	4
<b>Figure II.1</b> : Graphique de la consommation horaire en 2025 .....	17
<b>Figure II.2</b> : Courbe de la consommation cumulée en 2025 .....	17
<b>Figure II.3</b> : Graphique de la consommation horaire en 2055.....	18
<b>Figure II.4</b> : Courbe de la consommation cumulée en 2055 .....	19
<b>FigureIII.1</b> : La station de pompage (forage Bellahmar N°02) .....	23
<b>FigureIII.2</b> : Le réservoir tampon 2*1000M3. ....	23
<b>FigureIII.3</b> : état de Le réservoir 2*1000M3 et des conduites d'amené, vidanges et distribution. ....	24
<b>FigureIII.4</b> : état de réseaux de distribution .....	25
<b>FigureIII.5</b> : Répartition des canalisations selon leurs matériaux .....	26
<b>FigureIII.6</b> : Répartition des diamètres du réseau existante. ....	26
<b>Figure III.7</b> : Distribution des vitesses dans le réseau existant .....	41
<b>Figure III.8</b> : Distribution des pressions dans le réseau existant .....	45
<b>Figure III.9</b> : Etat des pressions et vitesses au réseau existant Cas de pointe l'horizon 2025.....	46
<b>Figure IV.1</b> : Equipement du réservoir. ....	52
<b>Figure V.1</b> : Distribution des pressions dans le cas de pointe .....	67
<b>Figure V.2</b> : Distribution des vitesses dans le cas de pointe.....	67
<b>FigureV.3</b> : Résultats de simulation de vitesses et pressions pour le cas de Pointe.....	68
<b>Figure V.4</b> : Distribution des pressions dans le cas de pointe plus incendie .....	71
<b>Figure V.5</b> : Distribution des vitesses dans le cas de pointe plus incendie .....	71
<b>Figure V.6</b> : Résultats de simulation de vitesses et pressions pour le cas de Pointe + incendi .....	73
<b>FigureVI.1</b> : Pose de canalisation dans un terrain ordinaire .....	77
<b>Figures VI.2</b> : Les élargissement de la tranchée .....	77
<b>Figures VI.3</b> : Traversée d'une route par une conduite en galerie .....	78
<b>Figure VI.4</b> : Robinets vanne à opercule (source <a href="https://www.ramus-industrie.com">https://www.ramus-industrie.com</a> ). ....	83
<b>Figure VI.5</b> : vanne papillon ( <a href="https://www.ramus-industrie.com">https://www.ramus-industrie.com</a> ).....	83
<b>Figure VI.6</b> : ventouse simple ( <a href="https://www.cph-hydro.com">https://www.cph-hydro.com</a> ).....	84
<b>Figure VI.7</b> : Bouches et poteaux d'incendie .....	84
<b>Figure VII .1</b> : Réseaux à nœuds et calcul du temps de réalisation des deux réservoir. ....	98
<b>Figure VII .2</b> : Réseaux à nœuds et calcul du temps de réalisation du réseau .....	98

## **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 N°1.
- Profil en long de la conduite de distribution N°2.
- Accessoires en AEP.

## **Nomenclature**

AEP : Alimentation en Eau Potable

APC : Assemblée Populaire Communale

ONTF : Office National des Forêts.

ANRH : Agence Nationale Des Ressources Hydraulique

DHW : Direction d'Hydraulique de la wilaya

DN : Diamètre nominal

ONM : Office National de la Météorologie

NGA : Niveau géographique de l'Algérie

RGPH : recensement général de la population et de l'habitat

Rext : Réservoir existant

Rproj : Réservoir projeté

PVC : Polychlorure de vinyle.

PEHD : Polyéthylène Haute Densité

POS : Plan d'Occupation du Sol

PTT : Poste de Transmission et de Télécommunication

P.D.A.U : Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme

PN : Pression Nominale

# **Introduction Générale**

### **Introduction Générale :**

La gestion de l'eau potable représente un enjeu crucial pour le développement durable et le bien-être des populations. Cependant, les réseaux de distribution, bien qu'indispensables, sont confrontés à divers problèmes tels que les fuites, les baisses de pression, l'usure des conduites et le manque de capacités de stockage, nuisant ainsi à leur performance.

À Besbes, comme ailleurs, le réseau d'alimentation en eau potable (AEP) souffre de nombreuses limites en termes de gestion et de rendement. Cette étude a pour but d'évaluer l'état actuel du réseau, d'en relever les défaillances et de proposer des solutions ciblées pour en renforcer l'efficacité et la pérennité.

Pour ce faire, une approche méthodologique en plusieurs étapes a été adoptée :

- Analyse du périmètre étudié et projection de l'évolution des besoins en eau;
- Diagnostic technique du réseau existant, mettant en lumière les lacunes hydrauliques et structurelles ;
- Élaboration de mesures correctives, incluant l'augmentation des capacités de stockage, le remplacement des conduites vétustes et l'optimisation de la distribution afin d'assurer un service fiable et continu.

Le but final est de concevoir un plan d'amélioration du réseau AEP de Besbes fondé sur une logique durable, permettant une gestion rationnelle des ressources et une amélioration notable de la qualité du service rendu à la populations.

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

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

### I.1-Introduction :

L'étude du réseau de distribution d'eau potable doit prendre en compte les spécificités du territoire concerné, car les facteurs géographiques, démographiques et climatiques influencent directement sa gestion. Ce chapitre est consacré à la présentation de la commune de Besbes à travers l'étude de sa situation géographique, de son climat, de sa population et de ses sources d'approvisionnement en eau.

### I.2--Situation géographique :

La commune de Besbes est située dans la wilaya d'El Tarf, au nord-est de l'Algérie, à l'extrémité sud-est de la plaine d'Annaba, une région agricole fertile. Ses coordonnées géographiques sont 36° 42' de latitude nord et 7° 50' de longitude est. Elle occupe une position stratégique, traversée par plusieurs axes routiers reliant Annaba, El Tarf et les communes environnantes, ce qui facilite les échanges économiques.

Administrativement, elle est délimitée par :

- Au nord : Echatt ;
- À l'est : Ben M'hidi, Zerizer et Asfour ;
- À l'ouest : Chebaïta Mokhtar et Drean ;
- Au sud : Chihani.

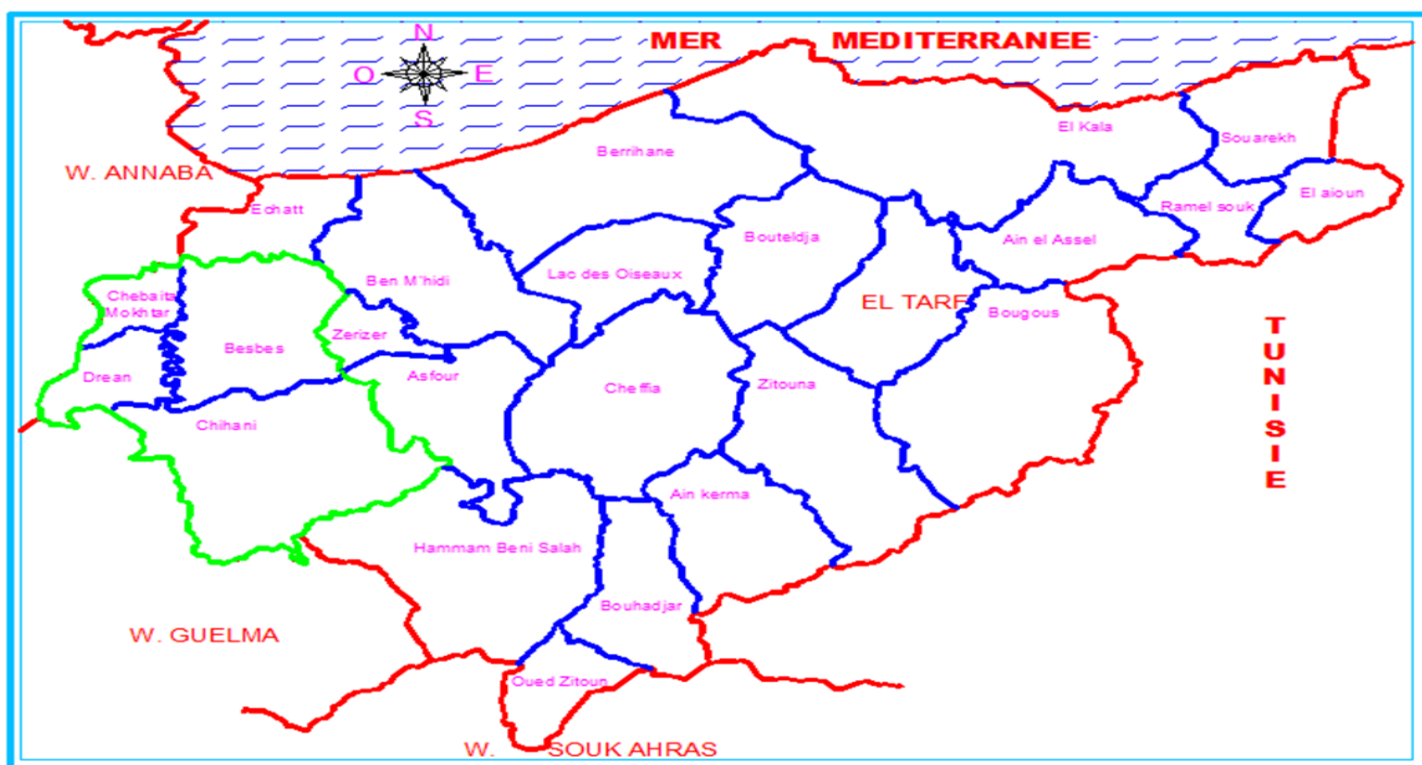
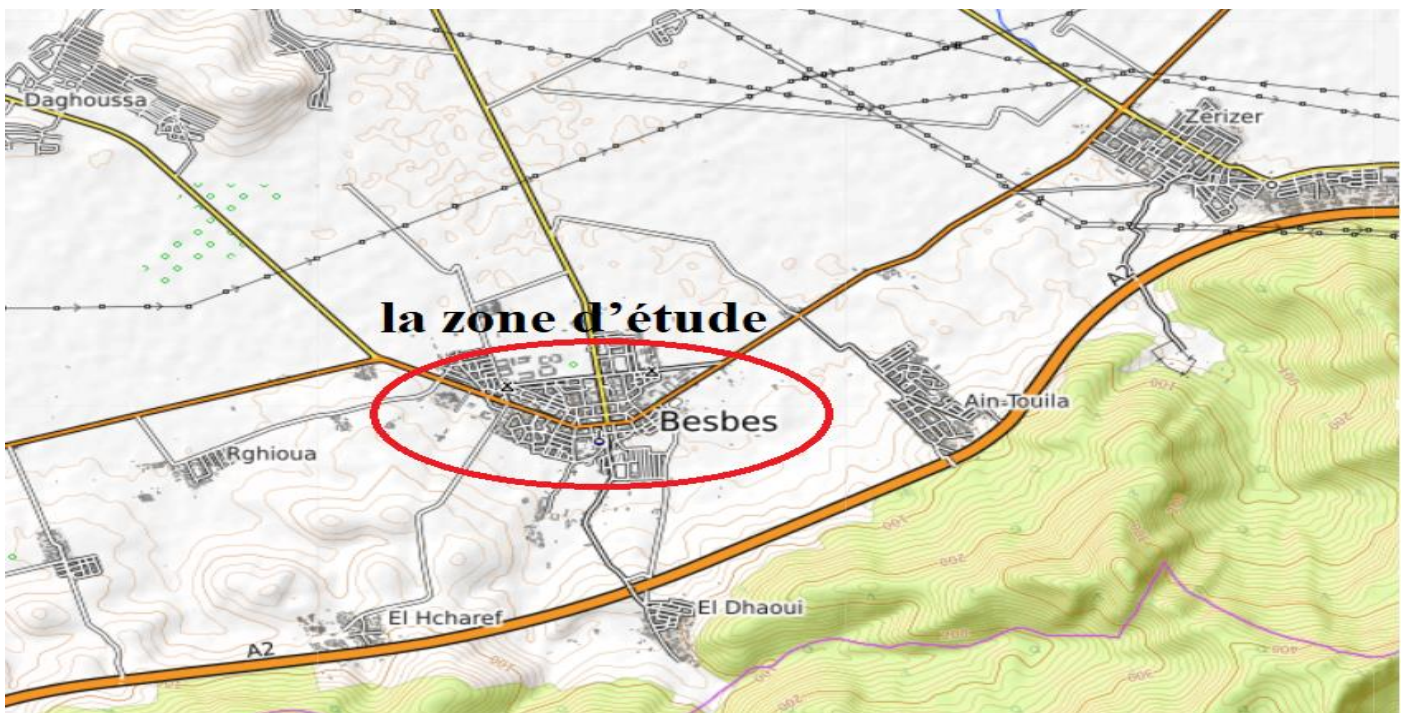


Figure I.1 : Situation géographique de la commune du BESBES.

### I.3- Situation topographique :

La commune de Besbes se caractérise par un relief quasi plat, avec des altitudes variantes entre 3 à 85 mètres. Le centre urbain est situé dans une zone basse, facilitant le développement des infrastructures et l'expansion urbaine. Vers le sud et le sud-est, le terrain s'élève progressivement vers des altitudes plus élevées, à proximité de l'autoroute A2 et de zones boisées. Ces formations topographiques jouent un rôle essentiel dans le drainage des eaux et l'aménagement du territoire.



**Figure I.2:** Plan de la topographie de la ville de Besbes (<https://www.maps-for-free.com/>).

### I.4- Situation climatique :

#### I.4.1-Climat :

Le climat de la commune de Besbes, située dans la wilaya d'El Tarf, est de type méditerranéen, caractérisé par des hivers humides et des étés secs. La proximité de la mer influence les variations climatiques, avec un taux d'humidité élevé en hiver et des vents dominants soufflant fréquemment du nord-ouest.

#### I.4.2-Température :

Les différents paramètres des températures (moyenne annuelle, mensuelle, maximale, minimale...etc.), relevées à la station du Lac des Oiseaux, sont illustrées dans le tableau :

**Tableau I.1** : températures mensuelles en (°C) enregistrées à la station du lac des Oiseaux (2010-2018).

Année	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout	moy
T° <sub>moy,max</sub>	42.2	39.1	34.0	25.3	28.9	30.0	33.5	33.5	40.2	45.8	46.0	46.4	46.4
T° <sub>moy,min</sub>	10.1	7.4	2.7	-0.2	0.4	-0.8	0.4	3.1	5.7	8.8	11.8	13.5	-0.8
T° <sub>moy</sub>	23.6	19.8	15.3	11.9	10.8	11.4	13.5	15.2	18.8	22.5	25.3	25.1	17.9

(Source : O.N.M : Office Nationale de Météorologie)

La commune de Besbes, comme l'ensemble du littoral est caractérisée par :

- Des températures absolues estivales très élevées atteignant les 46.4°C ;
- Un hiver aux températures la plus faible se situe au mois de février ;  
(Température minimale hivernale est de l'ordre de -0.8°C) ;
- Un hiver aux températures douces (température moyenne hivernale est de l'ordre de 11.4°C) ;
- Une évaporation élevée tout au long de l'année.

#### I.4.3-Pluviométrie :

La commune de Besbes connaît d'importantes variations saisonnières de précipitations, les plus fortes en hiver et en automne, tandis que l'été est la saison la plus sèche.

Janvier est le mois le plus pluvieux, avec une moyenne de 180 mm, tandis qu'août est le mois le plus sec, avec seulement 7 mm de précipitations.

Les données climatiques indiquent :

- Une pluviométrie moyenne annuelle de 788 mm ;
- Un nombre moyen de jours de pluie estimé à 101 jours par an ;
- Un nombre moyen de jours de pluie torrentielle de 73 jours.

Ce climat joue un rôle essentiel dans l'hydrologie de la région et influence directement la disponibilité des ressources en eau.

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

**Tableau I.2 :** Moyenne inter-annuelle et moyennes mensuelles des précipitations en (mm) enregistrées à la station climatologique du Lac des Oiseaux (2010-2018).

Année	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout
précipitations moyennes mensuelles (mm)	36	72	100	108	180	80	72	56	40	33	4	7
Nombre moyen de jours de pluie	5	9	12	13	15	11	12	9	7	5	1	2
Nombre moyen de jours de pluie torrentielle	3	7	6	10	11	10	8	4	7	6	0	1

(Source : O.N.M : Office Nationale de Météorologie)

### I.4.3-Humidité :

Les valeurs de l'humidité relative moyenne mensuelle de l'air, relevées à la station climatique du Lac des Oiseaux, sont mentionnées dans le tableau :

**Tableau I.3 :** Humidités relatives moyennes mensuelles de l'air Enregistrées à la station du Lac des Oiseaux (2010-2018).

Année	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout	moy
Humidité H%	<b>74,3</b>	73,6	70,3	72	72,3	72,5	69,6	<b>69.0</b>	71,3	72	71,3	73	71,77

(Source : O.N.M : Office Nationale de Météorologie)

L'analyse du tableau ci-dessus permet de tirer les interprétations suivantes :

L'humidité relative la plus élevée est enregistrée en hiver, au mois de janvier, avec une valeur de 74,30 %. La plus basse est relevée en été, au mois d'août, et s'élève à 69,00 %.

### I.4.4-Vent :

La commune de Besbes est soumise aux actions des vents dominants du Nord-Ouest. Le sirocco est un vent chaud et sec ; il souffle surtout en période sèche du Sud au Nord.

Les moyennes annuelles des vitesses des vents sont illustrées dans le tableau :

**Tableau I.4 :** Les vitesses moyennes du vent enregistrées à la station d'El-Tarf (2010-2018) .

Direction des vents	Nord	Nord-Est	Est	Sud-Est	Sud	Sud-Ouest	Ouest	Nord-Ouest	Nord
moyennes Annuelles (Km/h)	39	23	19	10	45	10	48	<b>107</b>	39

(Source : O.N.M : Office Nationale de Météorologie)

La vitesse des vents la plus forte dans Les moyennes annuelles est de 107 (Km/h) avec une direction Nord-ouest.

### **I.5- Géologie et sismicité de la zone d'étude:**

#### **I.5.1- Géologie et sismicité :**

La région de Besbes, située dans la wilaya d'El Tarf, fait partie du Tell oriental algérien. Son sous-sol est principalement composé d'argile, de calcaire et de grès, des roches issues de processus d'érosion et de sédimentation. Le relief y est marqué par des altitudes relativement basses, dominées par des plaines inondables.

#### **I.5.2-Sismicité :**

D'un point de vue tectonique, la région est traversée par des structures actives du Nord-Est algérien, en particulier les failles profondes de Skikda et de Collo, ce qui peut engendrer des risques géotechniques. Ces caractéristiques géologiques ont une influence directe sur la gestion des ressources en eau et sur la planification des infrastructures, rendant indispensables des études spécialisées afin d'assurer la stabilité des projets hydrauliques et urbains.

### **I.6-Situation hydraulique :**

#### **I.6.1- Ressources en eau :**

L'alimentation en eau potable de la commune de Besbes repose essentiellement sur deux sources principales :

- Un premier quota à partir du forage Bellahmar n°02 est de 25 l/s destiné au réservoir semi-enterré de  $2 \times 1000 \text{ m}^3$  de Besbes ;
- Un second quota est fourni par la station de pompage des Salines, qui est en réalité une station de dessalement. Elle refoule un débit de 120 l/s, réparti équitablement entre les villes de Besbes et Dréan, soit 50 % chacune.

#### **I.6.2- Adduction :**

Le transport de l'eau vers les réservoirs de stockage et les points de distribution est assuré par un réseau de conduites :

- Une conduite principale en acier de diamètre 500 mm (DN500), reliant la station des Salines aux infrastructures de stockage.
- Des conduites en PVC et en PEHD, assurant l'acheminement de l'eau depuis les forages et facilitant sa distribution vers les différents quartiers de la commune.

#### **I.6.3- Distribution :**

Le réseau de distribution de Besbes s'étend sur 21 km et se compose de conduites en acier, PVC et PEHD. Il est organisé en réseau maillé dans les zones urbaines, et en réseau ramifié dans les quartiers périphériques. L'alimentation en eau se fait par intermittence, une rotation de deux jours par semaine selon les secteurs, en raison du déséquilibre entre l'offre et la demande.

### **I.7-Conclusion :**

Ce chapitre a permis de présenter la commune de Besbes, située dans la wilaya d'El Tarf. Elle se caractérise par un relief essentiellement plat et un climat de type méditerranéen. L'approvisionnement en eau y est assuré principalement par des forages et une station de pompage, tandis que la distribution repose sur un réseau mixte, combinant maillage urbain et ramifications périphériques. Cette analyse vise à approfondir la compréhension des spécificités locales et à mettre en évidence les enjeux liés à la distribution de l'eau potable dans la commune.

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

### II.1-Introduction :

L'estimation des besoins en eau est une étape essentielle pour assurer une gestion efficace des ressources et une distribution adaptée. Ce examine les principaux facteurs influençant la consommation, tels que la croissance démographique, les équipements publics, les activités économiques et les pertes dans le réseau, afin d'élaborer des prévisions qui contribueront à une planification optimale du réseau de distribution d'eau potable à Besbes.

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

Dans le cadre de cette étude, l'estimation des besoins futurs en eau potable repose sur une projection démographique à long terme, établie sur un horizon de 30 ans (n = 30). Le taux d'accroissement retenu est de 1,57 %, conformément aux données fournies par l'Office National des Statistiques (ONS) d'Algérie.

La population de la commune de Besbes en 2008 était estimée à 16 956 habitants (source : A.P.C. de Besbes). L'évolution démographique est calculée à l'aide de la formule des intérêts composés :

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

- $P_n$  : la population à l'horizon de calcul ;
- $P_0$  : Population à l'année de référence ;
- $\tau$  : 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	Référence	Actuel	Long terme
Année	<b>2008</b>	<b>2025</b>	<b>2055</b>
Taux d'accroissement %	1,57	1,57	1,57
Population	16956	22098	35263

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

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

La consommation moyenne journalière est estimée à l'aide de la formule suivante, qui consiste à multiplier le nombre d'habitants par la dotation en eau par habitant :

$$Q_{\text{moy.j}} = \frac{\text{Dot} * N_u}{1000} [\text{m}^3/\text{j}] \dots\dots\dots \text{II.2}$$

- Dot : dotation de la population en (l/j/unité) ;
- $N_u$  : nombre d'unité ;
- $Q_{\text{moy.j}}$  : consommation moyenne journalière.

### II.3.2-Les besoins domestiques :

Étant donné que la zone étudiée présente une prédominance urbaine, la dotation unitaire journalière retenue varie généralement entre 150 et 200 litres par habitant et par jour. Dans le cadre du dimensionnement à l'horizon de projet, une dotation de 180 l/hab/j a été adoptée, conformément aux recommandations de la Direction des ressources en eau (DRE) de la wilaya d'El Tarf. Ce choix s'appuie sur le niveau actuel de développement de la commune dans ses différents secteurs, ainsi que sur les perspectives d'investissement en cours.

**Tableau II.2 :** Base de calcul les dotations en fonction du nombre de la population.

Population	Dotation
P < 2000	125
2000 < P < 20.000	150 - 200
20.000 < P < 100.000	200 - 300
P > 100.000	300 - 400

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

Année	Population	Dotation(L/j/habitant)	Cons moyj(m <sup>3</sup> /j)
2025	22098	180	3977.64
2055	35263	180	6347.34

### II.3.3-Les besoins des équipements publics :

#### A. Les besoins scolaires :

La consommation en eau des structures éducatives est estimée sur la base d'une dotation unitaire fixée à 15 litres par élève et par jour, conformément aux recommandations de la Direction des Ressources en Eau (D.R.E.) d'El Tarf. Les résultats de ce calcul sont présentés dans le tableau II.4:

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

Equipement	Nombre d'unité (élèves)	Dotation(L/j/unité)	Cons moyj(m <sup>3</sup> /j)
Écoles (05)	1500	15	22,5
C.E.M (02)	1000	15	15
Lycées (02)	1300	15	19,5
Centre de formation (01)	180	15	2,7
		Total	59,7

## Chapitre II: Estimation des besoins en eau

### B. Les besoins sanitaires :

Les besoins sanitaires seront calculés en prenant la dotation égale à 200 et 20 l/j/unité (source : D.R.E d'El-Tarf) et présentés dans le tableau II.5:

**Tableau II.5 : Besoins sanitaires**

Equipement	Nombred'unité patients	Dotation(L/j//unité)	Cons moyj(m <sup>3</sup> /j)
Centre de santé (01)	60	20	1,2
Hôpital (01)	240	200	48
salles de soins (2)	60	20	1,2
		Total	50,4

### C. Les besoins administratifs :

Le chef-lieu de commune de Besbes est doté des équipements administratifs présentés dans le tableau II.6:

**Tableau II.6 : Besoins administratifs.**

Equipement	Nombred'unité employées	Dotation(L/j//unité)	Cons moyj(m <sup>3</sup> /j)
Daïra	30	15	0,45
l'APC	25	15	0,375
La Sûreté urbaine	50	15	0,75
LaGendarmerie Nationale	35	25	0,875
La s. des servicec de l'agriculture.	20	15	0,3
ONTF	20	15	0,3
La s. des ressources en eau	10	15	0,15
La s. des travaux publics	20	15	0,3
PTT	15	15	0,225
Recette des impots	15	15	0,225
CNR	25	15	0,375
La DLEP	25	15	0,375
L'OPGI	20	15	0,3
La CNL	20	15	0,3
		Total	5,3

### D. Les besoins socioculturelle et sportifs :

Sur l'ensemble du territoire de la commune, nous avons recensé plusieurs équipements Présentés dans le tableau II.7 :

**Tableau II.7 : besoins sociaux culturels**

Equipement	Nombred'unité	Dotation(L/j//unité)	Cons moyj(m <sup>3</sup> /j)
Une Maison de jrunes	80	10	0,8
Bibliothèque	100	10	1
Un Stade	400	15	6
Une Salle omnisp orts	350	15	5,25
3 Mosquées	1556	10	15,56
		Total	28,61

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

Le tableau II.8 récapitule l'ensemble des besoins en eau associés aux équipements existants :

**Tableau II.8 : Le débit d'équipement**

Catégories de consommateurs	Q <sub>moy,j</sub> (m <sup>3</sup> /j)
Les Besoins scolaires	59,7
Les Besoins sanitaires	50,4
Les Besoins administratifs	5,3
Les B esoins socioculturelle et sportifs	28,61
Total	144,01

En l'absence d'informations précises sur les équipements prévus à l'horizon futur, une majoration de 30 % du débit moyen journalier de consommation a été proposée, conformément aux recommandations de la Direction des ressources en eau (D.R.E d'El-Tarf).

**Tableau II.9 : Le débit d'équipement à l'horizon futur.**

Horizon	Taux de croissance	Q <sub>moy,j</sub> (m <sup>3</sup> /j)
2055	30%	187,21

Les besoins totaux de l'agglomération sont présentés dans le tableau II.10 :

**Tableau II.10 : 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)
2025	3977.64	144,01	4121.64
2055	6347.34	187,21	6534.55

Il est nécessaire d'appliquer une majoration de 20 % (2025) et 10% (2055) au débit moyen journalier futur afin de tenir compte des pertes liées aux fuites:

**Tableau II.11 : Débit de fuite et gaspillage.**

Horizon	Q <sub>moy,j</sub> (m <sup>3</sup> /j)	Débit de fuite (m <sup>3</sup> /j)	Débit total (m <sup>3</sup> /j)
2025	4121.64	824.32	<b>4945.96</b>
2055	6534.55	980.18	<b>7514.73</b>

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

La demande en eau n'est pas uniforme tout au long de la journée ; elle présente des fluctuations, avec des périodes de pointe et d'autres de faible consommation. Ces variations sont exprimées à l'aide de coefficients d'irrégularité, désignés respectivement par  $K_{max}$  pour les pics de demande et  $K_{min}$  pour les creux.

**II.4.1-Débit maximal journalier :**

Il s'agit du volume maximal d'eau consommé au cours d'une journée, sur l'ensemble de l'année. Cette variation est exprimée à l'aide du coefficient d'irrégularité journalière maximale, noté  $K_{max,j}$ , défini comme suit:

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

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 du volume journalier minimal d'eau consommé au cours de l'année. Ce paramètre est exprimé à l'aide du coefficient d'irrégularité journalière minimale, noté  $K_{min,j}$ , et défini par la relation suivante:

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

Tel que :

$K_{min,j}=[0,7 ;0,9]$  on prend  $K_{min,j}=0,8$ .

**Tableau II.12 :** Consommation journalière à l'horizon actuel et futur.

<b>Horizon</b>	<b><math>Q_{moy,j} (m^3/j)</math></b>	<b><math>K_{max,j}</math></b>	<b><math>Q_{max,j} (m^3/j)</math></b>	<b><math>K_{min,j}</math></b>	<b><math>Q_{min,j} (m^3/j)</math></b>
2025	4945.96	1,3	6429.75	0,8	3956.76
2055	7514.73	1,3	9769.15	0,8	6011.78

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

**II.5.1- Débit moyen horaire :**

Le débit horaire moyen correspondant à la journée de charge maximale de l'année est estimé à l'aide de la relation suivante :

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

### II.5.2-Consommation maximale horaire :

Ce débit correspond à la quantité d'eau la plus élevée consommée en une heure, au cours de la journée présentant la charge maximale de l'année. Il est exprimé à l'aide du coefficient d'irrégularité horaire maximale, noté  $K_{max,h}$ , et déterminé par la relation suivante:

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

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  $\alpha_{max}=1.3$

$\beta_{max}$  : 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 2025  $\beta_{max}=1, 22$ ;
- Pour une population de 30000 à 100000 on a  $\beta_{max}= [1,15 ; 1,1]$   
Donc  $\beta_{max}=1,15$  (horizon 2055).

Débit maximum horaire est :

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

### II.5.3-Consommation minimale horaire :

Ce débit correspond à la plus faible quantité d'eau consommée en une heure, au cours de la journée la plus sollicitée de l'année. Il est exprimé à l'aide du coefficient d'irrégularité horaire minimale, noté

$K_{min,h}$ , et déterminé selon la relation suivante:

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

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  $\alpha_{min}=0,6$

$\beta_{min}$  : 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 2025  $\beta_{min}=0,5$  ;
- Pour une population de 30000 à 100000 on a  $\beta_{min}= [0,6 ; 0,63]$   
Donc  $\beta_{min}=0,6$  (horizon 2055)

Débit minimum horaire est :

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

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

Horizon	Qmoyh	kmax h	Qmax h	kminh	Qminh
2025	267.90	1,586	424.89	0,3	80,37
2055	407.04	1,50	610.56	0,36	146.53

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

Le régime de consommation d'une agglomération dépend de sa taille démographique. Il peut être estimé à l'aide de la relation suivante :

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

$Q_h$ : débit horaire

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

Donc :

- Pour l'horizon 2025 on a choisis la répartition de 10001 à 50000 hab ( $P_{2025}=22098$ ) ;
- Pour l'horizon 2055 on a choisis la répartition de 10001 à 50000 hab ( $P_{2055}=35263$ ).

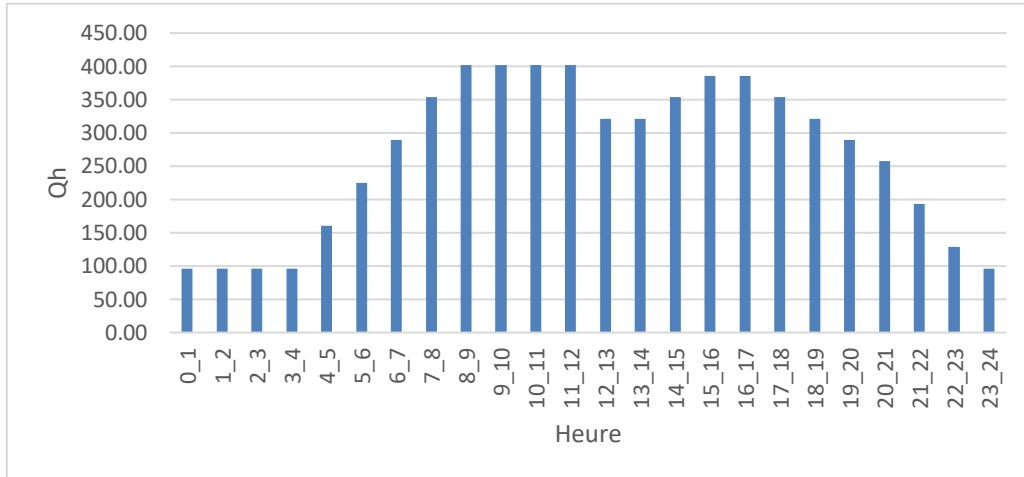
#### II.6.1-Régime de consommation de l'agglomération en 2025 :

**Tableau II.14:** Consommation horaire 2025.

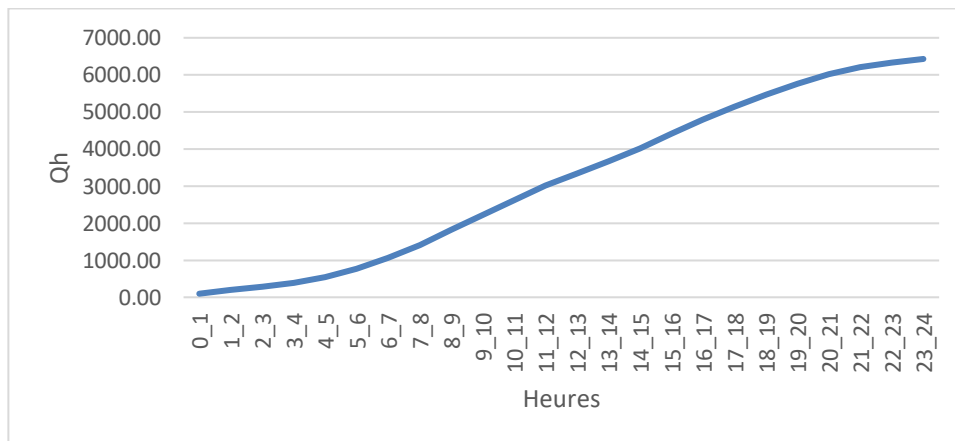
Heures	Agglomération		Cumule	
	Consommation horaire (%)	$Q_h$ (m <sup>3</sup> /h)	Ch cumulé (%)	$Q_h$ cumulé (m <sup>3</sup> /h)
0_1	1,5	96,45	1,5	96,45
1_2	1,5	96,45	3	192,89
2_3	1,5	96,45	4,5	289,34
3_4	1,5	96,45	6	385,79
4_5	2,5	160,74	8,5	546,53
5_6	3,5	225,04	12	771,57
6_7	4,5	289,34	16,5	1060,91
7_8	5,5	353,64	22	1414,55
8_9	6,25	401,86	28,25	1816,40
9_10	6,25	401,86	34,5	2218,26
10_11	6,25	401,86	40,75	2620,12
11_12	6,25	401,86	47	3021,98
12_13	5	321,49	52	3343,47
13_14	5	321,49	57	3664,96
14_15	5,5	353,64	62,5	4018,59
15_16	6	385,79	68,5	4404,38
16_17	6	385,79	74,5	4790,16
17_18	5,5	353,64	80	5143,80
18_19	5	321,49	85	5465,29
19_20	4,5	289,34	89,5	5754,63
20_21	4	257,19	93,5	6011,82
21_22	3	192,89	96,5	6204,71
22_23	2	128,60	98,5	6333,30
23_24	1,5	96,45	100	6429,75

On trouve :

- $Q_{\max h} = 401,86 \text{ m}^3/\text{h}$  entre 8h et midi ;
- $Q_{\min h} = 96.45 \text{ m}^3/\text{h}$  entre 23h et 4h du matin.



**Figure II.1:** Graphique de la consommation horaire en 2025



**Figure II.2:** Courbe de la consommation cumulée en 2025

### II.6.2-Régime de consommation de l'agglomération en 2055 :

**Tableau II.15 :** Consommation horaire 2055.

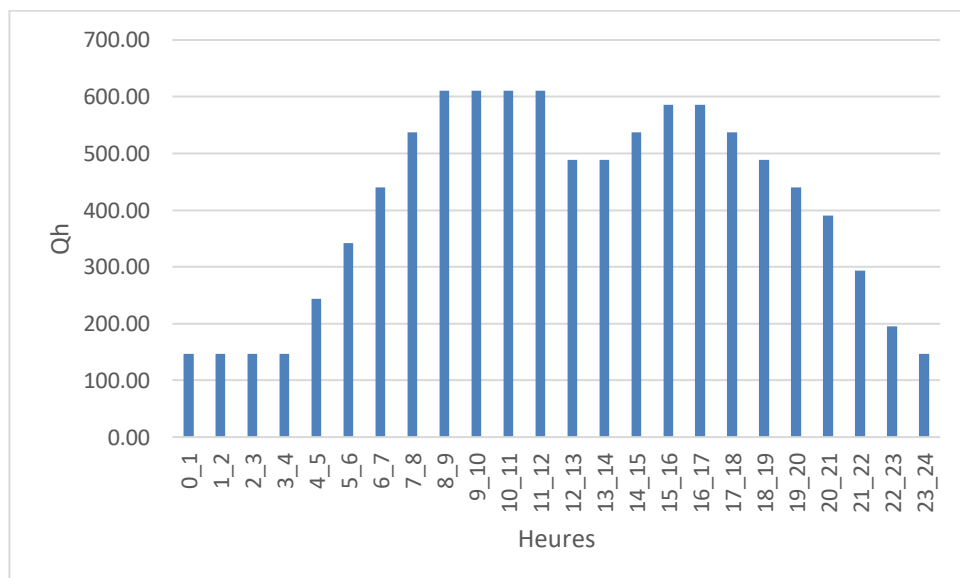
Heures	Agglomération		Cumule	
	Ch(%)	Qh (m³/h)	Ch cumulé (%)	Qh (m³/h)
0_1	1,5	146,54	1,5	146,54
1_2	1,5	146,54	3	293,07
2_3	1,5	146,54	4,5	439,61
3_4	1,5	146,54	6	586,15
4_5	2,5	244,23	8,5	830,38

## Chapitre II: Estimation des besoins en eau

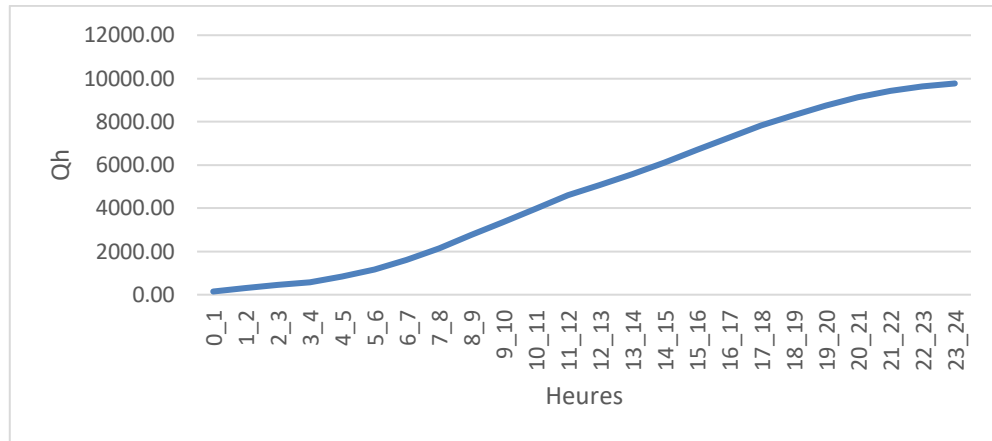
5_6	3,5	341,92	12	1172,30
6_7	4,5	439,61	16,5	1611,91
7_8	5,5	537,30	22	2149,21
8_9	6,25	610,57	28,25	2759,78
9_10	6,25	610,57	34,5	3370,36
10_11	6,25	610,57	40,75	3980,93
11_12	6,25	610,57	47	4591,50
12_13	5	488,46	52	5079,96
13_14	5	488,46	57	5568,42
14_15	5,5	537,30	62,5	6105,72
15_16	6	586,15	68,5	6691,87
16_17	6	586,15	74,5	7278,02
17_18	5,5	537,30	80	7815,32
18_19	5	488,46	85	8303,78
19_20	4,5	439,61	89,5	8743,39
20_21	4	390,77	93,5	9134,16
21_22	3	293,07	96,5	9427,23
22_23	2	195,38	98,5	9622,61
23_24	1,5	146,54	100	9769,15

On trouve :

- $Q_{\max h} = 610,57 \text{ m}^3/h$  ;
- $Q_{\min h} = 146,54 \text{ m}^3/h$ .



**Figure II.3:** Graphique de la consommation horaire en 2055.



**Figure II.4:** Courbe de la consommation cumulée en 2055

### II.7- Bilan de ressources en eau et les besoins pour l'horizon 2025 jusqu'à 2055 :

Il est essentiel de s'assurer que les ressources hydriques disponibles sont suffisantes pour satisfaire les besoins en eau de la ville, aussi bien actuels que futurs, afin de garantir la continuité du service et la pérennité du réseau.

**Tableau II.16:** Bilan de ressources en eau et les besoins.

Horizon	2025	2055
Besoin journalière(m <sup>3</sup> /j)	6429,75	9769,15
Production (m <sup>3</sup> /j)	7344	7344
Bilan (m <sup>3</sup> /j)	914,25	-2425,15

Selon l'évaluation des besoins journaliers en eau potable et la capacité de production actuelle, les constats suivants peuvent être établis :

- À l'horizon 2025, les ressources en eau sont jugées suffisantes, avec un excédent estimé à 914,25 m<sup>3</sup>/j, garantissant une couverture adéquate des besoins à court terme ;
- À l'horizon 2055, un déficit important est anticipé, évalué à -2425,15 m<sup>3</sup>/j, indiquant que les ressources disponibles ne pourront plus répondre à la demande croissante.

Afin d'anticiper ce déficit et d'assurer une couverture durable des besoins en eau potable, il est nécessaire de :

- ✓ Rechercher de nouvelles ressources, notamment par la mise en exploitation du forage Belahmer n°1, dont le débit atteint 28 l/s, ce qui pourrait contribuer significativement à combler le déficit ;
- ✓ Renforcer les capacités de production des installations existantes ;
- ✓ Réduire les pertes d'eau dans le réseau de distribution par la réhabilitation et l'entretien des canalisations.

### **II.8-Conclusion :**

Ce chapitre a permis d'établir les différents débits d'eau, tant minimum que maximum. Le débit de pointe actuel s'élève à 401,86 m<sup>3</sup>/h, et pourrait atteindre 610,57 m<sup>3</sup>/h à long terme. L'analyse globale des ressources met en évidence un équilibre satisfaisant dans la situation présente, tout en révélant un risque potentiel de déficit futur. Cela souligne la nécessité d'adopter une approche proactive afin de garantir la pérennité du service d'alimentation en eau potable. Dans cette optique, une évaluation approfondie du système d'approvisionnement de la zone d'étude s'impose, et fera l'objet des chapitres suivants.

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

### III.1- Introduction :

Dans ce chapitre, nous présentons un diagnostic complet de l'état physique et hydraulique du réseau de distribution ramifié de la zone urbaine étudiée. Ce diagnostic permet de mieux comprendre la situation du réseau, notamment en ce qui concerne son fonctionnement. À partir des données recueillies, plusieurs anomalies, tant physiques qu'hydrauliques, ont été identifiées et seront analysées et expliquées dans ce chapitre.

### III.2-Diagnostic physique :

#### III.2.1- État des conduits d'adduction :

Les conduites d'adductions permettant le transfert d'eau pour desservir la localité de Besbes sont :

- ✓ Une conduite en acier DN500 mm, PN 16 bars, reliant la station de pompage des Salines avec le réservoir tampon 2\*1000 m<sup>3</sup> de Besbes ;
- ✓ Une conduite d'adduction gravitaire, en PEHD DN315 mm, reliant le réservoir Tampon 2\*1000m<sup>3</sup> au réservoir 2\*1000 m<sup>3</sup> ;
- ✓ Deux conduites en série : l'une en PVC DN250mm et l'autre en PEHD, de DN200 mm, qui relie la station de pompage Bellahmar N°02 avec le réservoir 2\*1000 M3 de Besbes.

Grâce aux inspections sur le terrain, il a été constaté que les différentes conduites de transport mentionnées, qu'elles soient en acier (DN500), en PEHD (DN315 et DN200) ou en PVC (DN250), sont en bon état et remplissent efficacement leur fonction, ce qui assure la continuité de l'approvisionnement en eau de la ville de Besbes sans interruption ni problèmes techniques importants.

#### III.2.2- État des stations de pompage:

- **Station de pompage (forage Bellahmar N°02) :**

La station de pompage est conçue pour refouler l'eau du forage vers le réservoir de 2 × 1000 m<sup>3</sup> de Besbes. Actuellement, une seule pompe immergée est en service, fonctionnant en continu pendant 20 heures sur 24. Cette pompe présente les caractéristiques suivantes : un débit de 25 L/s, une hauteur manométrique totale (HMT) de 90 m et une puissance de 55 kW.

La pompe, ainsi que les principaux éléments du forage, tels que le tubage, la tête de puits et les équipements électriques, sont en bon état de fonctionnement. Cependant, la station présente plusieurs insuffisances, notamment l'absence de clôture et de dispositif de protection, la rendant vulnérable aux intrusions. De plus, elle ne dispose pas de registres de gestion et de suivi, tels que l'enregistrement des volumes pompés et des horaires de fonctionnement. Ces lacunes nécessitent des améliorations afin d'optimiser la sécurité et la gestion de l'installation.



**FigureIII.1** : La station de pompage (forage Bellahmar N°02) .

➤ **Recommandations sur les stations de pompage :**

- ✓ Sécuriser le site de la station par l'installation d'une clôture périmétrique et de caméras de surveillance afin de réduire les risques liés à la sécurité ;
- ✓ Équiper la station de registres d'exploitation et de maintenance pour assurer le suivi des performances et des volumes d'eau pompés ;
- ✓ Étudier la possibilité d'ajouter une pompe de secours afin de garantir la continuité du service en cas de défaillance de la pompe principale.

### III.2.3 État des ouvrages de stockage :

Les ouvrages de stockage assurent la réserve et la régulation de l'eau avant sa distribution. Leur état présente toutefois plusieurs anomalies nécessitant des interventions. Nous détaillerons ces observations dans ce qui suit :

- Le réservoir tampon de  $2 \times 1000 \text{ m}^3$ , en béton armé, de forme circulaire et semi-enterré, est en bon état.



**FigureIII.2** : Le réservoir tampon 2\*1000M3.

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

- Le réservoir de  $2 \times 1000 \text{ m}^3$ , en béton armé, de forme circulaire et semi-enterré, présente plusieurs anomalies qu'il est impératif de prendre en charge dans les plus brefs délais, à savoir :
  - Des fissures au niveau des parois, nécessitant une expertise réalisée par un organisme spécialisé ;
  - Une dégradation du béton armé dans la chambre des vannes ;
  - Un état très dégradé des conduites d'amenée, de vidange et de distribution ;
  - Une clôture défectueuse ou insuffisante autour du réservoir ;
  - Des vannes en mauvais état et défectueuses.



**Figure III.3 :** état de Le réservoir 2\*1000M3 et des conduites d'amené, vidanges et distribution.

- **Recommandations sur les opérations de stockage :**
  - ✓ Réaliser une expertise technique afin d'évaluer la gravité des fissures dans les parois du réservoir et corriger les défauts structurels ;
  - ✓ Réhabiliter la chambre des vannes et remplacer les vannes défectueuses par des neuves ;
  - ✓ Renouveler les conduites d'alimentation, de vidange et de distribution détériorées ;
  - ✓ Installer une clôture périphérique appropriée pour renforcer la sécurité autour des réservoirs.

### III.2.4- État des réseaux de distribution :

Le réseau de distribution d'eau potable au siège de la commune de Besbes s'étend sur une longueur totale estimée à 21 000 mètres linéaires, couvrant l'ensemble du territoire communal. Il s'agit principalement d'un réseau ramifié, avec certaines sections organisées sous forme de réseau maillé. Les conduites sont principalement constituées de acier, de PVC et de PEHD, certaines datant de plus de 52 ans, remontant à l'époque coloniale. Une partie du réseau a été rénovée avec des canalisations en PEHD lors de travaux achevés en 2012.

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

Cependant, ce réseau souffre de plusieurs problèmes techniques, notamment de fuites fréquentes dues au vieillissement et à la détérioration des canalisations en acier et en PVC. De plus, des chutes de pression sont constatées dans certains quartiers, en particulier pendant les périodes de forte demande, ce qui entraîne des perturbations dans la distribution. Ces dysfonctionnements sont principalement attribués à l'état de délabrement d'une grande partie du réseau, affectant négativement son efficacité et augmentant les pertes d'eau.



**Figure III.4:** état de réseaux de distribution.

### III.2.5- Type des matériaux des conduites et les diamètres du réseau :

Le réseau de distribution d'eau potable de la commune de Besbes est composé de plusieurs types de conduites, sélectionnées en fonction de leurs caractéristiques techniques et de leur durabilité. Chaque matériau possède des propriétés spécifiques qui influencent son utilisation dans le réseau :

- Conduites en acier : représentent 20 % du linéaire, soit 8 400 ml, avec des diamètres variant de 63 mm à 200 mm ;
- Conduites en PVC : constituent 70 % du linéaire, soit 6 400 ml, avec des diamètres allant de 63 mm à 300 mm ;
- Conduites en Eternit : utilisées à hauteur de 5 % du linéaire, soit 1 600 ml, avec des diamètres compris entre 100 mm et 300 mm ;
- Conduites en PEHD : récemment intégrées lors des travaux de rénovation en 2012, elles représentent également 5 % du linéaire, avec des diamètres variant de 63 mm à 400 mm.

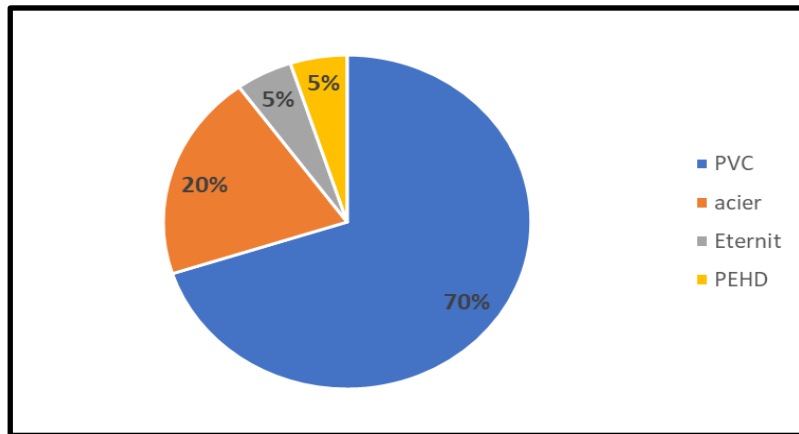


Figure III.5 : Répartition des canalisations selon leurs matériaux.

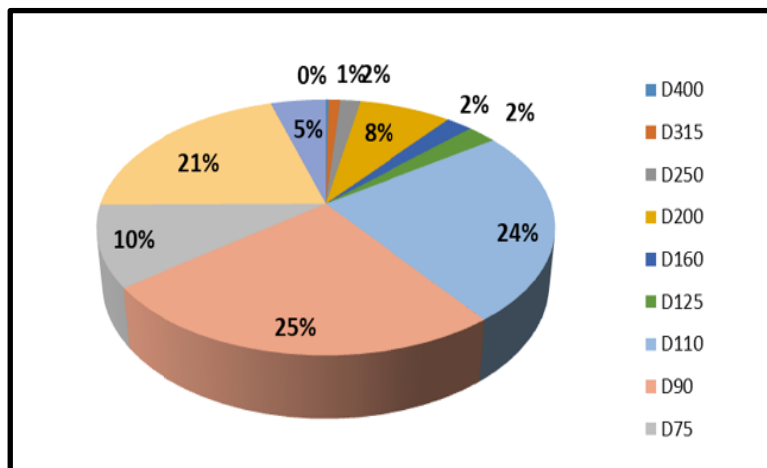


Figure III.6 : Répartition des diamètres du réseau existante.

Dans ce réseau, on observe une diversité de diamètres de canalisations, allant de 75 mm à 400 mm. Le diamètre le plus couramment utilisé est celui de 90 mm, suivi par les diamètres de 110 mm et 200 mm. En revanche, les diamètres les moins fréquents sont ceux de 400 mm, 315 mm et 160 mm.

### III.3-Diagnostic hydraulique :

#### III.3.1-Démarche méthodologique :

Le présent travail repose sur l'utilisation du logiciel EPANET, un programme spécialisé dans la modélisation hydraulique des réseaux de distribution d'eau potable. Cet outil permet de simuler avec précision l'écoulement de l'eau dans le réseau, tout en offrant une large gamme de fonctionnalités essentielles. Parmi ses principales applications figurent :

- Le contrôle et l'ajustement des pressions dans les différentes sections du réseau ;
- La détection des zones à faible performance hydraulique ou présentant des anomalies ;
- Le dimensionnement optimal des conduites et des équipements ;
- L'optimisation de la gestion et de l'exploitation des installations hydrauliques.

#### III.3.2-Formules utilisées :

Lorsqu'un fluide s'écoule à travers un réseau de canalisations, une diminution de pression, appelée perte de charge, se produit en raison des frottements internes et des singularités du système. La prise en compte de ce phénomène est essentielle lors de la conception et du dimensionnement du réseau, afin d'en assurer la performance et la durabilité.

Dans le cadre de cette étude, l'évaluation des pertes de charge a été effectuée à l'aide de la formule de Hazen-Williams, particulièrement adaptée aux écoulements en charge dans les conduites d'eau potable.

#### 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 PEHD ( $\epsilon=140$ ) et PVC ( $\epsilon=150$ ) et Acier ( $\epsilon=100$ ) et étain ( $\epsilon=130$ ).

#### III.3.4-La pression aux nœuds :

Il est essentiel de maintenir une pression adéquate au niveau des nœuds du réseau. Celle-ci doit rester dans une plage acceptable, généralement comprise entre 1 bar (minimum) et 6 bars (maximum), afin de garantir une performance optimale du réseau ainsi qu'une distribution efficace et continue de l'eau.

#### III.3.5-Calcul des débits de dimensionnement pour le cas de pointe (horizon 2025) :

##### A. Débit de pointe :

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

- $Q_{maxh}$  : 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).

$$Q_p=Q_r=401.86 \text{ m}^3/\text{h} = 111,62 \text{ l/s}$$

### B. Débit spécifique :

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

- $\sum L_i$  : 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).

$$q_{sp} = 111.62/20295,05 = 0,0055 \text{ (l/s/ml)}$$

### C. Débit en route pour chaque tronçon :

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

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

### D. Débit au nœud :

$$Q_{ni} = \sum_{ri} Q_{ri} \dots\dots\dots \text{III.4}$$

- $Q_{ni}$  : 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 2025 :

**Tableau III.1** : Les débits aux nœuds.

Nœud	troncon	Longueur (m)	qsp (l/s/ml)	Qr (l/s)	Qn(l/s)
n1	p2	102,8	0,0055	0,57	0,42
	p5	48,8	0,0055	26,47	
n2	p2	102,8	0,0055	0,27	0,51
	p3	84,29	0,0055	0,57	
n3	p3	84,29	0,0055	0,46	0,37
	p4	50,68	0,0055	0,46	
n4	p4	50,68	0,0055	0,28	0,84
	p18	253,8	0,0055	0,28	
n5	p5	48,8	0,0055	1,40	0,63
	p6	11,87	0,0055	0,27	
	p14	168,8	0,0055	0,07	
n6	p6	11,87	0,0055	0,93	0,57
	p7	45,65	0,0055	0,07	
	p13	148,1	0,0055	0,25	

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

Nœud	troncon	Longueur (m)	Qsp (l/s/ml)	Qr (l/s)	Qn(l/s)
n7	p7	45,65	0,0055	0,25	0,64
	p8	36,99	0,0055	0,20	
	p11	150,7	0,0055	0,83	
n8	p8	36,99	0,0055	0,20	0,51
	p9	150,2	0,0055	0,83	
n9	p9	150,2	0,0055	0,83	0,52
	p10	38,41	0,0055	0,21	
n10	p10	38,41	0,0055	0,21	0,65
	p11	150,7	0,0055	0,83	
	p12	46,28	0,0055	0,25	
n11	p12	46,28	0,0055	0,25	0,53
	p13	148,1	0,0055	0,81	
n12	p14	168,8	0,0055	0,93	0,53
	p15	22,8	0,0055	0,13	
n13	p15	22,8	0,0055	0,13	0,92
	p16	113,4	0,0055	0,62	
	p36	196,6	0,0055	1,08	
n14	p16	113,4	0,0055	0,62	0,75
	p17	126,7	0,0055	0,70	
	p19	32,91	0,0055	0,18	
n15	p17	126,7	0,0055	0,70	1,14
	p18	253,8	0,0055	1,40	
	p21	32,27	0,0055	0,18	
n16	p19	32,91	0,0055	0,18	0,56
	p20	124,6	0,0055	0,69	
	p24	46,88	0,0055	0,26	
n17	p20	124,6	0,0055	0,69	0,56
	p21	32,27	0,0055	0,18	
	p22	47,87	0,0055	0,26	
n18	p22	47,87	0,0055	0,26	0,62
	p23	132,2	0,0055	0,73	
	p25	46,42	0,0055	0,26	
n19	p24	46,88	0,0055	0,26	0,68
	p23	132,2	0,0055	0,73	
	p27	45,14	0,0055	0,25	
n20	p25	46,42	0,0055	0,26	0,67
	p26	130,1	0,0055	0,72	
	p28	67,01	0,0055	0,37	
n21	p26	130,1	0,0055	0,72	0,58
	p27	45,14	0,0055	0,25	
	p29	35,19	0,0055	0,19	
n22	p28	67,01	0,0055	0,37	1,01
	p32	126,3	0,0055	0,69	
	p33	172,7	0,0055	0,95	

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

Nœud	troncon	Longueur (m)	Qsp (l/s/ml)	Qr (l/s)	Qn(l/s)
n23	p29	35,19	0,0055	0,19	0,41
	p30	81,13	0,0055	0,45	
	p31	33,3	0,0055	0,18	
n24	p30	81,13	0,0055	0,45	0,22
n25	p31	33,3	0,0055	0,18	0,77
	p32	126,3	0,0055	0,69	
	p37	119,3	0,0055	0,66	
n26	p33	172,7	0,0055	0,95	0,58
	p34	39,17	0,0055	0,22	
n27	p34	39,17	0,0055	0,22	0,18
	p35	24,89	0,0055	0,14	
n28	p35	24,89	0,0055	0,14	0,07
n29	p36	196,6	0,0055	1,08	1,54
	p37	119,3	0,0055	0,66	
	p38	124,7	0,0055	0,69	
	p44	117,8	0,0055	0,65	
n30	p38	124,7	0,0055	0,69	1,16
	p39	122,4	0,0055	0,67	
	p40	176	0,0055	0,97	
n31	p39	122,4	0,0055	0,67	1,04
	p43	131,3	0,0055	0,72	
	p42	126	0,0055	0,69	
n32	p40	176	0,0055	0,97	1,14
	p41	140,4	0,0055	0,77	
	p45	96,96	0,0055	0,53	
n33	p41	140,4	0,0055	0,77	0,73
	p42	126	0,0055	0,69	
n34	p44	117,8	0,0055	0,65	1,14
	p43	131,3	0,0055	0,72	
	p71	166,4	0,0055	0,92	
n35	p45	96,96	0,0055	0,53	1,10
	p46	258	0,0055	1,42	
	p72	44,1	0,0055	0,24	
n36	p46	258	0,0055	1,42	1,55
	p70	245,7	0,0055	1,35	
	p165	61,18	0,0055	0,34	
n37	p47	84,94	0,0055	0,47	0,52
	p49	57,36	0,0055	0,32	
	p50	45,6	0,0055	0,25	
n38	p47	84,94	0,0055	0,47	0,23
n39	p48	177,3	0,0055	0,98	1,00
	p49	57,36	0,0055	0,32	
	p171	127,2	0,0055	0,70	
n40	n48	177,3	0,0055	0,98	0,49
n41	p50	45,6	0,0055	0,25	0,30

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

Nœud	troncon	Longueur (m)	Qsp (l/s/ml)	Qr (l/s)	Qn(l/s)
	p51	18,36	0,0055	0,10	
	p52	44,23	0,0055	0,24	
n42	p51	18,36	0,0055	0,10	0,94
	p58	120,5	0,0055	0,66	
	p172	203,4	0,0055	1,12	
n43	p52	44,23	0,0055	0,24	0,62
	p56	45,43	0,0055	0,25	
	p53	136	0,0055	0,75	
n44	p53	136	0,0055	0,75	0,71
	p174	74,51	0,0055	0,41	
	p173	47,53	0,0055	0,26	
n45	p55	150,7	0,0055	0,83	0,86
	p54	50,29	0,0055	0,28	
	p173	47,53	0,0055	0,26	
n46	p54	50,29	0,0055	0,28	0,14
n47	p55	150,7	0,0055	0,83	1,00
	p56	45,43	0,0055	0,25	
	p57	166	0,0055	0,91	
n48	p57	166	0,0055	0,91	0,82
	p60	133	0,0055	0,73	
n49	p58	120,5	0,0055	0,66	0,66
	p59	22,51	0,0055	0,12	
	p61	97,56	0,0055	0,54	
n50	p59	22,51	0,0055	0,12	0,49
	p60	133	0,0055	0,73	
	p62	22,79	0,0055	0,13	
n51	p61	97,56	0,0055	0,54	0,27
n52	p62	22,79	0,0055	0,13	0,87
	p63	216,2	0,0055	1,19	
	p64	75,69	0,0055	0,42	
n53	p63	216,2	0,0055	1,19	0,59
n54	p64	75,69	0,0055	0,42	1,78
	p65	572,1	0,0055	3,15	
n55	p65	572,1	0,0055	3,15	2,5
	p66	79	0,0055	0,43	
	p88	256,8	0,0055	1,41	
n56	p66	79	0,0055	0,43	0,91
	p67	199,1	0,0055	1,10	
	p68	52,8	0,0055	0,29	
n57	p67	199,1	0,0055	1,10	0,55
n58	p68	52,8	0,0055	0,29	0,36
	p69	79,5	0,0055	0,44	
n59	p69	79,5	0,0055	0,44	0,22

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

Nœud	troncon	Longueur (m)	Qsp (l/s/ml)	Qr (l/s)	Qn(l/s)
n60	p70	245,7	0,0055	1,35	0,68
n61	p71	166,4	0,0055	0,92	1,95
	p81	253,4	0,0055	1,39	
	p84	110,3	0,0055	0,61	
	p93	178,7	0,0055	0,98	
n62	p72	44,1	0,0055	0,24	0,68
	p73	142,9	0,0055	0,79	
	p74	58,58	0,0055	0,32	
n63	p73	142,9	0,0055	0,79	0,79
	p75	145	0,0055	0,80	
n64	p74	58,58	0,0055	0,32	0,80
	p77	231,2	0,0055	1,27	
n65	p75	145	0,0055	0,80	1,09
	p76	206,8	0,0055	1,14	
	p80	46,35	0,0055	0,25	
n66	p76	206,8	0,0055	1,14	1,48
	p77	231,2	0,0055	1,27	
	p78	54,78	0,0055	0,30	
	p90	43,8	0,0055	0,24	
n67	p78	54,78	0,0055	0,30	0,76
	p79	219,9	0,0055	1,21	
n68	p79	219,9	0,0055	1,21	0,73
	p80	46,35	0,0055	0,25	
n69	p81	253,4	0,0055	1,39	0,93
	p82	42,2	0,0055	0,23	
	p90	43,8	0,0055	0,24	
n70	p82	42,2	0,0055	0,23	0,20
	p83	29,82	0,0055	0,16	
n71	p83	29,82	0,0055	0,16	1,18
	p85	305,2	0,0055	1,68	
	p87	93,54	0,0055	0,51	
n72	p84	110,3	0,0055	0,61	1,95
	p81	253,4	0,0055	1,39	
	p71	166,4	0,0055	0,92	
	p93	178,7	0,0055	0,98	
n73	p84	110,3	0,0055	0,61	2,04
	p85	305,2	0,0055	1,68	
	p86	93,5	0,0055	0,51	
	p95	232,3	0,0055	1,28	
n74	p86	93,5	0,0055	0,51	1,13
	p91	31,45	0,0055	0,17	
	p97	287,1	0,0055	1,58	
n75	p87	93,54	0,0055	0,51	1,68
	p89	186,5	0,0055	1,03	
	p92	329,7	0,0055	1,81	

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

Nœud	troncon	Longueur (m)	Qsp (l/s/ml)	Qr (l/s)	Qn(l/s)
n76	p88	256,8	0,0055	1,41	1,56
	p89	186,5	0,0055	1,03	
	p123	124,5	0,0055	0,68	
n77	p88	256,8	0,0055	1,41	1,56
	p89	186,5	0,0055	1,03	
	p123	124,5	0,0055	0,68	
n78	p91	31,45	0,0055	0,17	1,26
	p92	329,7	0,0055	1,81	
	p109	95,62	0,0055	0,53	
n79	p93	178,7	0,0055	0,98	1,24
	p94	74,91	0,0055	0,41	
	p98	205	0,0055	1,13	
n80	p94	74,91	0,0055	0,41	1,09
	p95	232,3	0,0055	1,28	
	p96	90,47	0,0055	0,50	
n81	p96	90,47	0,0055	0,50	1,31
	p97	287,1	0,0055	1,58	
	p110	99,03	0,0055	0,54	
n82	p98	205	0,0055	1,13	1,07
	p99	96,1	0,0055	0,53	
	p102	89,41	0,0055	0,49	
n83	p99	96,1	0,0055	0,53	0,40
	p100	50,6	0,0055	0,28	
n84	p100	50,6	0,0055	0,28	0,55
	p101	82,87	0,0055	0,46	
	p103	65,48	0,0055	0,36	
n85	p101	82,87	0,0055	0,46	0,63
	p102	89,41	0,0055	0,49	
	p105	58,01	0,0055	0,32	
n86	p103	65,48	0,0055	0,36	0,47
	p106	56,01	0,0055	0,31	
	p104	48,54	0,0055	0,27	
n87	p104	48,54	0,0055	0,27	0,42
	p105	58,01	0,0055	0,32	
	p108	44,81	0,0055	0,25	
n88	p106	56,01	0,0055	0,31	0,29
	p107	50,3	0,0055	0,28	
n89	p107	50,3	0,0055	0,28	0,26
	p108	44,81	0,0055	0,25	
n90	p109	95,62	0,0055	0,53	2,03
	p112	281,4	0,0055	1,55	
	p113	236,4	0,0055	1,30	
	p142	123,3	0,0055	0,68	
n91	p110	99,03	0,0055	0,54	1,95

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

Nœud	troncon	Longueur (m)	Qsp (l/s/ml)	Qr (l/s)	Qn(l/s)
	p111	92,61	0,0055	0,51	
	p115	281,4	0,0055	1,55	
	p117	236,4	0,0055	1,30	
n92	p111	98,58	0,0055	0,54	0,75
	p112	88,88	0,0055	0,49	
	p116	83,98	0,0055	0,46	
n93	p113	104,9	0,0055	0,58	1,45
	p114	79,58	0,0055	0,44	
	p141	131,2	0,0055	0,72	
n94	p92	49,74	0,0055	0,27	0,47
	p114	121,1	0,0055	0,67	
n95	p115	94,83	0,0055	0,52	0,26
n96	p116	124,5	0,0055	0,68	0,34
n97	p117	74,12	0,0055	0,41	1,33
	p118	114,2	0,0055	0,63	
	p119	194,6	0,0055	1,07	
	p120	100,8	0,0055	0,55	
n98	p119	190,8	0,0055	1,05	1,32
	p117	139,4	0,0055	0,77	
	p120	66,25	0,0055	0,36	
	p118	85,84	0,0055	0,47	
n99	p118	26,05	0,0055	0,14	0,07
n100	p119	98,65	0,0055	0,54	0,27
n101	p120	149,1	0,0055	0,82	0,96
	p121	58,4	0,0055	0,32	
	p122	143,4	0,0055	0,79	
n102	p121	86,83	0,0055	0,48	0,24
n103	p122	41,37	0,0055	0,23	0,11
n104	p123	124,5	0,0055	0,68	0,73
	p124	74,12	0,0055	0,41	
	p130	66,25	0,0055	0,36	
n105	p124	74,12	0,0055	0,41	1,32
	p125	114,2	0,0055	0,63	
	p127	100,8	0,0055	0,55	
	p128	190,8	0,0055	1,05	
n106	p125	114,2	0,0055	0,63	0,85
	p126	194,6	0,0055	1,07	
n107	p126	194,6	0,0055	1,07	1,20
	p127	100,8	0,0055	0,55	
	p129	139,4	0,0055	0,77	
n108	p128	190,8	0,0055	1,05	0,91
	p129	139,4	0,0055	0,77	
n109	p130	66,25	0,0055	0,36	0,98
	p133	98,65	0,0055	0,54	
	p134	149,1	0,0055	0,82	

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

Nœud	troncon	Longueur (m)	Qsp (l/s/ml)	Qr (l/s)	Qn(l/s)
	p138	41,37	0,0055	0,23	
n110	p131	85,84	0,0055	0,47	0,81
	p134	149,1	0,0055	0,82	
	p135	58,4	0,0055	0,32	
n111	p131	85,84	0,0055	0,47	0,55
	p132	26,05	0,0055	0,14	
	p137	86,83	0,0055	0,48	
n112	p132	26,05	0,0055	0,14	0,52
	p133	98,65	0,0055	0,54	
	p140	63,18	0,0055	0,35	
n113	p135	58,4	0,0055	0,32	0,55
	p136	143,4	0,0055	0,79	
n114	p136	143,4	0,0055	0,79	0,63
	p137	86,83	0,0055	0,48	
n115	p138	41,37	0,0055	0,23	1,23
	p139	104,8	0,0055	0,58	
	p141	302,9	0,0055	1,67	
n116	p139	104,8	0,0055	0,58	0,46
	p140	63,18	0,0055	0,35	
n117	p142	123,3	0,0055	0,68	1,35
	p143	188,4	0,0055	1,04	
	p161	178,7	0,0055	0,98	
n118	p143	188,4	0,0055	1,04	1,07
	p151	41,77	0,0055	0,23	
	p152	160,2	0,0055	0,88	
n119	p144	63,71	0,0055	0,35	0,35
	p145	20,6	0,0055	0,11	
	p151	41,77	0,0055	0,23	
n120	p144	63,71	0,0055	0,35	0,18
n121	p145	20,6	0,0055	0,11	0,32
	p146	71,8	0,0055	0,39	
	p147	23,74	0,0055	0,13	
n122	p146	71,8	0,0055	0,39	0,20
n123	p147	23,74	0,0055	0,13	0,51
	p148	92,86	0,0055	0,51	
	p149	69,83	0,0055	0,38	
n124	p148	92,86	0,0055	0,51	0,26
n125	p149	69,83	0,0055	0,38	0,46
	p150	97,63	0,0055	0,54	
n126	p150	97,63	0,0055	0,54	0,27
n127	p152	160,2	0,0055	0,88	1,00
	p153	198,1	0,0055	1,09	
n128	p153	198,1	0,0055	1,09	0,88
	p154	51,76	0,0055	0,28	
	p155	68,67	0,0055	0,38	

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

Nœud	troncon	Longueur (m)	Qsp (l/s/ml)	Qr (l/s)	Qn(l/s)
n129	p154	51,76	0,0055	0,28	0,14
n130	p155	68,67	0,0055	0,38	1,08
	p156	291,2	0,0055	1,60	
	p157	32,29	0,0055	0,18	
n131	p156	291,2	0,0055	1,60	0,80
n132	p157	32,29	0,0055	0,18	0,86
	p158	240,6	0,0055	1,32	
	p159	39,07	0,0055	0,21	
n133	p158	240,6	0,0055	1,32	0,66
n134	p159	39,07	0,0055	0,21	0,75
	p160	233,5	0,0055	1,28	
n135	p160	233,5	0,0055	1,28	0,64
n136	p161	178,7	0,0055	0,98	2,46
	p162	715,9	0,0055	3,94	
n137	p162	715,9	0,0055	3,94	2,50
	p163	144,8	0,0055	0,80	
	p164	49,42	0,0055	0,27	
n138	p163	144,8	0,0055	0,80	0,40
n139	p164	49,42	0,0055	0,27	0,14
n140	p165	61,18	0,0055	0,34	0,48
	p166	113,6	0,0055	0,62	
n141	p166	113,6	0,0055	0,62	0,97
	p167	95,06	0,0055	0,52	
	p168	144,6	0,0055	0,80	
n142	p167	95,06	0,0055	0,52	0,26
n143	p168	144,6	0,0055	0,80	0,76
	p169	84,58	0,0055	0,47	
	p170	46,45	0,0055	0,26	
n144	p169	84,58	0,0055	0,47	0,23
n145	p170	46,45	0,0055	0,26	0,48
	p171	127,2	0,0055	0,70	
n146	p172	203,4	0,0055	1,12	0,56
n147	p174	74,51	0,0055	0,41	0,20
Total					111.62

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

### I.3.6-Résultats de la simulation hydraulique du réseau horizon 2025 :

#### 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.2:

**Tableau III.2:** 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	102,8	63	4,58	1,47	32,72
Tuyau p3	84,29	110	4,07	0,43	1,74
Tuyau p4	50,68	110	3,7	0,39	1,46
Tuyau p5	48,8	300	111,42	1,58	7,85
Tuyau p6	11,87	110	3,42	0,36	1,26
Tuyau p7	45,65	63	1,28	0,41	3,08
Tuyau p8	36,99	63	0,52	0,17	0,59
Tuyau p9	150,2	110	0,01	0	0
Tuyau p10	38,41	63	-0,51	0,16	0,56
Tuyau p11	150,7	110	-0,12	0,01	0
Tuyau p12	46,28	63	-1,04	0,33	2,1
Tuyau p13	148,1	110	-1,57	0,17	0,3
Tuyau p14	168,8	300	107,37	1,52	7,33
Tuyau p15	22,8	200	106,79	3,4	52,3
Tuyau p16	113,4	90	5,74	0,9	8,72
Tuyau p17	126,7	110	0,87	0,09	0,1
Tuyau p18	253,8	110	2,86	0,3	0,91
Tuyau p19	32,91	110	4,11	0,43	1,77
Tuyau p20	124,6	90	0,65	0,1	0,15
Tuyau p21	32,27	90	-2,59	0,41	2,01
Tuyau p22	47,87	90	2,62	0,41	2,04
Tuyau p23	132,2	90	-0,09	0,01	0
Tuyau p24	46,88	90	2,91	0,46	2,48
Tuyau p25	46,42	90	2,09	0,33	1,35
Tuyau p26	130,1	90	0,1	0,02	0
Tuyau p27	45,14	90	-2,15	0,34	1,41
Tuyau p28	67,01	90	1,42	0,22	0,65
Tuyau p29	35,19	90	1,6	0,25	0,82
Tuyau p30	81,13	90	0,22	0,03	0,02
Tuyau p31	33,3	90	0,97	0,15	0,33
Tuyau p32	126,3	110	0,43	0,05	0,03
Tuyau p33	172,7	110	0,84	0,09	0,09
Tuyau p34	39,17	110	0,26	0,03	0,01
Tuyau p35	24,89	110	0,08	0,01	0
Tuyau p36	196,6	300	100,13	1,42	6,44
Tuyau p37	119,3	110	0,23	0,02	0,01
Tuyau p38	124,7	110	20,6	2,17	35,03
Tuyau p39	122,4	110	3,85	0,4	1,57
Tuyau p40	176	110	15,59	1,64	20,91

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

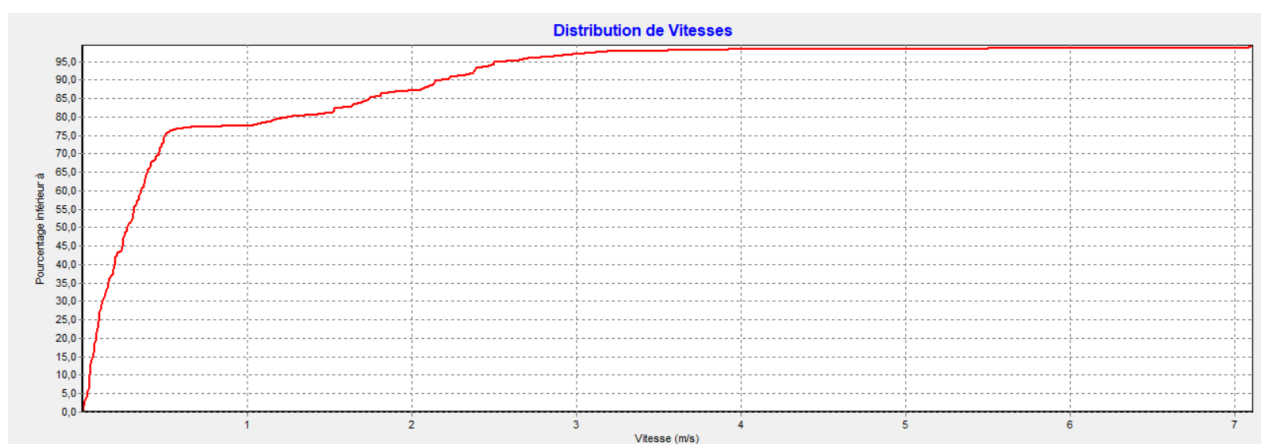
ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Perte de charge T m/km
Tuyau p41	140,4	110	-11,76	1,24	12,4
Tuyau p42	126	110	-12,49	1,31	13,87
Tuyau p43	131,3	110	-9,68	1,02	8,65
Tuyau p44	117,8	200	-77,76	2,48	29,07
Tuyau p45	96,96	110	26,21	2,76	54,73
Tuyau p46	258	110	24,38	2,57	47,87
Tuyau p47	84,94	90	0,23	0,04	0,05
Tuyau p48	177,3	90	0,49	0,08	0,19
Tuyau p49	57,36	110	17,48	1,84	54,78
Tuyau p50	45,6	110	16,73	1,76	50,5
Tuyau p51	18,36	90	8,32	1,31	36,8
Tuyau p52	44,23	75	8,11	1,84	85,36
Tuyau p53	136	110	3,4	0,36	2,63
Tuyau p54	50,29	63	0,14	0,04	0,11
Tuyau p55	150,7	90	1,67	0,26	1,87
Tuyau p56	45,43	75	-4,1	0,93	24,08
Tuyau p57	166	75	4,76	1,08	31,83
Tuyau p58	120,5	75	6,82	1,54	61,88
Tuyau p59	22,51	63	5,89	1,89	110,27
Tuyau p60	133	110	-3,94	0,41	3,47
Tuyau p61	97,56	90	0,27	0,04	0,06
Tuyau p62	22,79	90	9,34	1,47	45,6
Tuyau p63	216,2	90	0,59	0,09	0,27
Tuyau p64	75,69	75	7,88	1,78	80,9
Tuyau p65	572,1	150	6,1	0,35	1,72
Tuyau p66	79	80	2,04	0,41	4,84
Tuyau p67	199,1	75	0,55	0,12	0,58
Tuyau p68	52,8	75	0,58	0,13	0,64
Tuyau p69	79,5	75	0,22	0,05	0,11
Tuyau p70	245,7	63	0,68	0,22	0,96
Tuyau p71	166,4	200	66,94	2,13	22,02
Tuyau p72	44,1	90	0,73	0,11	0,19
Tuyau p73	142,9	90	0,6	0,09	0,13
Tuyau p74	58,58	90	-0,55	0,09	0,11
Tuyau p75	145	90	-0,19	0,03	0,02
Tuyau p76	206,8	90	-1,56	0,25	0,78
Tuyau p77	231,2	90	-1,35	0,21	0,6
Tuyau p78	54,78	63	1,21	0,39	2,79
Tuyau p79	219,9	90	0,45	0,07	0,08
Tuyau p80	46,35	63	0,28	0,09	0,18
Tuyau p81	253,4	200	64,99	2,07	16
Tuyau p82	42,2	110	58,46	6,15	241,83
Tuyau p83	29,82	110	58,26	6,13	240,3
Tuyau p84	110,3	300	-2,93	0,04	0,01
Tuyau p85	305,2	200	-44,79	1,43	8,03
Tuyau p86	93,5	300	30,75	0,44	0,72

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

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Perte de charge T m/km
Tuyau p87	93,54	90	12,29	1,93	35,78
Tuyau p88	256,8	150	1,56	0,09	0,14
Tuyau p89	186,5	150	-8,5	0,48	3,18
Tuyau p90	43,8	63	-5,6	1,8	47,44
Tuyau p91	31,45	110	19,53	2,05	31,74
Tuyau p92	329,7	110	-2,11	0,22	0,51
Tuyau p93	178,7	110	0,98	0,1	0,58
Tuyau p94	74,91	200	-4,51	0,14	0,11
Tuyau p95	232,3	200	-9,06	0,29	0,42
Tuyau p96	90,47	110	3,47	0,36	1,29
Tuyau p97	287,1	200	-10,09	0,32	0,51
Tuyau p98	205	110	4,09	0,43	1,75
Tuyau p99	96,1	63	0,88	0,28	1,54
Tuyau p100	50,6	90	0,48	0,08	0,09
Tuyau p101	82,87	63	-0,38	0,12	0,33
Tuyau p102	89,41	90	-2,14	0,34	1,4
Tuyau p103	65,48	90	0,31	0,05	0,04
Tuyau p104	48,54	63	-0,21	0,07	0,11
Tuyau p105	58,01	90	-1,13	0,18	0,43
Tuyau p106	56,01	90	0,06	0,01	0
Tuyau p107	50,3	90	-0,23	0,04	0,02
Tuyau p108	44,81	90	-0,49	0,08	0,09
Tuyau p109	95,62	300	20,38	0,29	0,34
Tuyau p110	99,03	110	9,54	1	8,42
Tuyau p111	92,61	200	5,73	0,18	0,18
Tuyau p112	281,4	200	4,64	0,15	0,12
Tuyau p113	236,4	150	5,72	0,32	1,53
Tuyau p114	98,58	110	0,47	0,05	0,03
Tuyau p115	88,88	90	0,26	0,04	0,06
Tuyau p116	83,98	90	0,34	0,05	0,1
Tuyau p117	104,9	110	1,6	0,17	0,65
Tuyau p118	79,58	90	-1,4	0,22	1,35
Tuyau p119	131,2	90	0,27	0,04	0,06
Tuyau p120	49,74	90	0,07	0,01	0
Tuyau p121	121,1	90	0,24	0,04	0,05
Tuyau p122	94,83	90	-1,13	0,18	0,92
Tuyau p123	124,5	200	6,94	0,22	0,25
Tuyau p124	74,12	141	4,28	0,27	0,65
Tuyau p125	114,2	79,2	1,18	0,24	0,98
Tuyau p126	194,6	79,2	0,33	0,07	0,09
Tuyaup127	100,8	79,2	-1,36	0,28	1,29
Tuyaup128	190,8	55,4	0,42	0,17	0,83
Tuyaup129	139,4	79,2	0,49	0,1	0,2
Tuyaup130	66,25	96,8	1,93	0,26	0,93
Tuyaup131	85,84	79,2	-0,14	0,03	0,02
Tuyaup132	26,05	55,4	-1,02	0,42	4,3

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

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Perte de charge T m/km
Tuyaup133	98,65	79,2	-1,33	0,27	1,24
Tuyau p134	149,1	79,2	1,52	0,31	1,58
Tuyau p135	58,4	79,2	0,85	0,17	0,54
Tuyau p136	143,4	79,2	0,3	0,06	0,08
Tuyau p137	86,83	55,4	-0,33	0,13	0,52
Tuyau p138	41,37	79,2	-1,9	0,39	2,39
Tuyau p139	104,8	55,4	0,67	0,28	1,97
Tuyau p140	63,18	55,4	0,21	0,09	0,23
Tuyau p141	302,9	200	3,8	0,12	0,08
Tuyau p142	123,3	300	17,27	0,24	0,25
Tuyau p143	188,4	200	10,42	0,33	0,54
Tuyau p144	63,71	63	0,18	0,06	0,08
Tuyau p145	20,6	90	2,02	0,32	1,26
Tuyau p146	71,8	63	0,2	0,06	0,1
Tuyau p147	23,74	90	1,5	0,24	0,73
Tuyau p148	92,86	63	0,26	0,08	0,16
Tuyau p149	69,83	90	0,73	0,11	0,19
Tuyau p150	97,63	63	0,27	0,09	0,17
Tuyau p151	41,77	110	2,55	0,27	0,73
Tuyau p152	160,2	200	6,8	0,22	0,24
Tuyau p153	198,1	200	5,81	0,18	0,18
Tuyau p154	51,76	63	0,14	0,04	0,05
Tuyau p155	68,67	200	4,79	0,15	0,13
Tuyau p156	291,2	63	0,8	0,26	1,29
Tuyau p157	32,29	110	2,91	0,31	0,93
Tuyau p158	240,6	63	0,66	0,21	0,9
Tuyau p159	39,07	90	1,39	0,22	0,63
Tuyau p160	233,5	63	0,64	0,21	0,85
Tuyau p161	178,7	150	5,5	0,31	1,42
Tuyau p162	715,9	150	3,04	0,17	0,47
Tuyau p163	144,8	90	0,4	0,06	0,06
Tuyau p164	49,42	90	0,14	0,02	0,01
Tuyau p165	61,18	110	22,15	2,33	40,08
Tuyau p166	113,6	110	21,67	2,28	81,55
Tuyau p167	95,06	90	0,26	0,04	0,06
Tuyau p168	144,6	110	20,44	2,15	73,18
Tuyau p169	84,58	90	0,23	0,04	0,05
Tuyau p170	127,2	110	18,97	2	63,74
Tuyaup171	203,4	90	0,56	0,09	0,25
Tuyau p172	47,53	75	2,49	0,56	9,55
Tuyau p173	74,51	63	0,2	0,06	0,21
Tuyau p174	4813	352,6	131,14	1,34	4,21
Tuyau p1	46,45	110	-19,45	2,05	66,76
Tuyau p175	102,8	110	2,72	0,29	1,75
Tuyau p176	49,95	110	1,24	0,13	0,41



**Figure III.7 :** Distribution des vitesses dans le réseau existant

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

**Tableau III.3 :** Etat des nœuds du réseau (charges et pressions).

<b>ID Noeud</b>	<b>Altitude m</b>	<b>Demande Base l/s</b>	<b>Charge m</b>	<b>Pression m</b>
Noeud n2	14,96	15,14	51,78	36,82
Noeud n3	14,85	0,51	48,42	33,57
Noeud n4	14,78	0,37	48,28	33,5
Noeud n5	14,51	0,84	48,2	33,69
Noeud n6	14,82	0,63	51,4	36,58
Noeud n7	15,09	0,57	51,38	36,29
Noeud n8	14,68	0,64	51,24	36,56
Noeud n9	14,59	0,51	51,22	36,63
Noeud n10	15,51	0,52	51,22	35,71
Noeud n11	15,51	0,65	51,24	35,73
Noeud n12	15,82	0,53	51,34	35,52
Noeud n13	15,88	0,58	50,16	34,28
Noeud n14	15,89	0,92	48,97	33,08
Noeud n15	15,55	0,75	47,99	32,44
Noeud n16	15,13	1,14	47,98	32,85
Noeud n17	15,98	0,56	47,93	31,95
Noeud n18	15,41	0,62	47,91	32,5
Noeud n19	15,72	0,62	47,81	32,09
Noeud n20	16,19	0,67	47,81	31,62
Noeud n21	16,11	0,58	47,75	31,64
Noeud n22	16,45	0,64	47,75	31,3
Noeud n23	16,62	1,01	47,71	31,09
Noeud n24	16,42	0,41	47,72	31,3
Noeud n25	16,48	0,22	47,72	31,24
Noeud n26	16,9	0,77	47,71	30,81
Noeud n27	15,76	0,58	47,69	31,93

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

<b>ID Noeud</b>	<b>Altitude m</b>	<b>Demande Base l/s</b>	<b>Charge m</b>	<b>Pression m</b>
Noeud n28	15,49	0,18	47,69	32,2
Noeud n29	15,27	0,08	47,69	32,42
Noeud n30	16,82	1,54	47,71	30,89
Noeud n31	17,31	1,16	43,37	26,06
Noeud n32	17,48	1,04	43,18	25,7
Noeud n33	17,71	1,14	39,71	22
Noeud n34	18,38	0,73	41,44	23,06
Noeud n35	17,65	1,14	44,3	26,65
Noeud n36	17,84	1,1	34,45	16,61
Noeud n37	18,33	1,55	22,29	3,96
Noeud n38	15,91	0,52	13,69	-29,6
Noeud n39	15,83	0,23	13,69	-29,52
Noeud n40	16,07	1	10,61	-26,68
Noeud n41	16,14	0,49	10,65	-26,79
Noeud n42	15,57	0,3	15,94	-31,51
Noeud n43	15,36	0,94	16,61	-31,97
Noeud n44	15,06	0,62	19,57	-34,63
Noeud n45	15,8	0,71	19,9	-35,7
Noeud n46	15,48	0,68	20,36	-35,84
Noeud n47	15,27	0,14	20,37	-35,64
Noeud n48	15,12	1	20,66	-35,78
Noeud n49	14,64	0,82	26	-40,64
Noeud n50	15,27	0,66	24,01	-39,28
Noeud n51	15,48	0,49	26,47	-41,95
Noeud n52	15,62	0,27	24,02	-39,64
Noeud n53	15,62	0,87	27,51	-43,13
Noeud n54	16,23	0,59	27,57	-43,8
Noeud n55	16,81	1,78	33,63	-50,44
Noeud n56	19,45	2,5	34,62	-54,07
Noeud n57	19,63	0,91	35	-54,63
Noeud n58	17,94	0,55	35,12	-53,06
Noeud n59	19,24	0,36	35,03	-54,27
Noeud n60	19,3	0,22	35,04	-54,34
Noeud n61	19,73	0,68	22,05	2,32
Noeud n62	19,15	1,95	40,64	21,49
Noeud n63	18,36	0,68	34,44	16,08
Noeud n64	19,05	0,79	34,42	15,37
Noeud n65	18,21	0,8	34,45	16,24
Noeud n66	19,27	1,09	34,42	15,15
Noeud n67	19,73	1,48	34,58	14,85
Noeud n68	19,61	0,76	34,43	14,82
Noeud n69	19,45	0,73	34,41	14,96
Noeud n70	19,9	0,93	36,6	16,7
Noeud n71	20,2	0,2	26,39	6,19

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

<b>ID Noeud</b>	<b>Altitude m</b>	<b>Demande Base l/s</b>	<b>Charge m</b>	<b>Pression m</b>
Noeud n72	20,25	1,18	19,23	-1,02
Noeud n73	19,16	1,95	16,78	-2,38
Noeud n74	20	2,04	16,78	-3,22
Noeud n75	20,39	1,13	16,71	-3,68
Noeud n76	21,63	1,68	15,88	-5,75
Noeud n77	21,23	1,56	34,65	-55,88
Noeud n78	21,23	1,56	15,29	-5,94
Noeud n79	21,5	1,26	15,71	-5,79
Noeud n80	18,82	1,4	16,67	-2,15
Noeud n81	19,22	1,09	16,68	-2,54
Noeud n82	19,52	1,3	16,57	-2,95
Noeud n83	17,17	1,07	16,31	-0,86
Noeud n84	16,87	0,4	16,17	-0,7
Noeud n85	16,52	0,55	16,16	-0,36
Noeud n86	17,15	0,63	16,19	-0,96
Noeud n87	16,48	0,47	16,16	-0,32
Noeud n88	16,8	0,42	16,16	-0,64
Noeud n89	16,2	0,29	16,16	-0,04
Noeud n90	16,33	0,26	16,16	-0,17
Noeud n91	23,09	2,03	15,68	-7,41
Noeud n92	19,52	1,95	15,73	-3,79
Noeud n93	20,6	0,75	15,71	-4,89
Noeud n94	23,07	1,45	15,32	-7,75
Noeud n95	21,13	0,47	15,32	-5,81
Noeud n96	19	0,26	15,73	-3,27
Noeud n97	18,81	0,34	15,71	-3,1
Noeud n98	18,64	1,33	15,66	-2,98
Noeud n99	18,64	1,33	16,28	-2,36
Noeud n100	18,01	0,08	16,39	-1,62
Noeud n101	18,05	0,27	15,65	-2,4
Noeud n102	18,53	0,96	16,28	-2,25
Noeud n103	17,72	0,24	16,27	-1,45
Noeud n104	17,63	0,11	16,36	-1,27
Noeud n105	21,13	0,73	15,26	-5,87
Noeud n106	21,22	1,32	15,21	-6,01
Noeud n107	20,66	0,85	15,1	-5,56
Noeud n108	21,31	1,2	15,08	-6,23
Noeud n109	22,2	0,91	15,05	-7,15
Noeud n110	21,69	0,98	15,2	-6,49
Noeud n111	22,08	0,81	14,96	-7,12
Noeud n112	22,5	0,55	14,96	-7,54
Noeud n113	22,55	0,52	15,07	-7,48
Noeud n114	23,06	0,55	14,93	-8,13
Noeud n115	22,99	0,63	14,92	-8,07

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

<b>ID Noeud</b>	<b>Altitude m</b>	<b>Demande Base l/s</b>	<b>Charge m</b>	<b>Pression m</b>
Noeud n116	21,8	1,23	15,29	-6,51
Noeud n117	22,82	0,46	15,09	-7,73
Noeud n118	23,28	1,35	15,65	-7,63
Noeud n119	23,23	1,07	15,55	-7,68
Noeud n120	22,36	0,35	15,52	-6,84
Noeud n121	22,34	0,18	15,51	-6,83
Noeud n122	22,36	0,32	15,49	-6,87
Noeud n123	22,33	0,2	15,48	-6,85
Noeud n124	22,31	0,51	15,47	-6,84
Noeud n125	21,9	0,26	15,46	-6,44
Noeud n126	22,79	0,46	15,46	-7,33
Noeud n127	21,36	0,27	15,44	-5,92
Noeud n128	24,64	0,99	15,51	-9,13
Noeud n129	24,44	0,88	15,47	-8,97
Noeud n130	23,62	0,14	15,47	-8,15
Noeud n131	24,38	1,08	15,46	-8,92
Noeud n132	20,34	0,8	15,09	-5,25
Noeud n133	24,3	0,86	15,43	-8,87
Noeud n134	21,22	0,66	15,22	-6
Noeud n135	23,98	0,75	15,41	-8,57
Noeud n136	21,07	0,64	15,21	-5,86
Noeud n137	23,88	2,46	15,4	-8,48
Noeud n138	29,48	2,5	15,06	-14,42
Noeud n139	28,17	0,4	15,05	-13,12
Noeud n140	31,13	0,14	15,06	-16,07
Noeud n141	18,14	0,48	19,88	1,74
Noeud n142	17,41	0,97	10,77	-6,64
Noeud n143	16,63	0,26	10,77	-5,86
Noeud n144	16,83	0,76	0,38	-16,45
Noeud n145	16,2	0,23	0,38	-15,82
Noeud n146	15,77	0,48	2,66	-18,43
Noeud n147	16,34	0,56	16,66	-33
Noeud n148	21,8	1,23	15,29	-6,51

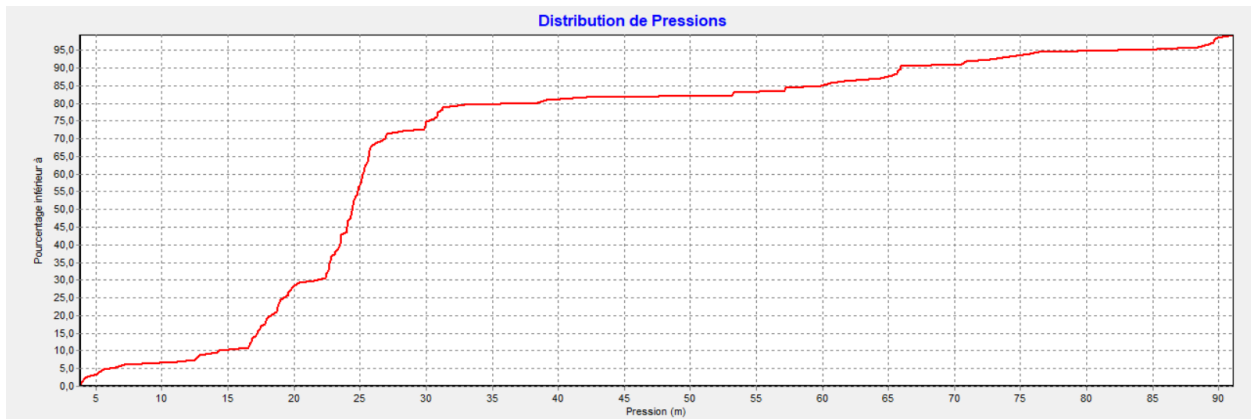


Figure III.8 : Distribution des pressions dans le réseau existant.

### ➤ Remarque :

Les résultats des simulations réalisées sur le réseau de distribution d'eau de la commune de Besbes mettent en évidence plusieurs défaillances, attribuées essentiellement à l'ancienneté des conduites et à un dimensionnement inadapté (notamment en PVC, Éternit et acier). Ces lacunes provoquent des baisses significatives de pression, des pertes de charge importantes et un déséquilibre général du système hydraulique. De ce fait, l'alimentation simultanée de tous les quartiers devient irréalisable, avec des pressions parfois nulles, voire négatives.

Ces dysfonctionnements soulignent la nécessité d'une réhabilitation du réseau afin de garantir une distribution efficace et équilibrée de l'eau.

Le réseau de type ramifié actuellement en place montre ses limites dans un contexte de forte densité de population, en raison de plusieurs facteurs contraignants :

- Stagnation de l'eau, favorisant le développement bactérien et compromettant la qualité sanitaire de l'eau distribuée ;
- Colmatage des conduites : dû à l'accumulation de sédiments résultant de l'eau stagnante ;
- Vitesses inadaptées : des vitesses trop faibles favorisent le dépôt de calcaire dans les conduites, réduisant leur capacité et leur efficacité, tandis que des vitesses trop élevées engendrent des pertes de charge excessives et des turbulences susceptibles d'endommager le réseau.

### ➤ Les recommandations :

Dans une optique d'amélioration de la distribution d'eau et d'optimisation du fonctionnement du réseau, l'adoption d'un système maillé s'avère plus appropriée, notamment dans les zones à forte densité de population. Par ailleurs, le recours à des conduites en polyéthylène haute densité (PEHD) est vivement recommandée pour les opérations de réhabilitation, en raison de leur grande durabilité, de leur résistance à la corrosion, ainsi que de leur capacité à renforcer la performance et la pérennité des infrastructures hydrauliques.

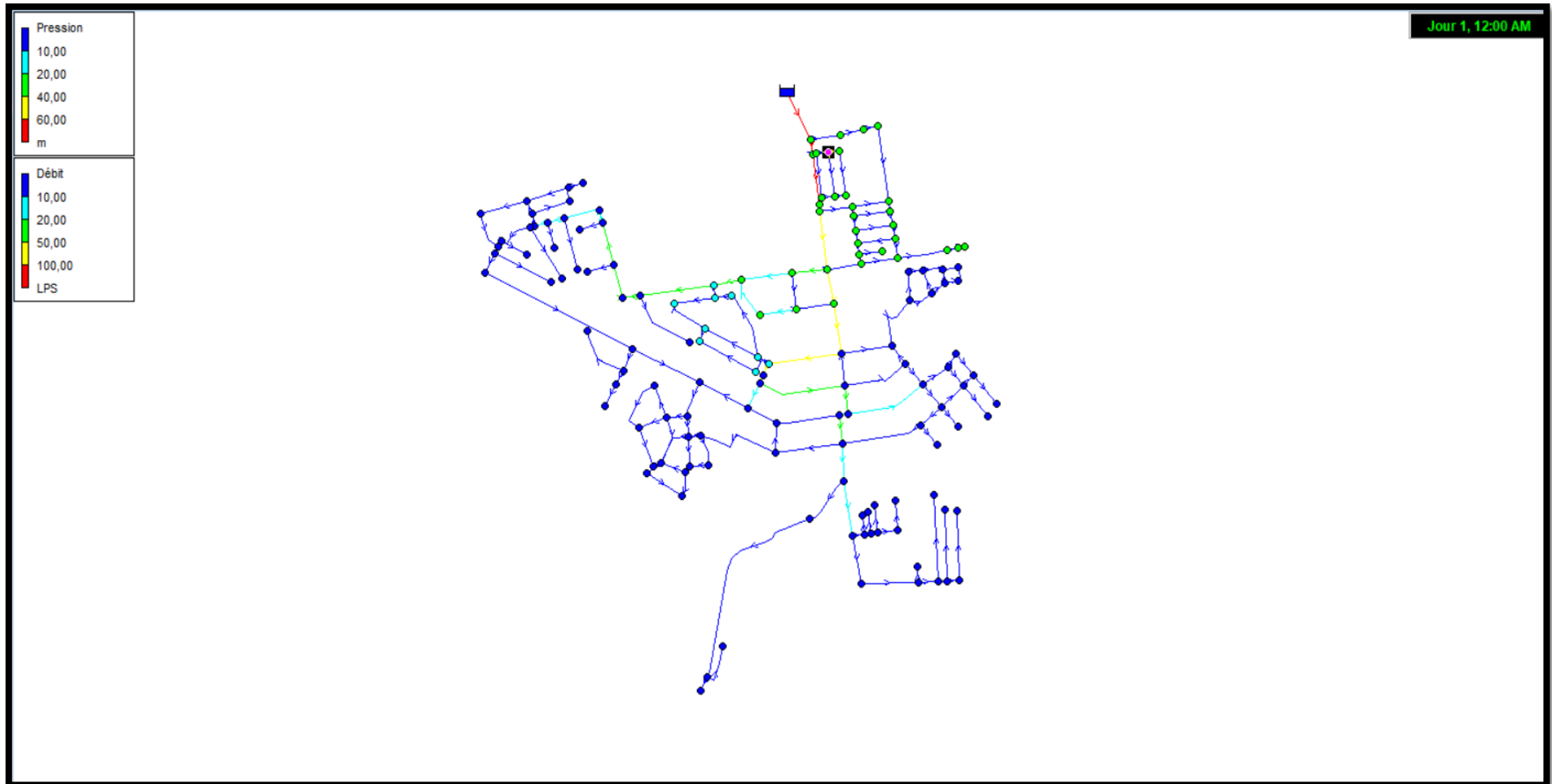


Figure III.9 : Etat des pressions et vitesses au réseau existant Cas de pointe l'horizon 2025.

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

L'évaluation de la situation actuelle du réseau de distribution, tant sur le plan physique qu'hydraulique, révèle un déséquilibre croissant à l'horizon 2025. Ce déséquilibre se manifeste par d'importantes fluctuations de débit dans les conduites et par des pressions insuffisantes à plusieurs points du réseau. De plus, de nombreuses canalisations montrent un état de détérioration avancée, marqué notamment par des fuites fréquentes. Ces éléments mettent en évidence l'urgence d'une réhabilitation intégrale du système afin d'assurer sa fiabilité, son efficacité et sa pérennité.

# **CHAPITRE IV :**

# **RESERVOIRS**

### IV.1-Introduction :

Dans un système de distribution d'eau potable, le réservoir joue un rôle central en assurant le stockage temporaire de l'eau avant sa distribution. Il est essentiel à la régulation du débit et permet de garantir un approvisionnement continu du réseau, 24 heures sur 24. Dans ce chapitre, nous nous attacherons à déterminer les besoins en capacité de stockage du réservoir, afin de répondre de manière efficace à la demande en eau dans la zone d'étude.

### IV.2-Utilité du réservoir : [2]

Le réservoir joue un rôle stratégique dans le bon fonctionnement du système d'alimentation en eau. Il permet, d'une part, de stocker les volumes excédentaires produits durant les périodes de faible demande, et d'autre part, de les restituer lorsque la consommation augmente. Il contribue également à la régulation des pressions et des débits entre les unités de production et le réseau de distribution. En milieu urbain, il garantit la continuité du service en cas d'arrêt temporaire des stations de pompage. Par ailleurs, il facilite les opérations de maintenance et d'entretien des équipements. Enfin, il constitue une réserve indispensable en cas de situation d'urgence, notamment en cas d'incendie.

### IV.3-Les types des réservoirs : [2]

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

La configuration topographique du terrain influence directement le choix du type de réservoir à adopter. On distingue principalement les types suivants :

- a) **Les réservoirs surélevés** : Utilisés sur un terrain plat afin de permettre une distribution par gravité ;
- b) **Les réservoirs situés au sol** : Installés directement sur le sol lorsque l'altitude du site est suffisante pour assurer un écoulement gravitaire ;
- c) **Les réservoirs enterrer** : Construits au sein de la station de traitement de l'eau ou sur un emplacement naturellement élevé ;
- d) **Réservoirs semi-enterrés** : Partiellement enfouis pour s'adapter aux contraintes du terrain et optimiser la distribution.

#### 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.4- Choix de l'emplacement du réservoir :

Le positionnement d'un réservoir doit répondre à plusieurs exigences techniques afin d'optimiser le fonctionnement du réseau de distribution, notamment :

- Assurer, au point le plus défavorisé du réseau, une pression conforme aux exigences de service, tout en garantissant un écoulement fluide de l'eau ;
- Être implanté au point topographiquement le plus élevé de la zone couverte, dans le but de réduire la hauteur utile du réservoir par rapport au terrain naturel ;
- Prendre en considération les pertes de charge entre le réservoir et le point le plus défavorable.

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

- **Résistance** : e réservoir doit être conçu de manière à supporter, sans défaillance, l'ensemble des contraintes mécaniques auxquelles il est soumis.
- **Etanchéité** : L'ouvrage doit impérativement être parfaitement étanche, afin d'éviter toute perte d'eau.
- **Durabilité** : Les matériaux utilisés doivent assurer une bonne tenue dans le temps, en conservant leurs propriétés malgré un contact prolongé avec l'eau stockée.

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

Chaque compartiment d'un réservoir doit comporter quatre conduites essentielles assurant son bon fonctionnement. Il s'agit, d'une part, de la conduite d'alimentation, qui permet l'arrivée de l'eau dans le réservoir, et de la conduite de distribution, raccordée au réseau de distribution. D'autre part, la conduite de vidange, utilisée lors des opérations de maintenance, ainsi que la conduite de trop-plein, destinée à évacuer l'excès d'eau pour prévenir tout débordement, complètent ces équipements de base. Les éventuelles adaptations requises pour intégrer une réserve incendie ne remettent pas en cause ces éléments fondamentaux ; elles constituent uniquement des ajustements techniques complémentaires.

#### **IV.6.1-Conduite d'arrivée :**

La conduite d'arrivée transporte l'eau de la source jusqu'au réservoir ou château d'eau, souvent munie d'un flotteur à l'entrée. L'eau peut y être introduite par le haut, en chute libre ou par une conduite immergée, ou par le bas, via les parois inférieures ou le radier.

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

La conduite de distribution doit être installée à une hauteur comprise entre 0,15 et 0,20 m au-dessus du radier, afin d'éviter l'aspiration des dépôts solides. Elle doit être équipée d'une crépine à son point de départ : simple dans le cas d'une distribution gravitaire, ou accompagnée d'un clapet de pied en cas d'aspiration. Il est également recommandé de la positionner à l'opposé de la conduite d'alimentation, afin d'optimiser la circulation de l'eau et de limiter les zones stagnantes.

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

La conduite de trop-plein est destinée à évacuer l'excès d'eau lorsque le réservoir atteint sa capacité maximale. Elle doit être raccordée à un exutoire situé à proximité, assurant ainsi un drainage sécurisé. Afin de prévenir toute contamination externe, qu'il s'agisse de pollution, d'animaux ou d'insectes tels que les moustiques, un dispositif anti-retour, tel qu'un clapet, doit être installé à l'extrémité de cette conduite.

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

La conduite de vidange est implantée au point le plus bas du radier, généralement au niveau de la souille, afin de permettre une évacuation efficace des dépôts accumulés au fond du réservoir. Elle est équipée d'une crépine située dans cette zone de décantation. Cette conduite peut être reliée au système de trop-plein et doit comporter un robinet-vanne, facilitant ainsi les opérations de vidange et d'entretien.

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

Il est recommandé de prévoir une conduite de dérivation (by-pass) entre la conduite d'adduction et celle de distribution. Cette liaison permet d'assurer la continuité de l'alimentation en eau potable lors des opérations de maintenance, de vidange ou de nettoyage du réservoir, en contournant temporairement ce dernier.

### IV.6.6-Comptage :

La sortie du réservoir, un compteur doit être installé sur la conduite de distribution afin que la consommation totale puisse être relevée régulièrement.

### IV.6.7-Robinets-vannes :

Chaque conduite doit être équipée d'un robinet-vanne, permettant l'isolement et l'interruption de l'écoulement sur n'importe quelle section du système, notamment en cas de maintenance ou d'intervention ciblée.

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

Afin de garantir la disponibilité d'un volume d'eau spécifiquement réservé à la lutte contre l'incendie, son utilisation en conditions normales doit être empêchée. À cet effet, un dispositif de type siphon est mis en place, conformément au principe suivant.:

- 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.

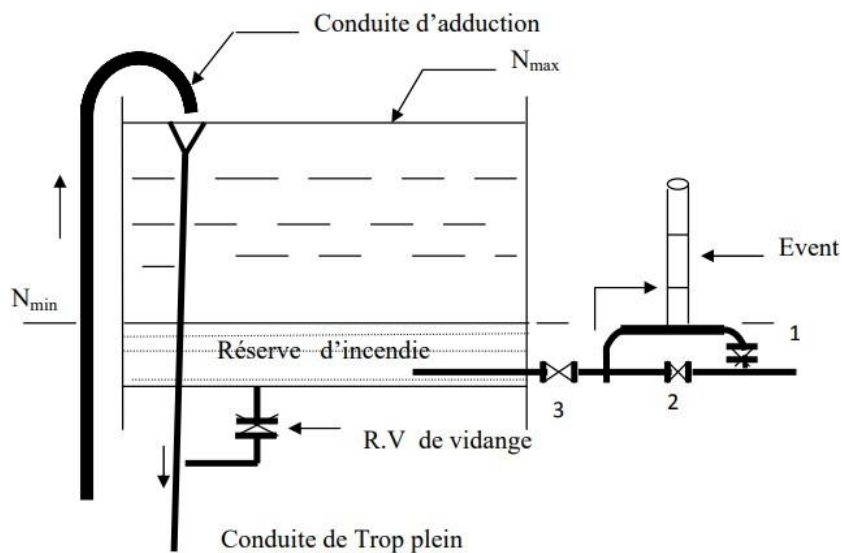


Figure IV.1 : Equipement du réservoir.[1]

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

Le dimensionnement d'un réservoir doit permettre de satisfaire l'ensemble des fonctions attendues, tant en situation d'exploitation courante que lors des conditions les plus contraignantes, telles que les périodes de forte consommation ou de demande maximale.

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

Le calcul de la capacité de stockage d'un réservoir d'alimentation peut être réalisé selon deux approches : la méthode graphique et la méthode analytique. Dans le cadre de cette étude, c'est cette dernière qui a été retenue. Elle repose sur une évaluation horaire du volume d'eau présent dans le réservoir, en tenant compte à la fois des apports et des consommations, afin de déterminer le volume résiduel à chaque instant 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

**Tableau IV.1 : Détermination de la capacité du stockage (2025 et 2055).**

Heures	Ch %	Qarriv %	Surplus %	Déficit %	Résidus %
0_1	1,5	5	3,5	-	7
1_2	1,5	5	3,5	-	10,5
2_3	1,5	5	3,5	-	14
3_4	1,5	5	3,5	-	17,5
4_5	2,5	5	2,5	-	20
5_6	3,5	5	1,5	-	21,5
6_7	4,5	5	0,5	-	22
7_8	5,5	5	-	-0,5	21,5
8_9	6,25	5	-	-1,25	20,25
9_10	6,25	5	-	-1,25	19
10_11	6,25	5	-	-1,25	17,75

## CHAPITRE IV: RESERVOIRS

---

11_12	6,25	5	-	-1,25	16,5
12_13	5	5	0	-	16,5
13_14	5	5	0	-	16,5
14_15	5,5	5	-	-0,5	16
15_16	6	5	-	-1	15
16_17	6	5	-	-1	14
17_18	5,5	5	-	-0,5	13,5
18_19	5	5	0	-	13,5
19_20	4,5	0	-	-4,5	9
20_21	4	0	-	-4	5
21_22	3	0	-	-3	2
22_23	2	0	-	-2	0
23_24	1,5	5	3,5	-	3,5

Les calculs effectués à partir des deux tableaux permettent d'aboutir aux résultats suivants:

- À l'horizon 2025 (population comprise entre 10 000 et 50 000 habitants), la fraction maximale du volume résiduel dans le réservoir est estimée à 22 % ;
- À l'horizon 2055, avec une population projetée de 35263 habitants (également dans la même tranche), cette fraction atteint également 22 %.

Une fois la fraction horaire du débit maximal déterminée, le volume total requis est calculé pour les deux horizons, présent et futur. Un bilan est ensuite établi afin de vérifier que la capacité de stockage prévue est suffisante pour couvrir les besoins en eau potable.

**Tableau IV.2 : Bilan de capacité de stockage.**

<b>Horizon</b>	<b>Actuel 2025</b>	<b>Futur 2055</b>
a(%)	22	22
$Q_{\max j}$ (m <sup>3</sup> /j).	6429,75	9769,15
Vu (m <sup>3</sup> ).	1414,54	2149,21
V <sub>inc</sub> (m <sup>3</sup> )	120,00	120,00
Besoins en stockage (m <sup>3</sup> )	1534 ,54	269,21
Capacité disponible (m <sup>3</sup> )	2000,00	2000,00
Déficit (m <sup>3</sup> )	-	269,21
Surplus (m <sup>3</sup> )	465,45	-

### IV.7.2- Le réservoir existants :

La capacité de stockage actuelle, estimée à 2 000 m<sup>3</sup>, s'avère insuffisante pour répondre aux besoins projetés à long terme. L'analyse effectuée a mis en évidence un déficit de 269,21m<sup>3</sup>. Il est préconisé de mettre en place un nouveau réservoir d'une capacité de 500 m<sup>3</sup> afin de combler cet écart et de garantir une alimentation en eau potable adéquate.

### IV.8-Les réservoir projetés :

Le réservoir projeté, de forme circulaire, sera construit en béton armé et posé sur-sol. Il sera raccordé à un réseau fonctionnant sous pression. L'équipement prévu comprend une conduite d'alimentation en chute libre, une conduite de distribution munie d'une crépine simple, ainsi que des dispositifs de trop-plein, de vidange et un by-pass assurant la liaison entre l'adduction et la distribution. L'ensemble sera complété par des vannes de manœuvre, un système de comptage, et un dispositif de sécurité incendie à siphon, garantissant une exploitation sûre et efficace de l'installation.

**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 et on calcule le diamètre :

$$D = \sqrt{\frac{4 * 500}{\pi * 5}} = 11.28 \text{ m.}$$

- On prend un diamètre normalisé de 12m puis on calcule la surface :

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

$$S = \frac{\pi * 12^2}{4} = 113,097 \text{ m}^2$$

- Ensuite on calcule la hauteur de la cuve :

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

$$H = \frac{V}{S} = \frac{500}{113,09} = 4,42m$$

On prend une hauteur de 5m pour le réservoir.

- Finalement, on calcule la hauteur d'incendie :

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

$$H_{inc} = \frac{120}{113,09} = 1,06m$$

**Tableau IV.3:** caractéristique des réservoirs projetés.

Réservoirs	Volume (m3)	Diamètre (m)	Hr (m)	Hinc (m)
Projeté	500	12	5	1,06

### **IV.10-Conclusion :**

À la suite du calcul du volume de stockage selon la méthode analytique, il a été déterminé qu'un nouvel ouvrage de stockage est nécessaire pour couvrir les besoins en eau jusqu'en 2055. Par conséquent, un réservoir sur-sol d'une capacité de 500 m<sup>3</sup> a été retenu afin d'assurer une gestion efficace et durable des ressources en eau.

**Chapitre V :**  
**Réhabilitation du réseau**  
**D'AEP à l'horizon 2055**

### **V.1-Introduction :**

L'évaluation du réseau de distribution existant a révélé de nombreuses défaillances, notamment des fuites importantes et des dysfonctionnements hydrauliques. Ces constats rendent sa réhabilitation indispensable, en vue d'optimiser le rendement du système et de garantir une desserte en eau fiable, durable et conforme aux besoins futurs de la zone étudiée.

### **V.2-Structure du réseau :**

L'eau est distribuée aux consommateurs par des réseaux de conduites locales situées à l'intérieur de la zone desservie. Les éléments principaux d'un réseau de distribution sont : les conduites, les branchements et les pièces spéciales. En fonction des connexions entre les différents tronçons du réseau, on distingue généralement trois types de réseaux de distribution :

#### **V.2.1-Réseau ramifié :**

Le réseau ramifié se caractérise par une structure simple, où l'eau suit un parcours unidirectionnel, s'écoulant successivement des conduites principales vers les secondaires, puis vers les tertiaires.

#### **V.2.2-Réseau maillé :**

Les réseaux maillés permettent une circulation de l'eau selon plusieurs itinéraires, assurant ainsi à chaque point une alimentation depuis au moins deux directions, ce qui renforce à la fois la fiabilité du système et son équilibre hydraulique.

#### **V.2.3-Réseau mixte :**

Le réseau mixte combine les avantages du réseau maillé avec des extensions ramifiées desservant les secteurs éloignés, permettant ainsi une distribution de l'eau plus adaptée et plus efficace à l'échelle de l'ensemble de la zone couverte.

**NB :** Étant donné que le secteur de Besbes est une zone densément peuplée, nous avons opté pour un réseau maillé.

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

Un système de distribution d'eau potable doit répondre à un ensemble de conditions essentielles afin de garantir un service à la fois efficace et sécurisé, fiable et sécurisé. Parmi ces conditions :

- La garantie d'un approvisionnement permanent et fiable en eau ;
- Le maintien d'une pression adéquate assurant un débit satisfaisant dans l'ensemble du réseau ;
- La régulation du fonctionnement hydraulique, afin de prévenir les variations excessives de pression telles que les surpressions ou les dépressions.

### V.4-Tracé des conduits :

De manière générale, il est recommandé d'opter pour un tracé permettant de desservir les usagers avec une longueur de conduite réduite et un coût d'exécution optimisé. Toutefois, en pratique, les conduites d'alimentation en eau potable sont le plus souvent implantées le long des voies de l'agglomération, à l'exception des conduites d'amenée, dont le tracé est déterminé selon une logique similaire à celle des conduites d'adduction. Dans le cadre de notre étude, le tracé du réseau a été modifié afin de l'adapter à une nouvelle configuration adoptée pour mieux répondre aux spécificités du site.

### V.5-Choix du type de matériaux :

La sélection des matériaux destinés aux conduites repose sur un ensemble de critères essentiels visant à garantir la durabilité et les performances du réseau. Parmi les principaux facteurs à considérer figurent la résistance à la corrosion, la facilité d'installation, le coût économique et la disponibilité sur le marché local. D'autres paramètres techniques doivent également être pris en compte, tels que le diamètre requis, la pression de fonctionnement, les conditions de pose, la longévité attendue du matériau, ainsi que la nature géotechnique du sol traversé.

L'analyse combinée de ces éléments permet d'identifier le matériau le plus adapté aux exigences spécifiques du projet.

Dans le cadre de notre étude, le choix s'est porté sur des conduites en polyéthylène haute densité (PEHD), en raison de leurs nombreux avantages, notamment :

- Une excellente résistance à la corrosion, aux chocs et aux agents chimiques ;
- Une grande durabilité et une longue durée de vie ;
- Une mise en œuvre facile grâce à leur légèreté ;
- Une facilité de transport et de manutention ;
- Une pose simplifiée, réduisant les besoins en équipements lourds ;
- Souple aux mouvements du terrain.

### V.6-Calcul hydraulique du réseau de distribution :

Le calcul hydraulique du réseau de distribution est basé sur les éléments suivants :

- Le calcul est effectué en tenant compte du débit de pointe horaire.
- La condition d'incendie doit être vérifiée avec un débit de 17 L/s au point défavorable.
- Une pression minimale de 1 bar aux points hauts, et une pression maximale de 6 bars aux points bas.
- Une vitesse d'écoulement comprise entre 0,5 m/s et 1,5 m/s, pouvant atteindre 2,5 m/s en cas d'incendie.
- Dans les tronçons équipés de bouches d'incendie, le diamètre minimal des conduites est de 80 mm.

### V.7-Calcul des débits de dimensionnement :

#### V.7.1-Cas de pointe (l'horizon 2055) :

##### 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).

$$Q_p = Q_r = 610.75 \text{ m}^3/\text{h} = 170.65 \text{ l/s}$$

##### B. Débit spécifique :

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

- $\sum L_i$  : 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).

$$q_{sp} = 196,08/12635,82 = 0,013(l/s/ml)$$

##### 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).

## Chapitre V: Réhabilitation du réseau d'AEP à l'horizon 2055

### V.7.2-Détermination des Débits aux nœuds :

**Tableau V.1 : Les débits aux nœuds.**

Nœud	Tronçon	Longueur	qsp (l/s/ml)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
N2	p2	389,2	0,013	62,57	3,1
	p38	88,06	0,013	5,06	
N3	p2	389,2	0,013	1,14	5,2
	p3	418,2	0,013	5,06	
N4	p3	418,2	0,013	5,44	8,7
	p4	378,7	0,013	5,44	
	p26	538,4	0,013	4,92	
N5	p4	378,7	0,013	7,00	10,00
	p5	491,8	0,013	4,92	
	p8	325,1	0,013	6,39	
	p37	327,7	0,013	4,23	
N6	p5	491,8	0,013	4,26	6,9
	p28	385,1	0,013	6,39	
	p18	37,55	0,013	5,01	
N7	p38	88,06	0,013	0,49	3,8
	p6	169,9	0,013	1,14	
	p37	324,7	0,013	2,21	
N8	p6	169,9	0,013	4,22	6,7
	p7	305,8	0,013	2,21	
	p10	399,5	0,013	3,98	
N9	p7	305,8	0,013	5,19	10,5
	p8	325,1	0,013	3,98	
	p9	411,2	0,013	4,23	
	p29	504,3	0,013	5,35	
N10	p11	286,3	0,013	6,56	5,7
	p12	177,2	0,013	3,72	
	p9	411,2	0,013	2,30	
N11	p10	399,5	0,013	5,35	7,6
	p36	479,3	0,013	5,19	
	p11	286,3	0,013	6,23	
N12	p12	177,2	0,013	3,72	8,4
	p13	549,6	0,013	2,30	
	p17	329,9	0,013	4,54	
	p14	439,7	0,013	4,29	
N13	P16	479,3	0,013	5,72	6,7
	P13	549,6	0,013	49,95	

## Chapitre V: Réhabilitation du réseau d'AEP à l'horizon 2055

Nœud	Tronçon	Longueur	q <sub>sp</sub> (l/s/ml)	Q <sub>r</sub> (l/s)	Q <sub>n</sub> (l/s)
N14	p29	504,3	0,013	6,56	10,4
	p14	439,7	0,013	5,72	
	p15	325,2	0,013	4,23	
	p19	326	0,013	4,24	
N15	p15	325,2	0,013	4,23	7,50
	p16	465,2	0,013	6,05	
	p30	287	0,013	3,73	
N16	p17	329,9	0,013	4,29	5,2
	p16	465,2	0,013	6,05	
N17	p18	37,55	0,013	0,49	3,9
	p19	326	0,013	4,24	
	p21	230,6	0,013	3,00	
N18	p22	294,2	0,013	3,82	6,4
	p30	287,1	0,013	3,73	
	p20	395,7	0,013	5,14	
N19	p20	395,7	0,013	5,14	2,6
N20	p21	230,6	0,013	3,00	7,9
	p22	294,2	0,013	3,82	
	p23	86,21	0,013	1,12	
	p24	606	0,013	7,88	
N21	p23	86,21	0,013	1,12	4,9
	p31	419,6	0,013	5,45	
	p34	245,5	0,013	3,19	
N22	p25	188,6	0,013	2,45	5,2
	p24	606	0,013	7,88	
N23	p28	385,1	0,013	5,01	7,3
	p25	188,6	0,013	2,45	
	p27	397,1	0,013	5,16	
N24	p26	538,4	0,013	7,00	6,1
	p27	397,1	0,013	5,16	
N25	p31	419,6	0,013	5,45	4,7
	p32	306,9	0,013	3,99	
N26	p32	306,9	0,013	3,99	4,3
	p33	354,4	0,013	4,61	
N27	p34	245,5	0,013	3,19	3,9
	p33	354,4	0,013	4,61	
Total					170.65

### V.8- Répartition arbitraire des débits :

Dans la mesure où le réseau de distribution étudié est de type maillé, une répartition initiale et arbitraire des débits a été adoptée afin de permettre le dimensionnement des différents tronçons.

Cette approche s'inspire de la méthode de Hardy Cross, fondée sur deux principes fondamentaux :

- Première loi (loi des nœuds) : en chaque nœud, le bilan des débits impose que la somme des débits entrants soit égale à celle des débits sortants (principe de continuité :  $\sum Q = 0$ ).
- Deuxième loi (loi des mailles) : pour toute boucle fermée orientée du réseau, la somme des pertes de charge doit être nulle ( $\sum \Delta H = 0$ ).

### V.9-Détermination des paramètres hydrauliques du réseau :

#### V.9.1-Cas de pointe :

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

Le tableau V.2 présente les résultats relatifs aux vitesses d'écoulement et aux pertes de charge observées dans les différents tronçons du réseau:

**Tableau V.2 :** Etat des arcs du réseau (vitesses et pertes de charges).

ID Arc	Longueur M	Diamètre mm	Débit L/S	Vitesse m/s	Perte de chargeT m/km
Tuyau p2	389,2	176,2	12,49	0,51	1,59
Tuyau p3	418,2	141	7,29	0,47	1,73
Tuyau p4	378,7	79,2	7,79	1,58	32,58
Tuyau p5	491,8	66	1,97	0,58	6,2
Tuyau p6	169,9	79,2	6,71	1,36	24,69
Tuyau p7	305,8	141	8,75	0,56	2,43
Tuyau p8	325,1	220,4	23,46	0,61	1,72
Tuyau p9	411,2	220,4	28,23	0,74	2,42
Tuyau p10	399,5	176,2	21,16	0,87	4,22
Tuyau p11	286,3	141	12,92	0,83	5,01

## Chapitre V: Réhabilitation du réseau d'AEP à l'horizon 2055

ID Arc	Longueur M	Diamètre mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Perte de chargeT m/km
Tuyau p12	177,2	176,2	21,01	0,86	4,16
Tuyau p13	549,6	352,6	102,69	1,05	2,68
Tuyau p14	439,7	220,4	48,45	1,27	6,57
Tuyau p15	325,2	176,2	14,35	0,59	2,05
Tuyau p16	465,2	176,4	19,63	0,8	3,65
Tuyau p17	329,9	176,4	24,83	1,02	5,64
Tuyau p18	37,55	110,2	8,9	0,93	8,33
Tuyau p19	326	176,2	26,85	1,1	6,55
Tuyau p20	395,7	66	2,6	0,76	10,37
Tuyau p21	230,6	141	14,05	0,9	5,85
Tuyau p22	294,2	176,2	17,98	0,74	3,12
Tuyau p23	86,21	141	17,8	1,14	9,06
Tuyau p24	606	110,2	6,34	0,66	4,44
Tuyau p25	188,6	35,2	1,14	1,17	47,81
Tuyau p26	538,4	141	6,4	0,42	1,36
Tuyau p27	672,1	35,2	0,3	0,41	4,05
Tuyau p28	385,1	66	4,86	1,42	33,1
Tuyau p29	504,3	96,8	3,15	0,43	2,3
Tuyau p30	287,1	176,2	26,98	1,11	6,61
Tuyau p31	419,6	110,2	6,48	0,68	4,64
Tuyau p32	306,9	66	1,78	0,52	5,15
Tuyau p33	354,4	79,2	2,52	0,51	4,02
Tuyau p34	245,5	96,8	6,42	0,87	8,56
Tuyau p36	479,3	277,6	41,68	0,69	1,62
Tuyau p37	327,7	79,2	3,8	0,77	8,62
Tuyau p38	88,06	44	2,91	1,91	91,99
Tuyau 2	3842	440,6	153,07	0,99	1,85
Tuyau 1	4813	176,2	17,58	0,52	1,63

## Chapitre V: Réhabilitation du réseau d'AEP à l'horizon 2055

### 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.3 :

**Tableau V.3** : Etat des nœuds du réseau (charges et pressions).

ID Noeud	Altitude m	Demande l/s	Charge m	Pression m
Noeud n2	14,88	3,1	64,14	49,26
Noeud n3	14,21	5,2	63,52	49,31
Noeud n4	15,96	8,68	62,79	46,83
Noeud n5	16,69	9,9	75,13	58,44
Noeud n6	21,45	6	72,08	50,63
Noeud n7	15,6	3,8	72,24	56,64
Noeud n8	16,78	5,7	76,43	59,65
Noeud n9	17,65	10,37	75,69	58,04
Noeud n10	18,01	5,7	76,68	58,67
Noeud n11	16,34	7,6	78,12	61,78
Noeud n12	20,05	8,4	77,42	57,37
Noeud n13	16,73	6,7	78,89	62,16
Noeud n14	21,45	10,4	74,53	53,08
Noeud n15	23,29	7	73,86	50,57
Noeud n16	32,05	5,2	75,56	43,51
Noeud n17	21,73	3,9	72,4	50,67
Noeud n18	24,8	6,4	71,96	47,16
Noeud n19	28,85	2,6	67,86	39,01
Noeud n20	24	7,9	71,05	47,05
Noeud n21	22,07	4,9	70,26	48,19
Noeud n22	18,46	5,2	68,35	49,89
Noeud n23	18,37	6,3	59,34	40,97
Noeud n24	15	6,1	62,06	47,06
Noeud n25	20,76	4,7	68,32	47,56
Noeud n26	24,3	4,3	66,74	42,44
Noeud n27	24,56	3,9	68,16	43,6
Noeud n29	16,78	3,8	72,31	55,53
R 2	86	/	86	/
R 1	72	/	72	/

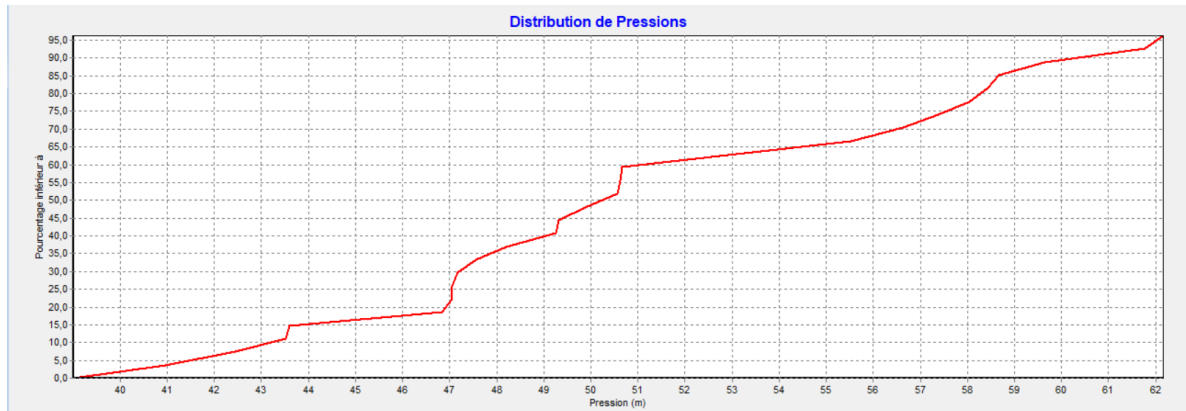


Figure V.1 : Distribution des pressions dans le cas de pointe

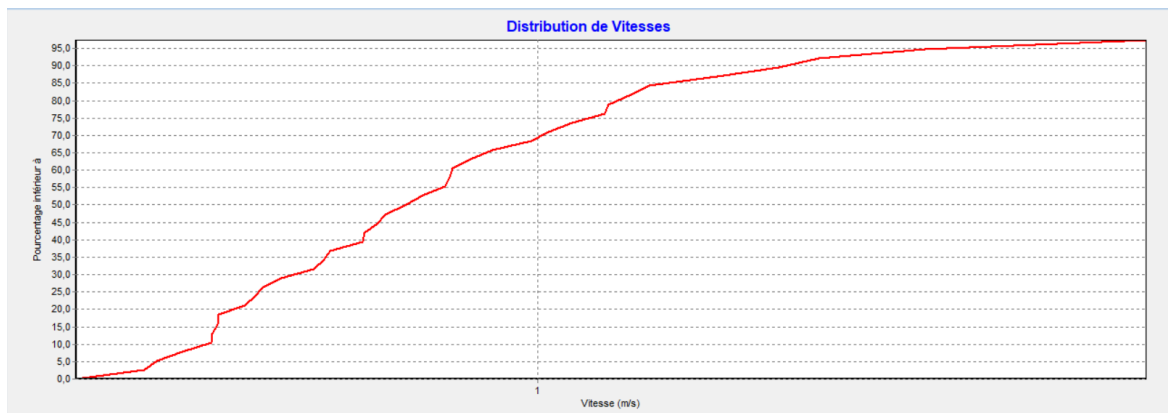
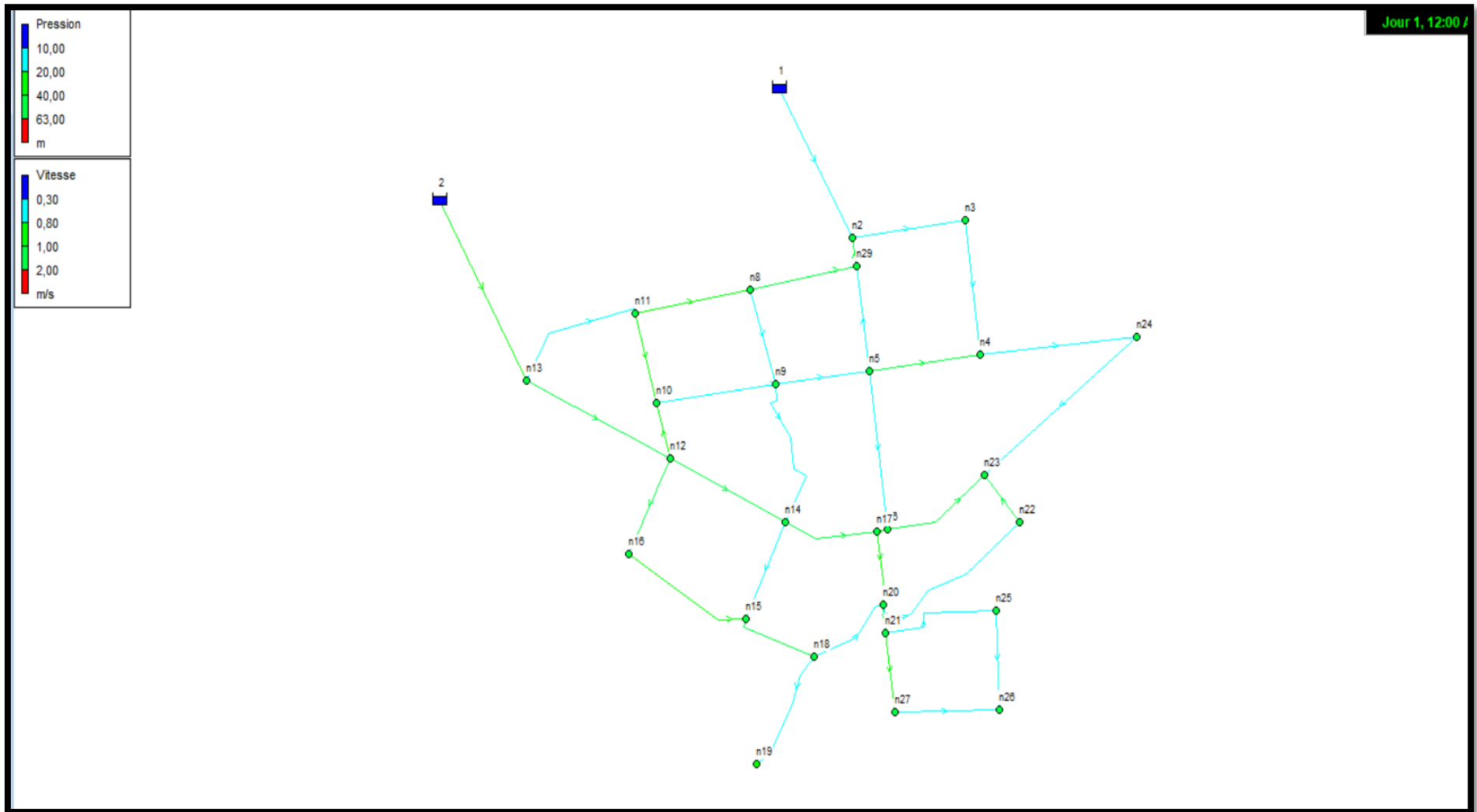


Figure V. 2 : Distribution des vitesses dans le cas de pointe

### Interprétation :

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

- La pression dans le réseau varie entre 39,01 m et 60 m, ce qui garantit un approvisionnement en eau suffisant pour la distribution ;
- Les vitesses dans les conduites varient entre 0,41 m/s et 1,5 m/s, ce qui reste dans une plage acceptable pour assurer une circulation fluide de l'eau ;
- Malgré ces variations, le réseau assure une distribution continue et fiable de l'eau potable, avec des pertes de charge majoritairement maîtrisées, et il devrait être capable de répondre aux besoins à l'horizon 2055.



FigureV.3 : Résultats de simulation de vitesses et pressions pour le cas de Pointe.

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

### V.9.2-Cas de pointe +incendie :

Le nœud 20 a été retenu comme point de contrôle afin de vérifier la disponibilité du débit d'incendie (17 l/s) fourni par le réservoir :

$$Q_{n20} = 7,9 + 17 = 24.9\text{l/s}$$

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

Les vitesses d'écoulement et les pertes de charge enregistrées dans les différents tronçons du réseau, dans le cadre du scénario combinant une pointe de consommation et une sollicitation pour incendie, sont synthétisées dans le tableau n°4 ci-après :

**TableauV.4** : Etat des arcs du réseau (vitesses et pertes de charges) en cas pointe +incendie.

ID Arc	Longueur m	Diamètre Mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Perte de ChargeT m/km
Tuyau p2	389,2	176,2	12,99	0,53	1,71
Tuyau p3	418,2	141	7,79	0,5	1,96
Tuyau p4	378,7	79,2	-7,44	1,51	29,94
Tuyau p5	491,8	66	-2,66	0,78	10,79
Tuyau p6	169,9	79,2	-6,56	1,33	23,66
Tuyau p7	305,8	141	9,85	0,63	3,03
Tuyau p8	325,1	220,4	-23,8	0,62	1,76
Tuyau p9	411,2	220,4	-28,92	0,76	2,53
Tuyau p10	399,5	176,2	-22,1	0,91	4,57
Tuyau p11	286,3	141	14,22	0,91	5,98
Tuyau p12	177,2	176,2	-20,4	0,84	3,94
Tuyau p13	549,6	352,6	-116,79	1,2	3,4
Tuyau p14	439,7	220,4	58,28	1,53	9,26
Tuyau p15	325,2	176,2	18,64	0,76	3,33
Tuyau p16	465,2	176,4	-24,51	1	5,5
Tuyau p17	329,9	176,4	-29,71	1,22	7,86
Tuyau p18	37,55	110,2	-8,18	0,86	7,14
Tuyau p19	326	176,2	-33,85	1,39	10,06
Tuyau p20	395,7	66	2,6	0,76	10,37
Tuyau p21	230,6	141	21,77	1,39	13,16
Tuyau p22	294,2	176,2	-27,14	1,11	6,69
Tuyau p23	86,21	141	17,8	1,14	9,06
Tuyau p24	606	110,2	6,21	0,65	4,28
Tuyau p25	188,6	35,2	1,01	1,04	38,48
Tuyau p26	538,4	141	6,55	0,42	1,42
Tuyau p27	672,1	35,2	0,45	0,46	8,66
Tuyau p28	385,1	66	-4,84	1,41	32,77
Tuyau p29	504,3	96,8	4,6	0,63	4,62
Tuyau p30	287,1	176,2	36,14	1,48	11,37
Tuyau p31	419,6	110,2	6,48	0,68	4,64

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

ID Arc	Longueur m	Diamètre Mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Perte de ChargeT m/km
Tuyau p32	306,9	66	1,78	0,52	5,15
Tuyau p33	354,4	79,2	-2,52	0,51	4,02
Tuyau p34	245,5	96,8	-6,42	0,87	8,56
Tuyau p36	479,3	277,6	43,93	0,73	1,78
Tuyau p37	327,7	79,2	3,8	0,77	8,62
Tuyau p38	88,06	44	2,76	1,81	83,25
Tuyau 2	3842	440,6	169,42	1,1	2,24
Tuyau 1	4813	176,2	18,23	0,55	1,79

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

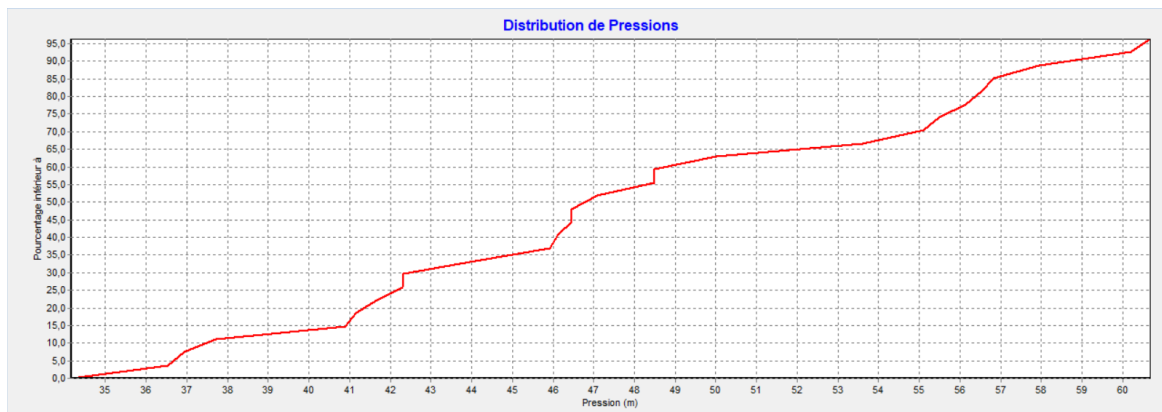
Les résultats de la simulation relatifs aux charges et pressions observées aux différents nœuds du réseau, dans le cadre du scénario critique combinant une pointe de consommation et une demande incendie, sont récapitulés dans le tableau V.5:

**Tableau V.5 :** Etat des nœuds du réseau (charges et pressions) en cas pointe + incendie.

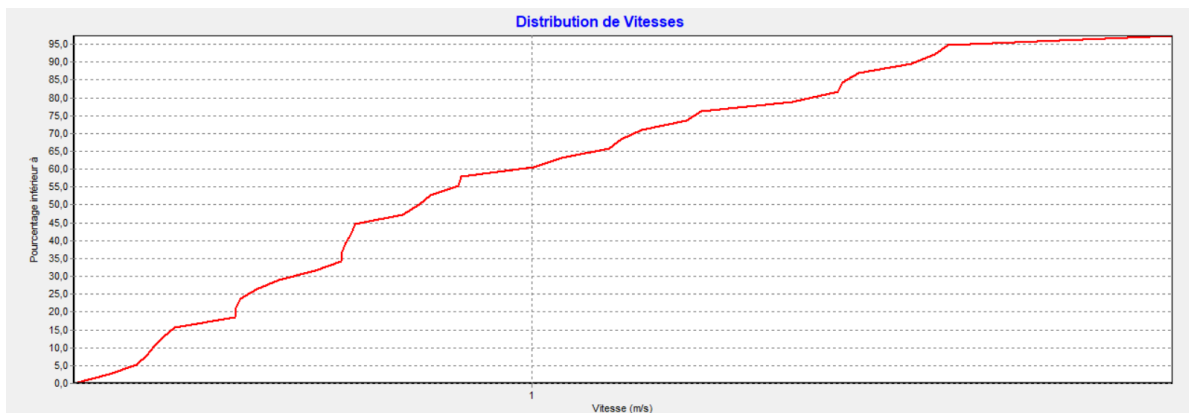
ID Noeud	Altitude m	Demande l/s	Charge m	Pression m
Noeud n2	14,88	3,1	63,37	48,49
Noeud n3	14,21	5,2	62,71	48,5
Noeud n4	15,96	8,68	61,89	45,93
Noeud n5	16,69	9,9	73,22	56,53
Noeud n6	21,45	6	67,92	46,47
Noeud n7	15,6	3,8	70,7	55,1
Noeud n8	16,78	5,7	74,72	57,94
Noeud n9	17,65	10,37	73,8	56,15
Noeud n10	18,01	5,7	74,84	56,83
Noeud n11	16,34	7,6	76,55	60,21
Noeud n12	20,05	8,4	75,54	55,49
Noeud n13	16,73	6,7	77,4	60,67
Noeud n14	21,45	10,4	71,47	50,02
Noeud n15	23,29	7	70,38	47,09
Noeud n16	32,05	5,2	72,94	40,89
Noeud n17	21,73	3,9	68,18	46,45
Noeud n18	24,8	6,4	67,12	42,32
Noeud n19	28,85	2,6	63,01	34,16

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

ID Noeud	Altitude m	Demande l/s	Charge m	Pression m
Noeud n20	24	24,9	65,15	41,15
Noeud n21	22,07	4,9	64,37	42,3
Noeud n22	18,46	5,2	62,56	44,1
Noeud n23	18,37	6,3	55,3	36,93
Noeud n24	15	6,1	61,12	46,12
Noeud n25	20,76	4,7	62,42	41,66
Noeud n26	24,3	4,3	60,84	36,54
Noeud n27	24,56	3,9	62,27	37,71
Noeud n29	16,78	3,8	70,4	53,62
R 2	86		86	
R 1	72		72	



**Figure V.4** : Distribution des pressions dans le cas de pointe plus incendie.



**Figure V.5** : Distribution des vitesses dans le cas de pointe plus incendie.

### Interprétation :

D'après les résultats obtenus à partir de la simulation sous EPANET, en considérant le scénario extrême (cas de pointe + incendie), nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

- ✓ Pression dans le réseau :
  - La pression varie entre 34,16 m et 60 m, soit environ 3 à 6 bars.
  - La majorité des nœuds conservent une pression adéquate ; cependant, la valeur minimale relevée au nœud N19 (34,16 m) pourrait entraîner des problèmes d'alimentation en eau, notamment en cas d'urgence (incendie).
- ✓ Vitesses d'écoulement dans les conduites :
  - Elles oscillent entre 0,5 m/s et 1,81 m/s ;
  - La majorité des vitesses restent dans l'intervalle recommandé (0,5 – 2 m/s), garantissant un écoulement efficace.

Nous pouvons donc dire que le réseau semble capable d'assurer un approvisionnement stable en eau, même en cas de demande maximale et d'incendie.

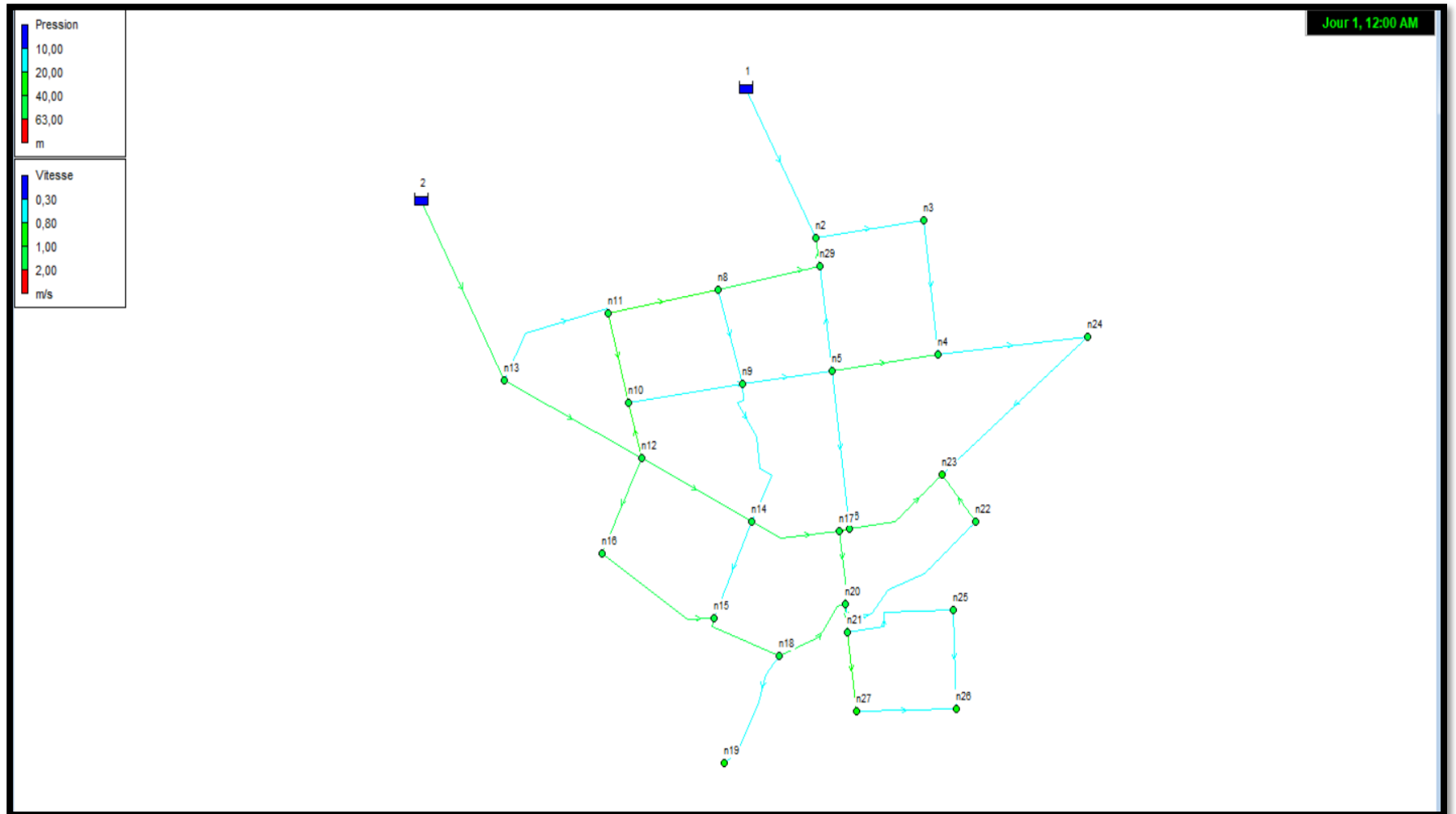


Figure V.6 : Résultats de simulation de vitesses et pressions pour le cas de Pointe + incendi.

### V.10-Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons procédé au dimensionnement du réseau, après avoir apporté certaines modifications au tracé. Une simulation hydraulique a été réalisée à l'aide du logiciel EPANET, afin de vérifier les paramètres hydrauliques. Les résultats de la simulation montrent que le fonctionnement du réseau est satisfaisant, aussi bien en période de pointe qu'en période de pointe avec incendie, et que le choix des diamètres est conforme aux exigences et aux normes en vigueur. En conclusion, on peut affirmer que le réseau fonctionne correctement et répond aux conditions d'exploitation.

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

### **VI.1-Introduction :**

Les canalisations des réseaux d'eau potable jouent un rôle essentiel dans le transport et la distribution de l'eau, tout en étant soumises à de nombreuses contraintes d'ordre mécanique, hydraulique et environnemental. Ce chapitre est consacré aux méthodes de pose des canalisations et de leurs accessoires, avec un accent particulier sur les techniques permettant d'assurer leur protection et leur durabilité. L'objectif est de garantir un approvisionnement en eau fiable, sécurisé et durable, tout en réduisant les risques de détérioration prématurée, de pertes en ligne et d'interruptions de service.

### **VI.2-Pose de canalisation :**

#### **VI.2.1-Principe de pose des canalisations : [1]**

La mise en place des conduites s'effectue généralement en tranchée enterrée, à l'exception de certains cas spécifiques où une pose en surface peut être envisagée, à condition que les conduites soient convenablement protégées et soumises à des contrôles réguliers. Le choix de la méthode de pose dépend essentiellement de la nature du sol rencontré.

Les tranchées doivent présenter une largeur suffisante, généralement d'au moins 60 cm, afin de garantir des conditions de travail sécurisées pour le personnel. Le fond de la tranchée doit être soigneusement nivelé et ajusté en conformité avec le profil en long prévu pour la conduite. Des élargissements localisés, appelés niches, sont également nécessaires au niveau des raccords pour faciliter l'assemblage.

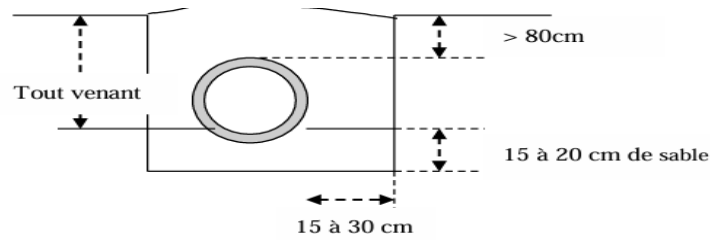
La hauteur du remblai au-dessus de la conduite varie en fonction des conditions climatiques. Dans les régions tempérées, elle est généralement de l'ordre de 1 mètre, tandis qu'elle peut atteindre entre 1,25 m et 1,50 m dans les zones exposées au gel.

Afin de garantir un bon fonctionnement hydraulique, il est impératif d'aménager des points hauts pour la purge d'air, ainsi que des points bas pour la vidange, tant lors de la mise en service que durant l'exploitation. À cet effet, un tracé en dents de scie est souvent adopté, avec des pentes faibles (quelques millimètres par mètre) et des changements de pente réguliers tous les 200 à 400 mètres environ.

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

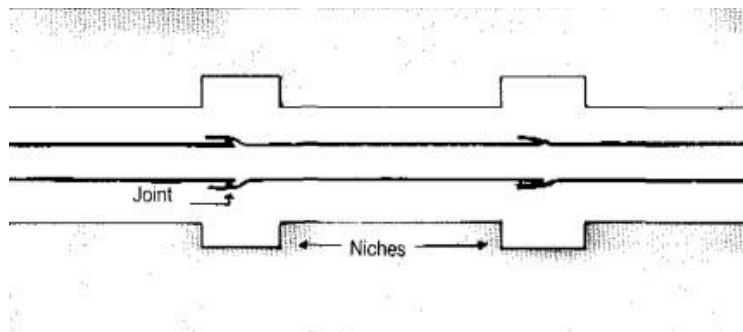
##### **A. Pose de canalisations dans un terrain ordinaire : [1]**

La conduite est posée dans une tranchée d'au moins 60 cm de large, dont la profondeur permet d'intégrer un lit de sable nivelé de 15 à 20 cm, la canalisation, ainsi qu'un remblai d'au moins 80 cm. Avant la pose, les conduites sont triées pour éliminer celles présentant des défauts visibles (chocs, fissures, altérations). Leur mise en place dans la tranchée se fait manuellement ou à l'aide d'un engin de levage adapté. Le fond de fouille, qui constitue la zone d'assise de la canalisation, doit suivre rigoureusement le profil en long du projet et assurer un appui régulier et continu sur toute la longueur, condition essentielle à la stabilité de l'ouvrage.



**Figure VI.1 :** Pose de canalisation dans un terrain ordinaire [1].

Lors de l'ouverture d'une tranchée, il est impératif d'assurer la stabilité des parois, soit par talutage, soit par la mise en place d'un blindage approprié. Il convient également d'éviter le stockage des déblais à proximité immédiate de l'excavation, afin de prévenir tout risque d'éboulement. Les blocs rocheux ou pierres de grande taille présente sur les talus doivent être retirés pour éviter qu'ils ne chutent sur la canalisation. Par ailleurs, des élargissements localisés de la tranchée, appelés niches, peuvent s'avérer nécessaires pour permettre la réalisation ou la reprise de certains joints, notamment ceux nécessitant un soudage.



**Figures VI.2 :** Les élargissement de la tranchée. [5]

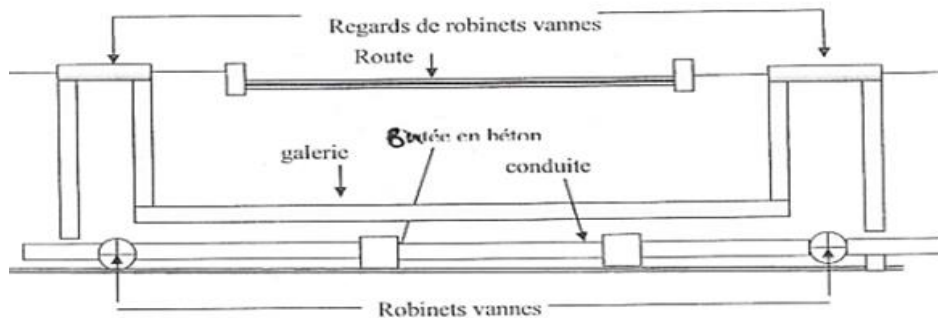
### **B. Pose de canalisations dans un terrain peu consistant : [1]**

Dans les sols peu stables, la pose des canalisations nécessite des mesures spécifiques pour garantir la stabilité de l'ouvrage. La conduite doit être installée sur une semelle en béton, armée ou non, reposant sur un lit de sable. Selon la nature du terrain, cette semelle peut être continue ou ponctuelle. En cas d'utilisation de tasseaux, ceux-ci doivent être placés près des joints et appuyés sur des pieux ancrés dans le sol porteur. L'amélioration du sol (sable stabilisé, géotextiles), une tranchée élargie, ainsi qu'un remblaiement soigné et compacté sont essentiels pour assurer la durabilité de l'installation.

### C. Pose de canalisations en galerie :

La pose de canalisations en galerie constitue une solution particulièrement adaptée aux zones urbaines denses ou aux terrains difficiles. Elle permet de faciliter les opérations de maintenance sans nécessiter de nouveaux travaux de terrassement. Les galeries, réalisées en béton armé ou à l'aide de structures métalliques, assurent une protection efficace contre les charges extérieures, les infiltrations d'eau et les variations climatiques. Elles permettent également d'optimiser l'utilisation de l'espace souterrain en regroupant plusieurs réseaux (eau, électricité, télécommunications).

Un canal intégré à la galerie permet l'évacuation des eaux stagnantes vers le réseau d'égouts voisin. Par ailleurs, les canalisations de petit diamètre peuvent être placées dans un fourreau plus large, reposant sur des tasseaux en béton. Enfin, des robinets-vannes sont installés de part et d'autre de la chaussée afin d'assurer un meilleur contrôle du réseau.



Figures VI.3 : Traversée d'une route par une conduite en galerie [1]

### D. Pose de canalisations à la traversée d'une rivière :

La pose de canalisations à la traversée d'une rivière nécessite des travaux confortatifs adaptés à l'état du site et à l'importance de l'adduction. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour assurer la stabilité et la pérennité de l'ouvrage :

- Accrochage sur un pont : Si un pont routier est présent, il peut servir de support à la canalisation, qui sera fixée sous le tablier.
- Pose au fond de la rivière : La canalisation est installée sur des ouvrages spéciaux (tasseaux, par exemple) et recouverte de tout-venant pour la protéger contre les chocs dus à la navigation.
- Matériaux utilisés :
  - Pour la traversée par le fond, on privilégie des canalisations en acier et en polyéthylène, reconnues pour leur élasticité et leur résistance aux contraintes hydrauliques.
  - Pour la traversée sur pont, des canalisations en acier ou en polyéthylène sont fixées sous le tablier par des supports métalliques, garantissant leur stabilité et leur durabilité face aux contraintes.
- Fixation et protection : Les joints soudés sont renforcés par des butées en béton placées de part et d'autre. Le revêtement des conduites en acier est constitué de plusieurs couches d'anti-rouille pour éviter la corrosion et prolonger la durée de vie de l'installation.

Dans le cadre de notre projet, la conduite n°23 en PEHD traversera une rivière. Nous avons opté pour la méthode d'encorbellement, en la fixant sous le tablier à l'aide de colliers métalliques munis de patins antivibratoires adaptés. À l'extérieur, la conduite sera protégée par un gainage stabilisé anti-UV et, dans les zones exposées, par des demi-coquilles assurant une protection mécanique contre les chocs et les agressions.

### **VI.3-Critères de choix des canalisations : [3]**

Lors des opérations de conception, de renouvellement ou de mise en œuvre des conduites, le choix des matériaux doit faire l'objet d'une attention particulière. Il convient de s'assurer que les revêtements internes et externes des canalisations respectent les normes sanitaires en vigueur, qu'ils soient compatibles avec les propriétés physico-chimiques de l'eau transportée, et qu'ils présentent une résistance suffisante face aux agressions extérieures, notamment la corrosion liée à la nature du sol. Le matériau retenu doit satisfaire à l'ensemble de ces exigences afin de garantir la préservation de la qualité de l'eau tout au long de son acheminement :

- Étanche à l'eau ;
- Faible rugosité ;
- Faible porosité ;
- Forte compacité ;
- Résistant à l'abrasion ;
- Aux types du sol et de sa consistance ;
- Nature du milieu traversé (saturé ou sec).

Il est également nécessaire de vérifier que l'eau transportée n'est pas agressive vis-à-vis des conduites, des pièces spéciales (telles que les tés, coudes...), des joints et des autres équipements.

Enfin, l'opérateur peut orienter le choix du matériau en fonction de critères techniques, économiques et de sa disponibilité sur le marché national.

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

Dans le cadre de notre projet, nous avons opté pour des conduites en PEHD (polyéthylène haute densité) en raison de leur résistance à la corrosion, de leur grande élasticité et de leur aptitude à absorber les chocs. Ces caractéristiques les rendent particulièrement adaptées aux variations du sol et aux environnements soumis à des contraintes mécaniques.

Elles présentent également une faible rugosité interne, ce qui permet de limiter les pertes de charge, et sont à la fois légères et faciles à installer, ce qui optimise les coûts et simplifie les opérations de pose.

### VI.3.2-Prescriptions spéciales :

L'installation des conduites en polyéthylène haute densité (PEHD) nécessite certaines précautions spécifiques :

- Il est préférable d'éviter leur mise en œuvre à proximité immédiate de réseaux de chauffage urbain ou de rejets industriels lorsque la température ambiante dépasse les 25 °C.
- Si cet éloignement ne peut être respecté, la canalisation doit impérativement être protégée par un isolant thermique et installée dans un fourreau afin de limiter tout risque de contamination de l'eau.
- Les tubes en PEHD doivent être stockés à l'abri des rayons solaires. Ils ne doivent pas être posés lorsqu'ils ont été exposés à des températures élevées, comme en plein soleil.
- Lors de la pose, il est conseillé d'aménager de légères ondulations pour absorber les effets de dilatation et de retrait dus aux variations de température. Le PEHD peut se dilater jusqu'à 8 mm par mètre linéaire pour un écart thermique de 40 °C.
- La manipulation de ces tuyaux doit être faite avec précaution, car le matériau est sensible aux entailles. Pour les traversées de chaussées, un fourreau rigide et résistant est requis, sauf si la couverture dépasse 1,20 m.
- Enfin, il est fortement recommandé de signaler la présence des conduites par un grillage avertisseur métallique bleu, placé au-dessus dans la tranchée.

### VI.4- Méthodes de raccordement des canalisations :

Afin de garantir la fiabilité des conduites en polyéthylène haute densité (PEHD), il est essentiel de mettre en œuvre des procédés de raccordement appropriés. Le choix de la méthode dépend principalement des contraintes du terrain, du diamètre des conduites, ainsi que de la configuration du réseau. Deux procédés de raccordement sont généralement privilégiés :

#### A. La soudure par électro fusion : [4]

Cette technique permet de raccorder des conduites de diamètres identiques ou différents grâce à des raccords électro soudables en PEHD. Après préparation des surfaces (grattage et nettoyage), les bornes de soudage sont fixées, puis un courant électrique est appliqué pour provoquer une fusion en surface. L'assemblage obtenu garantit une parfaite cohésion ainsi qu'une étanchéité optimale.

Les avantages de cette technique sont les suivants :

- Compatibilité avec différentes générations de PEHD et diverses épaisseurs.
- Idéale pour les conditions de travail difficiles et les raccordements domestiques grâce à son faible coût.
- Possibilité d'une grande variété de configurations de raccordement.
- Utilisation d'un équipement léger et économique.

## Chapitre VI: Pose des canalisations et accessoires

### B. La soudure bout à bout : [4]

Utilisée principalement pour les conduites et raccords en PEHD de même épaisseur, cette technique repose sur le chauffage simultané des extrémités à l'aide d'un outil thermique, suivi d'un assemblage sous pression. Après refroidissement, la soudure assure une liaison mécanique et hydraulique performante.



Ses avantages sont les suivants :

- Compatibilité avec différentes générations de PEHD.
- Nettoyage automatique par expulsion du matériau fondu.
- Facilité d'alignement axial et de mise en forme des tuyaux.
- Possibilité de cintrage sans augmentation des contraintes d'installation.
- Élimination simple de la couche oxydée, garantissant une meilleure qualité de soudure.
- Solution plus économique et efficace pour les tuyaux de diamètre supérieur à DN 200 mm.
- Aucune nécessité de composants de raccordement supplémentaires.




### 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
<b>Cône</b> : Ces composants sont utilisés pour relier des conduites de diamètres différents ou pour raccorder des accessoires. On les retrouve également aux entrées et sorties des pompes.	
<b>Croix de Junction</b> : utilisées pour croiser des canalisations disposées perpendiculairement.	

## Chapitre VI: Pose des canalisations et accessoires

<p><b>Manchon</b> : utilisés pour l'installation d'accessoires, le raccordement de sections de tuyaux, ainsi que le prolongement des conduites.</p>	
<p><b>Coude</b> : Utilisés pour changer la direction de la conduite.</p>	
<p><b>Té</b> : utilisés pour soutirer un débit d'une canalisation ou ajouter un débit complémentaire.</p>	

(Source : google photo)

### VI.6-Les accessoires utilisés dans les réseaux d'AEP :

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

Les vannes de sectionnement sont des dispositifs essentiels permettant d'isoler les différents tronçons d'un réseau, notamment lors de travaux de réparation. Elles facilitent également le réglage des débits. Leur manœuvre peut s'effectuer de différentes manières selon leur taille et leur usage :

- Manuellement, à l'aide d'une clé de type « béquille », insérée dans une bouche à clé située sur le trottoir pour une accessibilité facile.
- Électriquement, pour les vannes de grande dimension nécessitant un contrôle automatisé.
- Hydrauliquement ou pneumatiquement, via un vérin ou un moteur à air, permettant une manipulation plus précise et contrôlée.

Il existe plusieurs types de vannes, chacune répondant à des besoins spécifiques du réseau et aux conditions d'exploitation.

### ✓ **Vanne à coin (à opercule) : [6]**

Les robinets-vannes à opercule sont des dispositifs de sectionnement conçus pour assurer une ouverture ou une fermeture complète du passage d'eau. Leur taille est généralement plus importante que celle des vannes papillon. L'arrêt du flux est réalisé grâce à un obturateur en forme de coin. Ces robinets présentent des diamètres courants compris entre 40 et 300 mm.



**Figure VI.4:** Robinets vanne à opercule (source <https://www.ramus-industrie.com>).

Dans notre réseau ces robinets sont placés au niveau de chaque nœud, en respectant la règle du  $(n - 1)$ , où  $n$  représente le nombre de conduites aboutissant à ce nœud.

### ✓ **Vannes papillon : [6]**

Ce sont des dispositifs utilisés à la fois pour le réglage du débit et le sectionnement, tout en offrant un encombrement réduit. Ils se composent d'un élément de conduite traversé par un axe déporté, qui actionne par rotation un disque obturateur appelé "papillon". Ce type de robinet permet un arrêt rapide et automatique en cas de rupture de la conduite. Les diamètres de ces vannes sont généralement compris entre 100 et 2 500 mm, voire plus, et elles entraînent une faible perte de charge.



**Figure VI.5 :** vanne papillon (<https://www.ramus-industrie.com>).

Pour notre réseau : on place ce type de robinet à la sortie du réservoir.

### **VI.6.2-Ventouse : [6]**

Il s'agit de dispositifs de dégazage installés aux points les plus hauts de la canalisation, permettant l'évacuation de l'air piégé. Cette évacuation se fait à l'aide d'une ventouse, qui peut être manuelle ou automatique.



Figure VI.6 : ventouse simple (<https://www.cph-hydro.com>).

### VI.6.3-Poteaux et bouches d'incendie : [1]

Leur diamètre est normalisé à 80, 100, ou 150 mm. Ils doivent être alimentés par des conduites avec le même diamètre, avec un débit minimal de 17 L/s sous 1 bar et fournir 120 m<sup>3</sup> d'eau. Pour les protéger contre le gel, ils doivent être vidés après usage. La distance entre les poteaux ne doit pas dépasser 200 m, ou 100 m dans les zones à haut risque d'incendie.

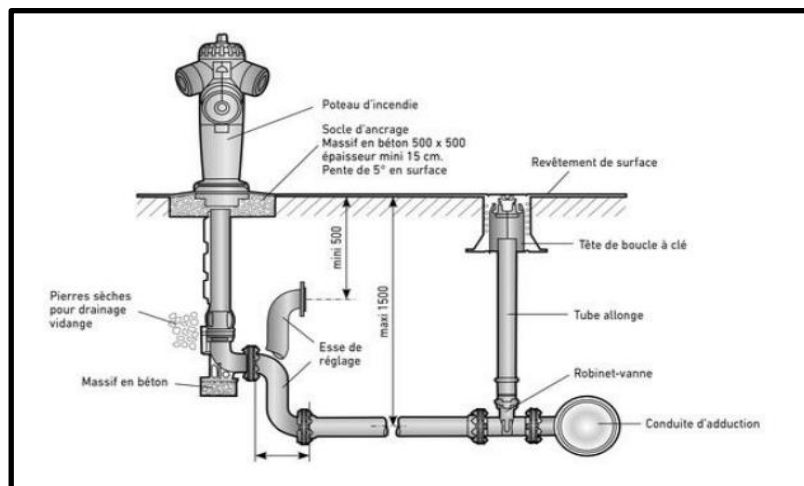


Figure VI.7 : Bouches et poteaux d'incendie.

(Source: <https://www.mypum.fr/adduction-branchement/defense-incendie-fontainerie/poteaux-dincendie/produits/P1828?articleId=53158>)

### VI.6.4-Vannes de régulation hydraulique :

Ce sont des organes de vannage qui introduisent une perte de charge variable, de manière à maintenir la pression en aval à une valeur de consigne constante, quel que soit le débit ou la pression en amont. Les régulateurs de pression aval sont généralement utilisés pour limiter la pression dans les canalisations situées sur des pentes importantes, ce qui permet de réduire les contraintes mécaniques sur ces conduites.

### VI.6.5-Clapet anti retour :

Leur rôle est de diriger l'écoulement dans un seul sens. Ils sont généralement utilisés dans les stations de pompage, où ils sont souvent placés à la sortie des pompes, entre celles-ci et les robinets de sectionnement. On les retrouve également sur les canalisations de distribution. Il existe aussi des clapets servant de limiteurs de débit ou permettant d'assurer un débit minimum.

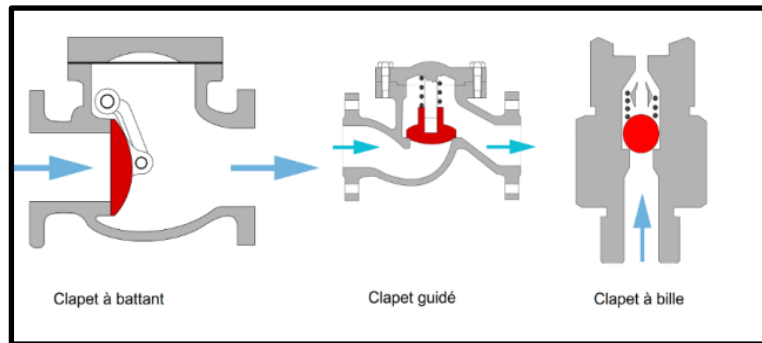


Figure VI.8 : Clapet anti retour (<https://www.mesdepanneurs.fr>)

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

a) **Mesure du débit** : Le suivi des performances d'un réseau de distribution d'eau et la gestion efficace de la consommation nécessitent un positionnement stratégique des instruments de mesure de débit. Divers types d'appareils peuvent être utilisés à cet effet, notamment le diaphragme, le tube de Venturi, la tuyère, ainsi que les débitmètres électroniques.

#### b) Mesure de pression :

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

- **Manomètres à aiguille** : souvent utilisés dans les laboratoires de recherche, ils sont équipés de mécanismes à engrenages ou à membrane. Faciles à calibrer, ils s'usent cependant rapidement en présence de vibrations.
- **Manomètres à soufflet** : ils utilisent un élément flexible qui se déforme sous l'effet de la pression. Ils sont résistants au gel, mais sensibles aux vibrations et à la surchauffe.

### VI.8-Conclusion :

La pose des canalisations et de leurs accessoires constitue une étape cruciale dans la réalisation d'un réseau de distribution à la fois efficace et durable. Le respect des normes techniques, le choix approprié des matériaux et la qualité d'exécution sont autant de facteurs déterminants pour assurer l'efficacité hydraulique, la sécurité et la pérennité de l'installation. Une attention particulière doit également être portée à la mise en place des accessoires, qui jouent un rôle essentiel dans le contrôle, l'organisation et la maintenance du réseau.

# **Chapitre VII : Devis quantitatif et estimatif et sécurité de travail**

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

Ce chapitre vise à planifier les travaux avant leur exécution sur le terrain, et garantissant une bonne organisation, et minimisant les erreurs et en optimisant l'utilisation des ressources humaines et matérielles. Il comprend également une étude d'estimation des coûts, afin de réaliser le projet dans les délais prévus et au moindre coût.

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

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

- Décapage de la couche végétal ou goudron ;
- Excavation des tranchées ;
- La mise en place du lit de pose ;
- Pose de conduites ;
- Epreuve de joint et de canalisation ;
- Déblaiement et remblaiement des tranchées ;
- Le choix et l'utilisation des engins adaptés à chaque phase du projet ;
- Nivellement et compactage.

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

Avant de démarrer les travaux de pose des canalisations, il est nécessaire d'effectuer les opérations de piquetage et de jalonnement, qui ont pour objectifs :

- De matérialiser sur le terrain le tracé et le profil en long des canalisations.
- De repérer la position de tous les ouvrages enterrés existants, tels que les réseaux d'assainissement, les câbles électriques et téléphoniques, ainsi que les canalisations de gaz.

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

Dans le domaine de la construction, les tranchées sont définies comme des excavations longues et étroites réalisées dans le sol, notamment pour l'installation de réseaux d'eau. La profondeur de la tranchée doit être d'au moins 80 cm afin d'assurer la protection contre le gel et de garantir la stabilité du tuyau sous les charges de surface. Sa largeur dépend du diamètre de la canalisation, avec un ajout de 0,30 mètre de chaque côté pour faciliter l'installation et assurer la stabilité de l'ensemble.

### VII .5- La mise en place du lit de pose :

Avant l'installation des tuyaux, les grosses roches doivent être retirées du remblai, et le fond de la tranchée doit être nivelé afin d'assurer une répartition uniforme de la pression. Ensuite, un lit de pose de 15 à 20 cm d'épaisseur est préparé sous la canalisation, après compactage, en veillant à ce que ses dimensions correspondent au profil en long de la conduite.

### VII .6- Epreuve de joint et de canalisation :

Les essais des canalisations constituent une étape essentielle pour garantir la sécurité et la qualité du réseau. Ils permettent de vérifier l'état général des conduites, le bon fonctionnement des équipements, ainsi que de surveiller la qualité de l'eau qui y circule. Parmi ces essais, le test de pression est considéré comme le plus important. Il est réalisé avant le remblayage, à l'aide d'une pompe d'épreuve, en remplissant le tuyau d'eau sous une pression équivalente à 1,5 fois la pression de service. Ce test dure environ 30 minutes, et les variations de pression ne doivent pas dépasser 0,2 bar.

### VII .7- Les engins utilisés : [7]

1. **Pelle hydraulique** : La pelle est une machine de terrassement polyvalente, utilisée pour des travaux tels que l'excavation, le dragage ou le creusement. Elle peut être portée, automotrice ou fixe. Équipée d'un bras articulé et d'un système hydraulique, elle est rapide et maniable, mais ne permet pas le transport des matériaux excavés.
2. **Chargeuse** : La chargeuse est une machine de chargement, montée sur pneus ou sur chenilles, utilisée pour manipuler des matériaux ou excaver des terres. Elle est équipée d'un godet basculant commandé hydrauliquement. Elle est utilisée pour le chargement, l'excavation de matériaux meubles, ainsi que le nivellement des matériaux routiers.
3. **Compacteur** : Le compacteur est un engin lourd qui compresse le sol à l'aide de rouleaux ou pneumatiques, augmentant sa densité. Il existe trois types : statique, vibrant et à choc.
4. **Niveleuse** : La niveleuse est un engin de terrassement léger, muni d'une lame mobile pouvant pivoter, s'incliner et se déplacer latéralement. Elle peut être équipée de rippers ou de rouleaux compresseurs, et se commande manuellement ou par des vérins, selon sa taille.

### VII .8- Les opérations pour la réalisation du réseau :

#### VII .8.1- Décapage de la couche végétale ou la couche du goudron :

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

$$V_{CV} = L \cdot B \cdot h \dots \dots \dots \text{VII .1}$$

## Chapitre VII: Organisation de chantier et sécurité de travail

---

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),
- h : hauteur de la couche varie entre 0,1 m à 0,2 m,

### VII.8.2- Calcul de la Largeur de la tranchée :

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

$$B = D_{ext} + (0.3 \times 2) \dots\dots\dots VII.2$$

Avec :

- B : largeur de la tranchée (m).
- D: Diamètre extérieur de la conduite (m).

Le tableau N°1 présente le volume de décapage :

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

Diamètre extérieur(mm)	Longueur (m)	Btr(m)	h(m)	Vdéc (m <sup>3</sup> )
40	188,6	0,64	0,1	12,07
50	88,06	0,65	0,1	5,72
75	1579,5	0,68	0,1	106,62
90	1230,7	0,69	0,1	84,92
110	1421,9	0,71	0,1	100,95
125	1063,15	0,73	0,1	77,08
160	1447,31	0,76	0,1	110,00
200	3411,7	0,80	0,1	272,94
250	5989	0,85	0,1	509,07
315	479,3	0,92	0,1	43,86
400	549,6	1,00	0,1	54,96
500	3842	1,10	0,1	422,62
<b>Volume totale</b>				<b>1800,79</b>

## Chapitre VII: Organisation de chantier et sécurité de travail

---

### VII .8.3- Calcul du volume de déblai :

Les volumes excavés pour chaque type de diamètre seront :

$$V_d = B. H_{tr}. L \dots\dots\dots \text{VII.3}$$

Et

$$H_{tr} = D + H + e \dots\dots\dots \text{VII.4}$$

Avec :

Vd : volume du déblai (m<sup>3</sup>) ;

Htr : la profondeur de la tranchée (m) ;

e : [20 à 30cm] épaisseur de lit du pose (e =0.2m) ;

H : [80 à 120cm] distance verticale au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite (H=0,9m).

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

Diamètre extérieur(mm)	Longueur (m)	Btr(m)	Htr (m)	Vd (m3 )
40	188,6	0,64	1,14	137,60
50	88,06	0,65	1,15	65,82
75	1579,5	0,68	1,18	1252,74
90	1230,7	0,69	1,19	1010,53
110	1421,9	0,71	1,21	1221,55
125	1063,15	0,73	1,23	944,21
160	1447,31	0,76	1,26	1385,94
200	3411,7	0,80	1,30	3548,17
250	5989	0,85	1,35	6872,38
315	479,3	0,92	1,42	620,56
400	549,6	1,00	1,50	824,40
500	3842	1,10	1,60	6761,92
<b>Volume totale</b>				<b>24645,83</b>

### VII .8.4- Calcul du volume de sable pour le lit de pose :

$$V_{LS} = B. es. Li \dots\dots\dots \text{VII.6}$$

Avec :

- V<sub>LS</sub> : volume de lit de sable (m<sup>3</sup>) ;
- Li : longueur de la tranchée (m) ;
- es : épaisseur de lit de sable, e = 0.15 m ;
- B : largeur de la tranchée (m).

## Chapitre VII: Organisation de chantier et sécurité de travail

Le tableau VII.3 présente la quantité de sable :

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

Diamètre extérieur(mm)	Longueur (m)	Btr(m)	es (m)	V <sub>LS</sub> (m <sup>3</sup> )
40	188,6	0,64	0,15	18,11
50	88,06	0,65	0,15	8,59
75	1579,5	0,68	0,15	159,92
90	1230,7	0,69	0,15	127,38
110	1421,9	0,71	0,15	151,43
125	1063,15	0,73	0,15	115,62
160	1447,31	0,76	0,15	164,99
200	3411,7	0,80	0,15	409,40
250	5989	0,85	0,15	763,60
315	479,3	0,92	0,15	65,78
400	549,6	1,00	0,15	82,44
500	3842	1,10	0,15	633,93
<b>Volume totale</b>				<b>2701,19</b>

### VII .8.5- Calcul du remblaiement des tranchées :

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

Avec :

- V<sub>r</sub> : volume de remblai (m<sup>3</sup>) ;
- V<sub>d</sub> : volume de déblai (m<sup>3</sup>) ;
- V<sub>LS</sub> : volume de lit de sable (m<sup>3</sup>) ;
- V<sub>c</sub> : volume de conduite (m<sup>3</sup>).

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 tranchées sont présentés dans le tableau N°4 :

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

Diamètre extérieur(mm)	Longueur (m)	Sc (m <sup>2</sup> )	Vc (m <sup>3</sup> )	Vd (m <sup>3</sup> )	V <sub>LS</sub> (m <sup>3</sup> )	Vr (m <sup>3</sup> )
40	188,6	0,0013	0,24	137,60	18,11	119,26
50	88,06	0,0020	0,17	65,82	8,59	57,07
75	1579,5	0,0044	6,97	1252,74	159,92	1085,84
90	1230,7	0,0064	7,83	1010,53	127,38	875,32
110	1421,9	0,0095	13,51	1221,55	151,43	1056,62
125	1063,15	0,0123	13,04	944,21	115,62	815,55

## Chapitre VII: Organisation de chantier et sécurité de travail

160	1447,31	0,0201	29,09	1385,94	164,99	1191,87
200	3411,7	0,0314	107,13	3548,17	409,40	3031,64
250	5989	0,0491	293,84	6872,38	763,60	5814,94
315	479,3	0,0779	37,33	620,56	65,78	517,44
400	549,6	0,1256	69,03	824,40	82,44	672,93
500	3842	0,1963	753,99	6761,92	633,93	5374,00
<b>Volumetotale</b>						<b>20612,48</b>

### VII.9- Calcule de réservoir :

D'après le chapitre V, on a projeté un réservoir sur-sol 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)
500	0.5	12	0,4	0,4	5

#### VII.9.1- Le diamètre extérieur :

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

Avec :

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

#### VII.9.2- Le volume de décapage :

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

Avec :

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

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

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

#### VII.9.3- Le volume de déblai :

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

Avec :

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

**VII.9.4- 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 ;

$$S_r = 128,67 \text{ m}^2$$

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

**VII.9.5- 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.9.6- 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.9.7- 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  
( $e_c=0,2 \text{ m}$ ) ;

-  $S_c$ : La surface de coupole.

$$S_c = 2\pi * R_{moy} * f \dots\dots\dots \text{VII.19}$$

Tq :

$$R_{moy} = \frac{(R_{int}^2 + f^2)}{(2f)} \dots\dots\dots \text{VII.20}$$

-  $R_{int}$  : rayon intérieur.

## Chapitre VII: Organisation de chantier et sécurité de travail

$$R_{int}=6m$$

- f : la flèche de coupes.

$$f = 0,104 * D_{int} \dots\dots\dots VII.21$$

$$f=1,33m$$

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	12,8
Volume de décapage	m <sup>3</sup>	12.86
Volume de déblai	m <sup>3</sup>	64.34
Volume de béton de propreté (sous radier)	m <sup>3</sup>	12.89
Volume de béton armé(radier)	m <sup>3</sup>	51.47
Le volume de béton armé des parois	m <sup>3</sup>	77,91
Le volume de béton armé de coupole	m <sup>3</sup>	23,73

### VII.10- 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)
Décapage de la couche végétale	m <sup>3</sup>	1800,79	450	810355,5
Déblai du terrain	m <sup>3</sup>	24645,83	500	12322915
Lit de sable	m <sup>3</sup>	2701,19	1500	4051785
Remblai en tranché	m <sup>3</sup>	20612,48	400	8244992
<b>Conduite PEHD PN10</b>				
Ø40	mm	188,6	71,30	13447.18
Ø50	mm	88,06	104,65	9215.48
Ø75	mm	1579,5	241,50	381449.25
Ø90	mm	1230,7	335,80	413269.06
Ø110	mm	1421,9	499,56	710324.36
Ø125	mm	1063,15	637,33	677577.40
Ø160	mm	1447,31	1044,20	1511281.10

## Chapitre VII: Organisation de chantier et sécurité de travail

Ø200	mm	3411,7	1630,24	5561889.80
Ø250	mm	5989	2536,90	15193494.10
Ø315	mm	479,3	4045,47	1938993.77
Ø400	mm	549,6	6508,31	3576967.17
Ø500	mm	3842	10188,31	39143487.02
Accessoires, main d'œuvre et transport	Unité	On prend estimativement 0.5* prix total des conduites		34565697.845
<b>Le réservoir</b>				
Décapage	m3	12,86	500	6430
Déblais	m3	64.34	450	28953
Béton de propreté	m3	12.98	13000	168740
Béton armé	m3	153,11	55000	8421050
<b>Total HT</b>				137752314.03
<b>TVA 19%</b>				26172939.66
<b>TOTAL TTC</b>				<b>163925253.69</b>

### Devis en lettre :

Cent soixante-trois millions neuf cent vingt-cinq mille deux cent cinquante-trois dinars et soixante-neuf centimes.

### VII.11. Planification des travaux :

La planification d'un chantier s'apparente à la gestion d'un projet et doit tenir compte de plusieurs aspects, notamment la réduction des coûts de main-d'œuvre, la mobilisation du matériel, le respect des délais et le cahier des charges. En raison des nombreuses contraintes, une organisation méthodique est nécessaire à travers la planification des tâches et l'élaboration d'un planning précis. La coordination joue un rôle essentiel pour garantir l'achèvement du projet dans les délais et dans de bonnes conditions. Cela implique de décomposer l'ouvrage en tâches, d'en estimer la durée et d'identifier les contraintes entre elles, en s'appuyant sur la méthode du chemin critique (CPM) et le diagramme PERT pour une gestion efficace.

#### VII.11.1-Principe de la méthode du CPM :

Dans un premier temps, les tâches essentielles et celles nécessitant le plus de temps sont identifiées. Ensuite, une fois les tâches ordonnées et les durées estimées attribuées, un diagramme PERT est élaboré pour visualiser l'enchaînement des opérations. Enfin, la méthode du chemin critique (CPM) est utilisée pour déterminer la durée totale d'exécution du projet.

#### VII.11.2-Identification des tâches :

## Chapitre VII: Organisation de chantier et sécurité de travail

### a. Réservoir projeté :

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

**Tableau VII.7 :** Les taches de construction des deux réservoirs.

Notion	Opération	Durée (jours)
A	Installation de chantier	5
B	Excavation	10
C	Pose de béton de propreté	15
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.8 :** Les taches de réalisation du réseau de distribution.

Notion	Opération	Durée (jours)
A	Décapage de la couche de goudron	15
B	Exécution des tranchées du réseau	30
C	Pose du lit de sable	20
D	Pose des conduites	30
E	Raccordement des conduites	15
F	Remblayage des tranchées	12
G	Nivellement et compactage et remise en état et réfection de la couche goudronnée	20

### VII.11.3-Application de la méthode du CPM :

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

**Tableau VII.9 :** 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

## Chapitre VII: Organisation de chantier et sécurité de travail

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

**Tableau VII.10** : Répartition des taches 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.11.4-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

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

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

## Chapitre VII: Organisation de chantier et sécurité de travail

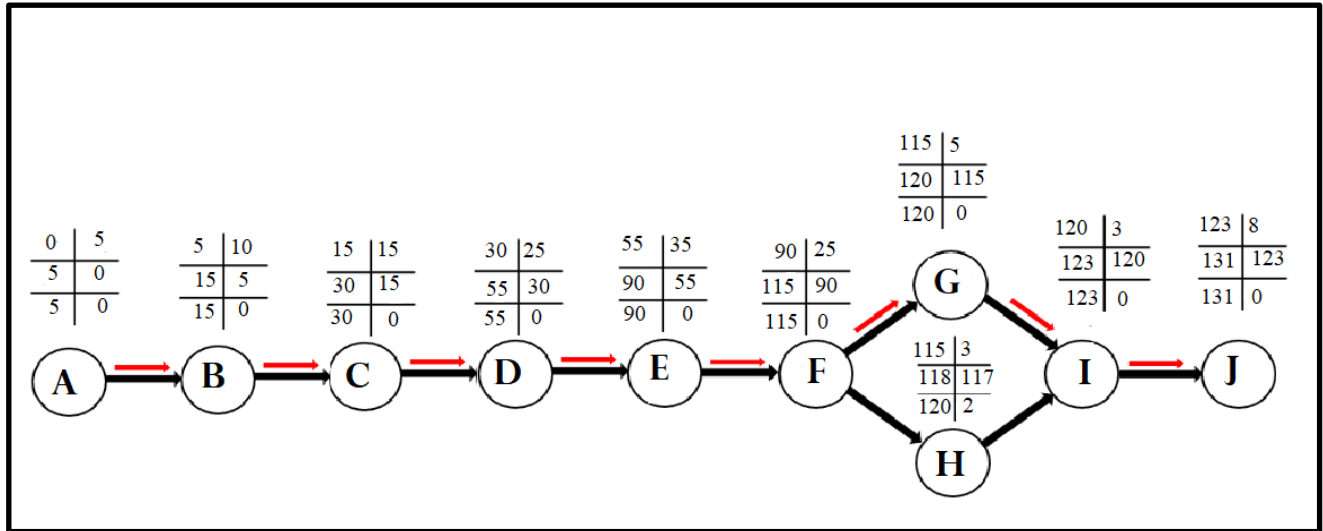


Figure VII.1 : Réseaux à nœuds et calcul du temps de réalisation des deux réservoirs

- ✓ Chemin critique : A-B-C-D-E-F-G-I-J. la durée totale de la réalisation des réservoirs est 131 jours.

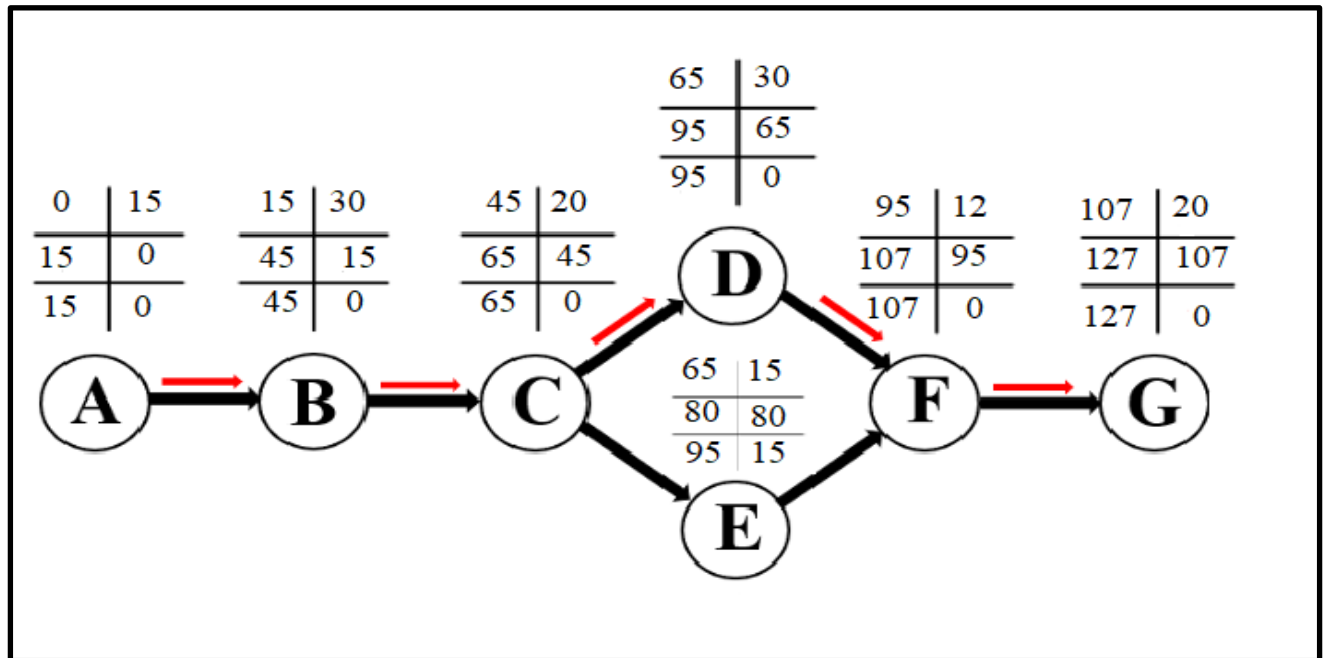


Figure VII.2 : Réseaux à nœuds et calcul du temps de réalisation du réseau de distribution

Chemin critique : A-B-C-D-F-G la durée totale de pose de canalisation du projet 127 jours

### VII.12- Protection et Sécurité Du Travail :

La sécurité au travail vise en priorité à réduire la fréquence et la gravité des accidents pouvant

survenir au cours de l'exécution des travaux. Dans le cadre d'un projet d'alimentation en eau potable, plusieurs phases critiques sont généralement identifiées, notamment :

- Les travaux d'excavation et de terrassement, comprenant la pose de conduites, l'implantation des réservoirs de stockage et la construction des stations de pompage.
- Les travaux de génie civil, incluant les opérations de bétonnage, de ferrailage, ainsi que l'ensemble des étapes nécessaires à la réalisation des ouvrages hydrauliques.

Il est donc impératif que les ingénieurs hydrauliciens intègrent les exigences en matière de sécurité et de protection des travailleurs dès la phase d'étude, et ce, tout au long de la supervision et de l'exécution du projet, tant dans les domaines de l'hydraulique que du génie civil.

### **VII.12.1- Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique :**

Les incidents sur les chantiers hydrauliques résultent généralement de conditions dangereuses ou de comportements à risque. Ces causes peuvent être regroupées en deux grandes familles, dont la première concerne les facteurs humains :

#### **1. Facteurs humains :**

- Insuffisance de vigilance ou attitude négligente ;
- Fatigue accumulée chez les ouvriers, encadrants ou responsables.

#### **2. Facteurs matériels :**

- Nature des matériaux employés ;
- Contraintes techniques rencontrées pendant l'exécution.

### **VII.12.2-Exemples d'actions dangereuses :**

Parmi les actions à haut risque couramment observées sur les chantiers, on peut notamment citer :

- L'intervention sur des machines en fonctionnement sans avoir préalablement appliqué les mesures de sécurité requises.
- La manipulation non sécurisée d'installations sous pression ou sous tension, exposant les opérateurs à des risques graves.
- L'absence de port des équipements de protection individuelle (EPI), tels que les casques, gants, chaussures de sécurité ou harnais.
- L'adoption de postures de travail inappropriées, susceptibles de provoquer des troubles musculo-squelettiques ou des accidents.
- Le travail en hauteur sans dispositif de protection ou à une hauteur ne respectant pas les normes de sécurité en vigueur.

### **VII.12.3- Dispositifs de prévention des accidents :**

#### **1. Protection individuelle :**

Afin de limiter l'exposition aux risques inhérents à certaines activités professionnelles, l'utilisation d'équipements de protection individuelle (EPI) s'avère indispensable. Parmi ces équipements figurent

## Chapitre VII: Organisation de chantier et sécurité de travail

---

notamment :

- Le casque de sécurité ;
- Les gants de protection ;
- Les chaussures de sécurité à embout renforcé ;
- Les lunettes de protection ;
- Ainsi que tout autre dispositif spécifique adapté aux conditions de travail (harnais, protections auditives, etc.).

### 2. Autres dispositifs de sécurité :

- Sécurisation des tranchées : toute tranchée ouverte en zone urbaine ou en bordure de chaussée doit être convenablement balisée à l'aide d'une clôture visible de jour comme de nuit, afin de prévenir les chutes de personnes ou d'engins.
- Mesures préalables à l'excavation : avant le début des travaux, il est impératif d'informer les parties prenantes concernées (gestionnaires de réseaux, autorités locales, etc.) et de vérifier la stabilité du sol pour garantir la sécurité du chantier.
- Travail avec outils manuels : les ouvriers utilisant des outils tels que pelles ou pioches doivent maintenir une distance de sécurité suffisante entre eux, afin d'éviter tout risque de blessure accidentelle.

### VII.12-Conclusion :

Une planification et une organisation rigoureuses des travaux sont indispensables à la réussite de tout projet. Elles permettent de définir avec précision les volumes à exécuter, d'évaluer le coût global, de fixer les délais d'exécution et de garantir ainsi une mise en œuvre maîtrisée et efficace. Par ailleurs, la sécurité sur le chantier doit être prise en compte dès la phase de préparation, afin d'identifier les risques professionnels, de mettre en place des mesures de prévention adéquates, et d'assurer la santé et la sécurité des travailleurs tout au long du projet. Dans ce cadre, nous avons présenté les étapes nécessaires à la construction d'un réseau d'alimentation en eau potable. Le coût total du projet a été estimé à environ Cent soixante-trois millions neuf cent vingt-cinq mille deux cent cinquante-trois dinars et soixante-neuf centimes (163 925 253.69) dinars algériens, et la durée des travaux a été planifiée sur 258 jours.

# **Conclusion générale**

## **Conclusion générale :**

Dans notre étude portant sur le diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable de la commune de Besbes, nous avons mené une analyse approfondie de l'état physique et hydraulique du réseau existant. Les simulations effectuées à l'aide du logiciel EPANET ont révélé des dysfonctionnements notables, notamment des pressions et des débits non conformes aux normes en vigueur, ce qui reflète les difficultés rencontrées par les habitants.

Les principales causes identifiées sont : la vétusté généralisée du réseau, les fuites fréquentes, les faibles niveaux de pression dans plusieurs zones, ainsi qu'une capacité de stockage insuffisante pour répondre à la demande actuelle et future.

Pour pallier ces problèmes, nous avons proposé la transformation du réseau en un système maillé, garantissant une meilleure répartition des pressions, ainsi que le remplacement des conduites vétustes par des canalisations en PEHD. L'ajout d'un réservoir de 750 m<sup>3</sup> a également été recommandé pour renforcer la réserve d'eau potable.

En complément, l'étude a abordé les méthodes de pose des canalisations, l'organisation du chantier et la coordination des travaux, dans le but de minimiser les perturbations. Un devis quantitatif et estimatif précis a été établi pour évaluer les interventions nécessaires.

Enfin, une planification rigoureuse, tenant compte des contraintes locales, a été élaborée afin d'assurer la réussite et la durabilité du projet. L'ensemble de ces mesures constitue une base solide pour moderniser le réseau AEP de Besbes et garantir un service fiable, conforme aux exigences sanitaires de la population.

# **Bibliographie**

# Références bibliographiques

- [1] SALAH BOUALEM, 2014. Cours d'alimentation en eau potable. ENSH BLIDA.
- [2] DOPONT, andré, 1979. Hydraulique urbaine – Tome II. 4 em edution. Paris.
- [3] Université d'Oum El Bouaghi, Chapitre 4 : Pose des canalisations.
- [4] Sétif Pipe, "Cahier des prescriptions techniques pour les conduites en PEHD dans les réseaux d'eau potable.
- [5] J.-J. BERINGUE. *La pose des canalisations pour l'adduction et la distribution d'eau potable*.1990.
- [6] H. GODART « Technique de l'ingénieur (technologie de l'eau) », edition T.I., p.C5195-10,16,18,25.
- [7] "ORGANISATION DE CHANTIER" - ENSH BLIDA – 2018 – D. KAHLERRAS.

# 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 2025.

 <b>EURL SETIF PIPE</b> TRANSFORMATION DE PLASTIQUE EMAIL: setif.pipe@yahoo.fr MOB: 0550 47 64 00 / 0550 44 95 01 LISTE DES PRIX PEHD		
DN-PN 10	PRIX -HT	PRIX-TTC
20	25,30	30,11
25	34,50	41,06
32	50,60	60,21
40	71,30	84,85
50	104,65	124,53
63	170,20	202,54
75	241,50	287,39
90	335,80	399,60
110	499,56	594,48
125	637,33	758,42
160	1 044,20	1 242,60
200	1 630,24	1 939,99
250	2 536,90	3 018,91
315	4 045,47	4 814,11
400	6 508,31	7 744,89
500	10 188,31	12 124,09
630	16 165,78	19 237,28
DN-PN 16	PRIX -HT	PRIX-TTC
20	34,50	41,06
25	48,30	57,48
32	74,75	88,95
40	97,75	116,32
50	152,26	181,19
63	241,50	287,39
75	336,49	400,42
90	490,13	583,25
110	727,03	865,17
125	943,23	1 122,44
160	1 543,07	1 836,25
200	2 405,34	2 862,35
250	3 744,40	4 455,84
315	5 965,28	7 098,68
400	9 613,77	11 440,39
500	15 021,53	17 875,62
630	23 843,41	28 373,66

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

PRESSION DIAMETRES	PN6 SDR26	PN10 SDR17	PN16 SDR11	PN20 SDR9	PN25 SDR7.4
20	***	***	2.0	2.3	3.0
25	***	***	2.3	3.0	3.5
32	***	2.0	3.0	3.6	4.4
40	***	2.4	3.7	4.5	5.5
50	2.0	3.0	4.6	5.6	6.9
63	2.5	3.8	5.8	7.1	8.6
75	2.9	4.5	6.8	8.4	10.3
90	3.5	5.4	8.2	10.1	12.3
110	4.2	6.6	10.0	12.3	15.1
125	4.8	7.4	11.4	14.0	17.1
160	6.2	9.5	14.6	17.9	21.9
200	7.7	11.9	18.2	22.4	27.4
250	9.6	14.8	22.7	27.9	34.2
315	12.1	18.7	28.6	35.2	43.1
400	15.3	23.7	36.3	44.7	54.7
500	19.1	29.7	45.4	55.8	***
630	24.1	37.4	57.2	***	***

*Source : SETIF PIPE*