

d'Ordre...../F.S.S.A/UAMOB/2022

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ DE BOUIRA



Faculté des Sciences et Sciences Appliquées
Département de Génie Civil

Mémoire de Fin d'Etude

Présenté par :

**Hamid Imane
Dabouz idir**

En vue de l'obtention du diplôme de **Master** en :

Filière : Hydraulique

Option : Ressources Hydrauliques

Thème

Etude du réseau d'alimentation en eau potable de la ville d'el adjiba wilaya de bouira

Devant le jury composé de :

Taib	Iyes	MCB	UAMOB	Président
Haddad	Samir	MCB	UAMOB	Examinateur
Meridja	madani	MCB	UAMOB	Encadreur

Année Universitaire 2022/2023

Dédicace

Je rends un grand hommage à travers ce modeste mémoire avec tous mes respects,

Sincérité et fierté, je dédie :

Mes trésors chers parents

Aucune dédicace ne saurait exprimer ma gratitude à eux, pour

Mon éducation et ma formation.

Que dieu, les préserve et les accorde santé, Longue vie et bonheur.

Je dédie ce travail avec mes meilleurs vœux de bonheur, de santé et de succès :

Ma adorable unique sœur Mouna

Mes chères frères Walid et Zouhir

Ma famille maternelle

Spécialement mes grands-parents avec toutes mes prières de bonheur et santé.

Ma famille paternelle Ainsi que toutes mes cousines et cousins.

Mon binôme idir et tous les membres de sa famille,

Je leur souhaite que de succès et de bonheur de monde.

Je dédie aussi tous mes collègues de m2 ressources hydraulique

Avec tous mes souhaits de bonheur et de succès.

Sans oublier tous les enseignants,

Je leur souhaite de santé, et de bonheur.

Particulièrement MR. M meridja notre promoteur dans ce travail,

Je le souhaite que de bonheur, santé et de réussite.

Imane

Dédicace

En témoignage de ma profonde affection, je dédie ce modeste travail en signe de respect et de reconnaissance a :

Je profite de les remercier pour leur encouragement, leur aide,
Le soutien qu'ils m'ont apporté et le sacrifice qu'ils ont fait pour
Moi afin d'atteindre mon objectif, ainsi que
Pour leur éducation

Qui est la monnaie courante dans ma vie, que Dieu les protège
et les entoure de sa bénédiction. Mes très chers parents
Ont qui je dois tout.

Pour mes frères, que Dieu les préserve pour nous, pour mon collègue et
sa famille, pour tous mes amis et une grande dédicace pour
Hamza, Hakim, Hocine, Katia

Idir

Remerciements

Avant tout propos Nous sommes reconnaissants envers Dieu le tout puissant pour nous avoir donné la santé, la volonté et la patience pour commencer et terminer ce travail.

Un profond remerciement à nos chers parents pour leurs sacrifices pour notre éducation Et formation. Plusieurs personnes à qui nous témoignent toute notre gratitude.

Premier d'entre eux notre promoteur de mémoire : **MR.madani meridja**

Qui nous a proposé ce sujet,

Pour son patience, disponibilité et surtout ses conseils judicieux, qui ont alimenté notre réflexion.

Nous tenons à témoigner toute notre reconnaissance à toutes les

Personnes qui,

Par leurs contributions de loin ou de pré, ont participé dans la réalisation de ce mémoire,

Nos sincères remerciements pour leur accueil, disponibilité,

Et leur patience de répondre à nos questions

Innombrables et le partage de leur expertise au quotidien.

Particulièrement nous remercions ; AMAROCHE

Le gérant Du bureau d'étude ; MR. B. MAAMER Le gérant du bureau

D'études techniques d'hydraulique ;

Pour leurs accueillis dans leurs bureaux et de nous avoir guidé.

Enfin, nous voulons exprimer notre gratitude d'avance au jury honorable qui aura à

Apprécier ce travail, et nous acceptons sans réserve toutes les remarques ou suggestions nécessaires pour améliorer cette étude.

Sommaire

Mémoire de Fin d'Etude.....	1
Thème.....	1
Sommaire	1
Liste des tableaux	4
Liste des figures.....	5
Résumé	6
Introduction générale.....	7
Introduction générale.....	8
I. Présentation de la région d'étude	9
I.1. Introduction.....	10
I.2. Situation géographique.....	10
I.3. La morphologie du site	11
I.4. Climatologie.....	11
I.4.1. Climat.....	11
I.4.2. Température.....	11
I.4.3. Vent	12
I.4.4. Pluviométrie	12
I.5. Localisation du site	12
I.6. Situation géologique et géotechnique	13
I.7. Situation géologique.....	14
I.8. Portance de sol	14
I.9. Démographie et population.....	14
I.10. Equipements et activités.....	15
I.11. Localisation du barrage (Barrage de Tilesdit)	16
I.12. Conclusion	16
II. Estimation des besoins en eau	17
II.1. Introduction	18
II.2. Situation démographique et population	18
II.3. Evaluation de la population.....	18
II.4. Evolution des besoins en eau potable.....	19
II.4.2. Catégories des besoins.....	19
II.4.2. Choix de la norme unitaire de consommation	19
II.4.3. Critères de choix de la norme.....	20
II.5. Calculer des besoins à l'horizon 2053.....	20
II.5.1. Détermination de la consommation moyenne journalière.....	20
II.5.2. Récapitulatif des différentes consommations journalières	23
II.6. Variation de la consommation.....	24

II.7. Etude de la variation des débits journaliers	25
II.7.1. Coefficient d'irrégularité	25
II.7.2. Etude de la variation des débits horaires	26
II.8. Récapitulation des débits horaire	27
II.9. Conclusion	29
III. Dimensionnement du réservoir	30
III.1. Introduction	31
III.2. Le rôle des réservoirs	31
III.3. Emplacement du réservoir	31
III.3.1. Fonction technique	32
III.3.2. Fonction économique	32
III.4. Type des réservoirs	32
III.5. Choix du réservoir	33
III.5.1. Les exigences principales à satisfaire par les réservoirs	33
III.6. Equipement de réservoir	34
III.6.1. Equipements hydrauliques des réservoirs	34
III.7. Système de matérialisation d'incendie	38
III.7.1. Système a deux prises	38
III.7.2. Système à siphon	38
III.8. Equipement de nettoyage	39
III.9. Principe du calcul de la capacité d'un réservoir	39
III.9.1. Méthode graphique	39
III.9.2. Méthode analytique	39
III.10. Dimensionnement du réservoir r	40
III.10.1. Réservoir de stockage	40
III.11. Hygiène et sécurité des réservoirs	42
III.12. Conclusion	43
IV. Etude d'adduction	44
IV.1. Introduction	45
IV.2. Type d'adduction	45
IV.3. Classification de l'adduction	45
IV.3.1. Adduction gravitaire	45
IV.3.2. Adduction par refoulement	45
IV.3.3. Adduction mixte	45
IV.4. Adduction et types d'écoulement	46
IV.4.1. Ecoulement à surface libre	46
IV.4.2. Ecoulement en charge	46
IV.4.3. Choix du tracé	46

IV.5. Sélection du matériau des tuyaux	46
IV.5.1. Fonte	46
IV.5.2. Acier	47
IV.5.3. PVC (Polychlorure de vinyle) et PEHD (polyéthylène)	47
IV.6. Equipements de l'adduction	50
IV.7. Conclusion	52
V. Etude de distribution	53
V.1. Introduction	54
V.2. Equipement du réseau de distribution	54
V.3. Choix du type de matériaux	55
V.4. Classification des réseaux de distribution	55
V.5. Principe du tracé du réseau combiné	56
V.6. Calcul hydraulique du réseau de distribution	57
V.7. Détermination des débits	57
V.7.1. Débit de pointe	57
V.7.2. Débit Spécifique	57
V.7.3. Débit En Route	57
V.7.4. Débit aux Nœuds	58
V.8. Modélisation et simulation du réseau	58
V.9. Logiciels utilisés	58
V.10. Choix de PN	59
V.11. Calcul des débits	60
V.12. Conclusion	67
VI. Simulation des résultats d'epanet	68
VI.1. Introduction	69
VI.2. Présentation du logiciel EPANET	69
VI.3. Utilisation du logiciel EPANET	69
VI.4. Modélisation du réseau sous EPANET	69
VI.5. Simulation du réseau	70
VI.6. Cas d'incendie	77
VI.7. Conclusion	88
Conclusion générale.....	89
Bibliographique.....	91
A. Annex	92
A.1. Répartition horaire du débit maximum journalier	93
A.2. Régime de consommation des agglomérations	94
A.3. Caractéristiques des conduites en PEHD	95

Liste des tableaux

Tableau I. 1 : Températures mensuelles de commune d'el adjiba de l'année	11
Tableau I. 2 : Dispersion de la population de chef-lieu de commune d'el adjiba (1987-1998).....	14
Tableau I. 3 : Equipements et activités.....	15
Tableau I. 4 : Occupation du sol.....	15
Tableau II. 1 : Evaluation du nombre d'habitants a à l'horizon 2053.	18
Tableau II. 2 : Besoins domestique	20
Tableau II. 3 : Tableau récapitulatif des besoins scolaires	21
Tableau II. 4 : Tableau récapitulatif des besoins sanitaires.....	21
Tableau II. 5 : Besoins-culturels.....	22
Tableau II. 6 : Besoins commerciaux	22
Tableau II. 7 : Besoins administratifs.....	23
Tableau II. 8 : Récapitulation de la consommation en eau moyenne totale	23
Tableau II. 9 : Besoin total domestique + équipement	24
Tableau II. 10 : Besoins et leurs majorations.	24
Tableau II. 11 : Besoins en eau maximale journalière de la ville.....	26
Tableau II. 12 : Coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population.....	27
Tableau II. 13 : Calcul des consommations maximales.	27
Tableau II. 14 : Variation du débit max j pour chef-lieu d'el adjiba.	27
Tableau III. 1 : Evaluation du volume résiduel du réservoir d'el adjiba.	40
Tableau IV. 1 : Récapitulatif de Résultats.....	49
Tableau V. 1 : Diamètres.....	59
Tableau V. 2 : Débits en route.....	60
Tableau V. 3 : Débits en nœuds.....	63
Tableau VI. 1 : Pressions et les charges au niveau des nœuds	71
Tableau VI. 2 : Pertes de charge et vitesses au niveau des arcs	74
Tableau VI. 3 : Débit de nœuds (cas d'incendie).	77

Liste des figures

Figure I. 1 : Situation de commune concernée par l'étude dans la carte.	10
Figure I. 2 : Courbe climatique de la commune d'el adjiba (BOUIRA).	12
Figure I. 3 : la commune d'étude (el adjiba)	13
Figure I. 4 : chef-lieu d'el adjiba	13
Figure I. 5 : Diagramme de nombre d'habitants (1987-1998).....	14
Figure I. 6 : Photo du barrage Tilesdit.....	16
Figure II. 1 : Histogramme de population de chef-lieu d'el adjiba (2018-2023-2053)	19
Figure II. 2 : Histogramme de consommations moyennes journalières	24
Figure II. 3 : Histogramme consommations totale.	29
Figure II. 4 : Histogramme consommations cumulées.	29
Figure III. 1 : Equipements de réservoir.....	34
Figure III. 2 : Arrivée par surverse (Chute libre) et Arrivée par sur verse (Noyée)	35
Figure III. 3 : Arrivée par-dessous (Par le fond) et Arrivée par dessous (Par le bas).....	35
Figure III. 4 : Conduite de départ.	36
Figure III. 5 : Conduite de trop plein.....	36
Figure III. 6 : Conduit by-pass.	37
Figure III. 7 : Conduite de vidange.	37
Figure III. 8 : Matérialisation de la réserve d'incendie.	38
Figure IV. 1 : Adduction gravitaire	48
Figure IV. 2 : Vanne papillon.....	50
Figure IV. 3 : Ventouse automatique.	51
Figure IV. 4 : Vanne opercule.	51
Figure V. 1 : Tracé du réseau de distribution.	56
Figure VI. 1 : Réseau avant simulation.	70
Figure VI. 2 : Simulation de réseau.....	71
Figure VI. 3 : Simulation du réseau Kmax + incendie	83
Figure VI. 4 : Pressions et les charges au niveau des nœuds (cas d'incendie).	83
Figure VI. 5 : Vitesses et les pertes de charge au niveau des arcs (cas d'incendie).	86

Résumé

A travers ce travail, nous avons mené une étude du processus de raccordement du chef-lieu de la commune d'El-Ajiba, situé dans la wilaya de Bouira, à l'eau potable du barrage de Telesdet. L'étude comprenait toutes les étapes techniques, en commençant par le calcul des besoins complets de la région, en passant par le calcul du réservoir, puis le processus de détermination des types et des tailles de tuyaux, menant au processus de stockage, puis suivi d'une étude du tuyau d'arrondissement, de ses diamètres et de ses prix, pour choisir le diamètre approprié, car nous avons constaté que la région a besoin d'un débit quotidien de 2216.04 m³ par jour, en plus d'un réservoir d'une capacité de 600 m³.

Summary

Through this work, we carried out a study of the process of connecting the main town of the commune of El-Ajiba, located in the wilaya of Bouira, to drinking water from Telesdet dam. The study included all the technical stages, starting with the calculation of the region's total requirements, through to the reservoir calculation, then the process of determining pipe types and sizes, leading to the storage process, then followed by a study of the district pipe, its diameters and prices, to choose the appropriate diameter, as we found that the region needs a daily flow rate of 2216.04 cubic meters per day, in addition to a reservoir with a capacity of 600 cubic meters.

ملخص

من خلال هذا العمل قمنا بإجراء دراسة لعملية ربط عاصمة بلدية العجبية الواقعة بولاية البويرة بمياه الشرب من سد تلسدت ، وتضمنت الدراسة جميع الخطوات الفنية ، بدءاً بحساب الاحتياجات الكاملة للمنطقة ، مروراً بحساب الخزان ، ثم عملية تحديد أنواع وأحجام الأنابيب ، وصولاً إلى عملية التخزين ، ثم متابعة دراسة أنبوب البلدة ، بالأقطار والأسعار ، لاختيار القطر المناسب ، لأننا وجدنا أن المنطقة تحتاج إلى تدفق يومي 2216.04 من المتر المكعب في اليوم ، بالإضافة إلى خزان بسعة 600 متر مكعب.

Introduction générale

Introduction générale

Notre projet de fin d'étude porte sur l'étude du réseau d'alimentation en eau potable de la ville d'el adjiba, située dans la wilaya de bouira, à partir du barrage de Tilesdit. Dans ce travail, nous aborderons les points suivant de manière organisée :

1. Présentation de l'emplacement du projet : Nous présenterons les conditions géographiques, climatiques, hydrographiques et hydrauliques de la région.
2. Estimation des besoins en eau potable : Pour répondre à la demande de la population à l'horizon prévu, nous évaluerons les besoins en eau potable de la zone d'étude.
3. Dimensions des réservoirs de stockage d'eau : Ce chapitre sera consacré au calcul et à la détermination des dimensions idéales des réservoirs de stockage d'eau nécessaires.
4. Nous réaliserons une étude technico-économique pour déterminer la taille de la conduite d'adduction d'eau, en prenant en compte les aspects techniques et les contraintes financière
5. Dans le dernier chapitre, nous utiliserons le logiciel Epanet pour effectuer des calculs hydrauliques et dimensionner notre réseau de distribution d'eau potable de manière précise.

En conclusion, nous présenterons une synthèse des résultats obtenus et des suggestions pour améliorer et mettre en œuvre le réseau d'eau potable de la ville d'El Adjiba.

Chapitre

I. Présentation de la région d'étude

I.1. Introduction

Avant le projet, une inspection du site est nécessaire pour comprendre ses caractéristiques et les facteurs influençant la conception afin d'assurer l'eau potable. L'évaluation de la quantité d'eau requise est essentielle pour les études préliminaires d'approvisionnement en eau potable.

I.2. Situation géographique

La commune rurale d'el adjiba se situe à bouira, au nord-est de la wilaya. Elle est entourée par les daïras de m'chedallah à l'est et bechlulà l'ouest. Le Djurjura marque la frontière nord de la commune, appartenant à la wilaya de Tizi-Ouzou. El adjiba est délimité par :

Ses limites sont essentiellement physiques :

- Au nord : la wilaya de Tizi-Ouzou.
- A L'ouest : la commune de Bechlul.
- Au Sud : les communes de ouled-rached et ahnif.
- A L'est : la commune d'ahnif, m'achedallah et saharidj.

Latitude : 36°19'42.43''N ; Longitude : 4°9'31.30''E

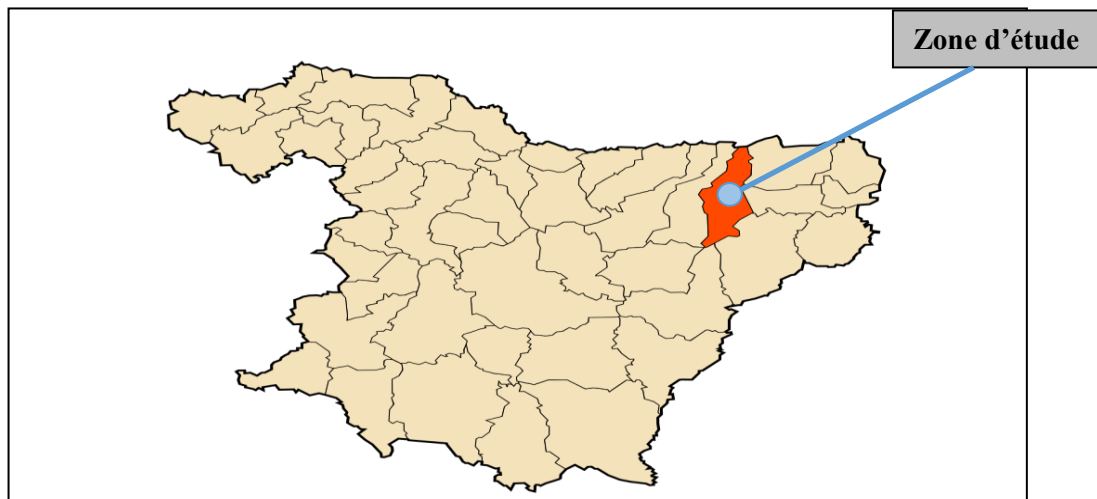


Figure I. 1 : Situation de commune concernée par l'étude dans la carte.

I.3. La morphologie du site

La morphologie du site présente quatre zones de relief :

- La partie nord : C'est une partie montagneuse de la commune qui représente 40% du Djurdjura, abrite la forêt d'Azerou, et la partie nord se compose d'une zone importante telle que Ras Tegueruert (1620m).
- La partie intermédiaire : se situe entre la partie nord et la plaine centrale de sahel, elle est constituée de piémonts et collines moyennes du Djurdjura, le relief est caractérisé par une pente moyenne a douce (10% à 5%).
- La partie centrale : est située entre le CW 98 et la limite sud chef-lieu, constituée de la plaine centrale des oueds ziane, ouededdous et sahel, caractérisée par une faible pente (5%), c'est la zone a potentialités agricoles élevées.
- La partie sud : se situe au sud de la commune caractérisé par un site de faible a moyenne pente (5 à 10%), au sud est le relief est constitué par une partie du foret sebkha.

I.4. Climatologie

I.4.1. Climat

La région d'étude est soumise aux mêmes influences climatiques que la région de Bouira, elle bénéficie d'un climat méditerranéen caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers humides et pluviaux.

I.4.2. Température

Les mois les plus chauds vont de juin à septembre, avec la température la plus élevée en août (26,7° en moyenne). La saison la plus froide se situe entre octobre et mai, avec la température la plus basse en janvier (8,5° en moyenne).

Tableau I. 1 : Températures mensuelles de commune d'el adjiba de l'année

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température (C°)	7.53	8.15	12.67	14.53	18.68	25.1	27.73	26.77	22.58	20.07	12.62	8.9

La courbe montre que le mois le plus chaud est juillet, avec une température mensuelle moyenne de 27,73 °C. La température la plus basse est enregistrée en janvier, avec une moyenne mensuelle de 7,53 °C.

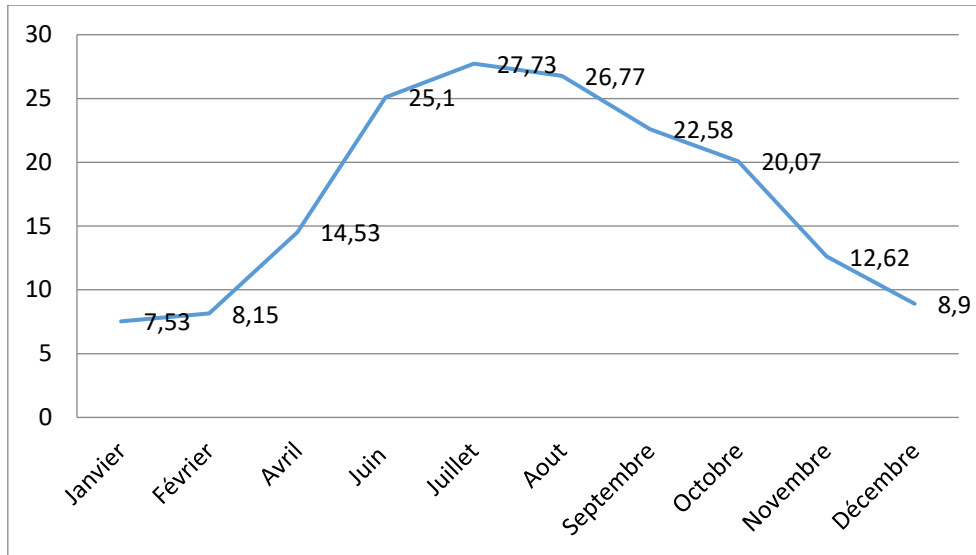


Figure I. 2 : Courbe climatique de la commune d'el adjiba (BOUIRA).

I.4.3. Vent

En général, les vents dominants viennent du nord-ouest et du nord-est, et les vents faibles viennent du nord-est. Ils sont caractérisés par la fréquence, la vitesse et la direction et interviennent dans la dispersion de divers éléments en suspension.

I.4.4. Pluviométrie

Les précipitations sont irrégulières mais généralement abondantes, dépassant parfois 600 mm par année. Décembre et janvier sont les mois les plus pluvieux (73,3 et 50,46 mm).

I.5. Localisation du site

La localisation de l'aire d'étude est donnée dans la figure (I.3).

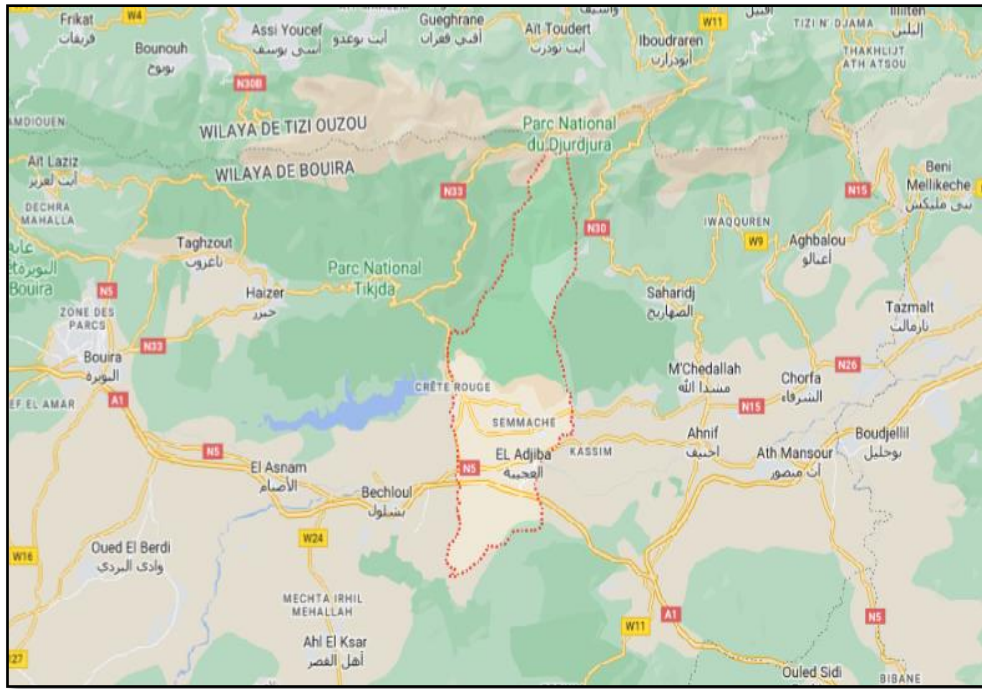


Figure I. 3 : la commune d'étude (el adjiba)



Figure I. 4 : chef-lieu d'el adjiba

I.6. Situation géologique et géotechnique

Son objectif est de définir les caractéristiques géologiques du terrain et les propriétés physiques et mécaniques des formations existantes afin d'établir les conditions géotechniques et structurales.

I.7. Situation géologique

Elle est basée sur la nature géologique des strates présentes et les propriétés physiques et mécaniques communes à ce type de terrain.

I.8. Portance de sol

Les terraines de notre site sont formées essentiellement par :
Des tests de portance ont révélé une résistance minimale de 50 bars et une contrainte admissible de 1.50 bars pour le sol du site, qui est composé de dépôts calcaires, d'une couche d'argile limoneuse et d'alluvions argileux caillouteux.

I.9. Démographie et population

Tableau I. 2 : Dispersion de la population de chef-lieu de commune d'el adjiba (1987-1998)

Dispersion	Population en 1987	Taux concentration	Population en 1998	Taux concentration
Chef-lieu	2469	24.71%	2563	22.15%

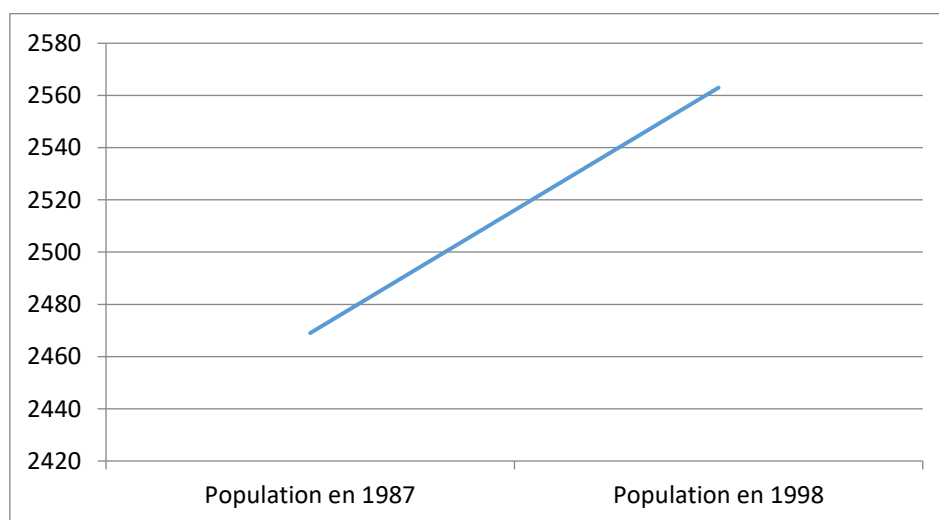


Figure I. 5 : Diagramme de nombre d'habitants (1987-1998).

I.10. Equipements et activités

Les différents équipements et activités occupent une superficie d'environ 3.44 ha soit 6.17% de la superficie totale de chef-lieu d'el adjiba.

Tableau I. 3 : Equipements et activités

Type d'équipements et activités existantes	Désignation	Nombre
Administratifs	-siégé APC	01
	-siégé Algérie poste	01
	-siégé Algérie télécom	01
	-gendarmerie nationale	01
Scolaire	-école primaire	03
	-CEM	01
	-lycée	01
Sanitaire	-pharmacie	02
	-polyclinique	01
Socioculturel	-bibliothèque	01
	-maison de jaune	01
	-salle de sport	01
	-stade	01
	-mosquée	01
Commerces et activités	-locaux commerciaux	01

L'analyse du domaine construit et urbanisé a parmi d'établir la répartition d'utilisation du sol qui est donnée dans le tableau suivant :

Tableau I. 4 : Occupation du sol.

Occupation du sol	Surface (ha)	% de la surface de chef-lieu
Habitat	17.50	31.42

Equipement	3.52	6.32
Activités	0.56	1.00
Infrastructure	5.62	10.09
Servitudes	9.60	17.23
Emprise oued rekas	0.65	1.17
Surface libre	18.25	32.76
Totale	55.70	100

I.11. Localisation du barrage (Barrage de Tilesdit)

Le barrage de Tilesdit qui se trouve à Bechloul, Bouira en Algérie, sert de remblai pour Oued Eddous. Il offre de l'eau salubre à la ville de Bouira, aux villes environnantes et aux villes du sud-est. En outre, il fournit des eaux à la zone commerciale de Sidi Khaled et facilite l'irrigation des zones situées sur le Plateau d'El Asnam et dans la vallée du Sahel.



Figure I. 6 : Photo du barrage Tilesdit

I.12. Conclusion

Ce chapitre a été consacré à la présentation de la zone d'étude, d'accueillir les informations à caractère démographique, géologique, climatique, et équipement.

Chapitre

II. Estimation des besoins en eau

II.1. Introduction

Pour estimer les besoins en eau d'une agglomération, des informations sur la population, les habitudes de consommation et les activités nécessitant de l'eau doivent être recueillies. L'analyse détaillée permet de personnaliser l'approvisionnement en eau potable pour chaque consommateur. Il est essentiel de déterminer les besoins de chaque catégorie et de garantir une quantité d'eau adéquate pour répondre aux besoins de la ville.

II.2. Situation démographique et population

La ville coloniale couvre une superficie de 55,70 hectares et abrite 3424 résidents, soit 27,56 % de la population de la commune (RGPH 2008). Attractive en raison de ses équipements et de son niveau de vie.

II.3. Evaluation de la population

Le réseau d'approvisionnement en eau potable doit être planifié en fonction du nombre future d'habitants. Pour estimer ce nombre, on applique la relation suivante :

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

$$P_{2053} = P_{2023} (1 + 0.028)^{30}$$

$$= 11992 \text{ hab}$$

Avec :

- P_n : Population à l'horizon de calcul (2053) ;
- P_0 : Population de l'année de référence (2023);
- τ : Taux d'accroissement de la population en pourcentage ;
- N : Nombre d'années séparant l'année de référence et l'horizon de calcul.

L'année 2053 (soit 30 ans) est considérée comme la période de calcul.

Des précautions sont fixées D'ici 2053. Le tableau (2.1) montre les résultats calculés de l'évolution de la population pour les divers horizons.

Tableau II. 1 : Evaluation du nombre d'habitants a à l'horizon 2053.

Localité	Année 2018(RGPH)	Taux d'accroissement (%)	Année 2023	Taux d'accroissement (%)	Année 2053
Chef lieu d'el adjiba	4562	2.8	5237	2.8	11992

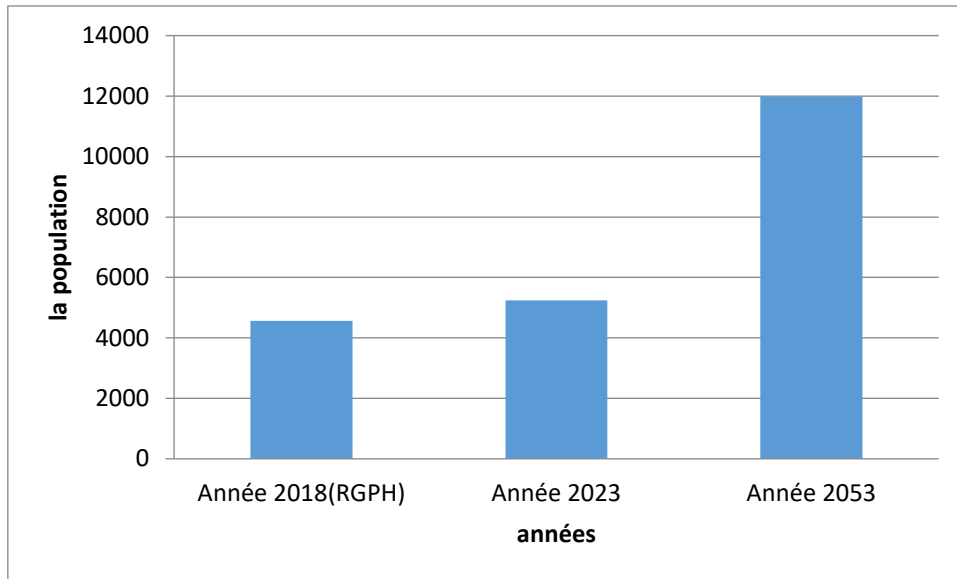


Figure II. 1 : Histogramme de population de chef-lieu d'el adjiba (2018-2023-2053)

En 2053, la commune concernée par ce projet comptera 11 992 habitants.

II.4. Evolution des besoins en eau potable

La quantité d'eau potable à garantir est fonction des différents besoins :

II.4.2. Catégories des besoins

Tous les besoins de consommation qui se produisent au niveau de d'agglomération étudiée doivent être identifiés. Nous avons :

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

II.4.2. Choix de la norme unitaire de consommation

Les quantités d'eau nécessaires pour chaque catégorie d'utilisateurs sont définies par les normes de consommation d'eau. Elles répondent aux besoins quotidiens des utilisateurs et garantissent une qualité d'eau adéquate.

II.4.3. Critères de choix de la norme

La norme de consommation dépend essentiellement du :

- Niveau de vie des habitants et leurs habitudes.
- Nombre d'habitants.
- La situation socio-économique de l'agglomération.
- Des ressources existantes.

II.5. Calculer des besoins à l'horizon 2053

II.5.1. Détermination de la consommation moyenne journalière

On peut prendre comme base de calcul :

- Villes de 5000 à 20000 habitants : 150 à 200 litres / jour / habitant ;
- Villes de 20000 à 1000000 habitants : 200 à 300 litres / jour / habitant ;
- Villes de plus de 1000000 habitants : 300 à 400 litres / jour / habitant ;

Les besoins domestiques aux différents Horizons sont évalués par la relation suivante :

$$Q \text{ moyj} = \frac{P \times DOT}{24 \times 3600} \text{ (l/s)}$$

Avec :

Q moy j : le débit moyen journalier (l/s) ;

DOT : la dotation (égale à 150 l/j) ;

P : la population (habitants).

- **Besoins domestiques**

Pour les grandes villes, la quantité d'eau quotidienne moyenne par personne est de 150 litres. L'eau traitée est utilisée dans les maisons, les entreprises, le nettoyage et la lutte contre les incendies.

Tableau II. 2 : Besoins domestique

Localité	Population (habitants)	Dotation (l/j/hab)	Qmoyj (m ³ /j)
Chef-lieu d'el adjiba	11992	150	1798.8

- **Besoins scolaires**

Le tableau suivant résume les différents besoins en équipements scolaires dans la zone d'étude.

Tableau II. 3 : Tableau récapitulatif des besoins scolaires

Localité	Équipements	Quantité	Dotation (l/j/élève)	Besoin (l/j)	Qmoyj (m ³ /j)
Chef lieu d'eladjiba	3 écoles primaires	420	15	6300	6.3
	1 CEM	212	10	2120	2.12
	1 lycée	520	10	5200	5.2
	1 CFPA	210	15	3150	3.15
Total				1777	17.77

- **Besoins sanitaires**

Les différents besoins sanitaires sont regroupés dans le tableau

Tableau II. 4 : Tableau récapitulatif des besoins sanitaires

Localité	Equipement	Quantité	Dotation (l/j/hab)	Besoin (l/j)	Qmoyj (m ³ /j)
Chef lieu d'el adjiba	2 pharmacies	8	100	800	0.8
	1 polyclinique	30	200	6000	6
Total				6800	6.8

- **Besoins socio-culturels**

Les différents besoins socioculturels sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau II. 5 : Besoins-culturels

Localité	Équipement	Quantité	Dotation (l/j/hab)	Besoin (l/j)	Qmoyj (m ³ /j)
Chef lieu d'el adjiba	Mosquée	205	25	5125	5.125
	Salle de sport	110	20	2200	2.2
	Maison de jaunes	70	10	700	0.7
	Bibliothèque	60	10	600	0.6
	Stade	200	10	2000	2
TOTAL				10625	10.625

- **Besoins commerciaux**

Les besoins commerciaux sont représentés dans le tableau (II.6)

Tableau II. 6 : Besoins commerciaux

Localité	Désignation	Quantité	Dotation (L/j/hab)	Besoin (l/j)	Qmoyj (m ³ /j)
Chef-lieu d'el adjiba	Café	3	250	750	0.75
	Restaurant	2	200	400	0.4
	Boulangerie	2	500	1000	1
	Boucherie	2	200	400	0.4
	Parc communal	1	500	500	0.5
TOTAL				3050	3.05

- **Besoins administratifs**

Les différents besoins administratifs sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau II. 7 : Besoins administratifs

Localité	Équipement	Quantité	Dotation (l/j/hab)	Besoin (l/j)	Qmoyj (m ³ /j)
Chef lieu d'el adjiba	Pompier	30	30	900	0.9
	Gendarmerie	100	70	7000	7
	APC	80	10	800	0.8
	Algérie post	20	10	200	0.2
	Algérie télécom	15	10	150	0.15
	Subdivision des forets	20	30	600	0.6
TOTAL				9650	9.65

II.5.2. Récapitulatif des différentes consommations journalières

Pour calculer le débit total nécessaire pour alimenter l'agglomération à l'horizon d'étude, dressons un tableau récapitulatif après avoir étudié l'estimation des besoins en eau.

Tableau II. 8 : Récapitulation de la consommation en eau moyenne totale

Les besoins	Consommation moyenne journalière (m ³ /j)
Besoins domestique	1798.8
Besoins scolaire	17.77
Besoins sanitaire	6.8
Besoins administratifs	9.65
Besoins Socioculturelles	10.625
Besoins commerciaux	3.05
Totale	1846.7

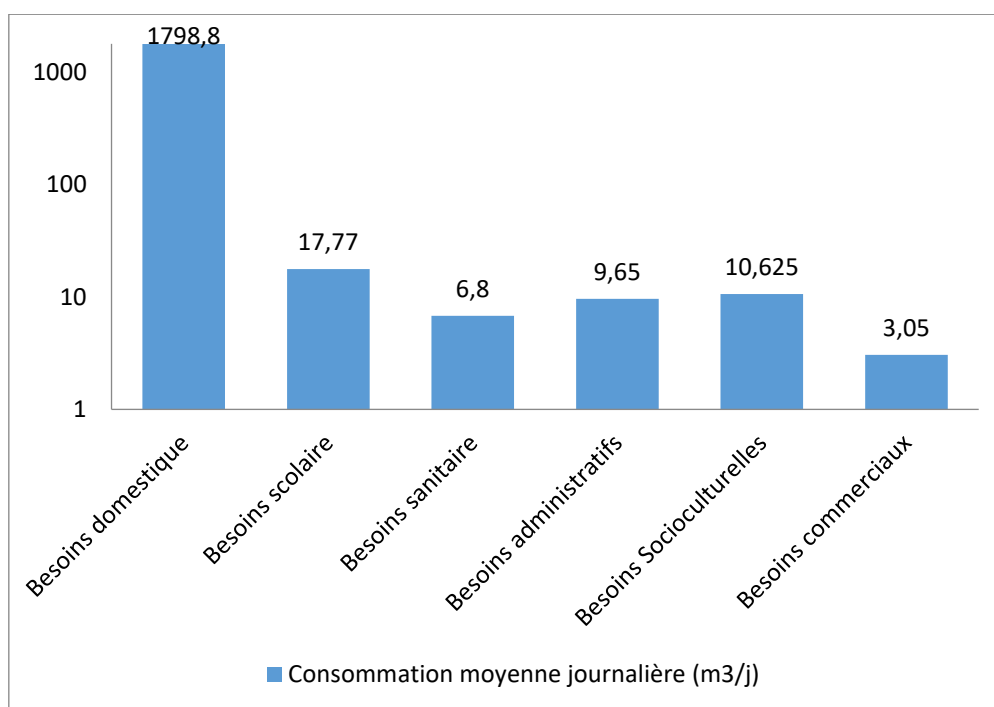


Figure II. 2 : Histogramme de consommations moyennes journalières

Tableau II. 9 : Besoin total domestique + équipement

Localité	Besoin domestique (m³/j)	Besoins des équipements (m³/j)	Débit moyen journalier (m³/j)
Chef lieu d'el adjiba	1798.8	47.9	1846.7

Tableau II. 10 : Besoins et leurs majorations.

Localité	Débit moyen journalier (m³/j)	K maxj	Debit maximum journalier (m³/j)
Chef lieu d'el adjiba	1846.7	1.2	2216.04

II.6. Variation de la consommation

Les débits de consommation sont soumis à plusieurs variations dans le temps, parmi lesquelles nous avons :

- Variation annuelle et saisonnière qui dépend du niveau de vie de l'agglomération.
- Variation mensuelle qui dépend de l'importance de la ville.

- Variation journalière qui dépend du jour de la semaine où la consommation est la plus importante.
- Variation horaire qui dépend du régime de consommation de la population.

II.7. Etude de la variation des débits journaliers

L'étude de débit journalier analyse les données de débit à long terme d'un système d'eau potable. Elle permet de planifier la maintenance et d'optimiser la production en identifiant les pics de demande et les problèmes du système. Le facteur d'irrégularité journalière maximal est utilisé pour calculer le rapport entre la consommation maximale et moyenne.

Kmax journalier. Kmin journalier (moyen) est appelé le coefficient minimum d'irrégularité quotidienne et est un coefficient qui indique combien de fois la consommation est inférieure par rapport à la consommation moyenne. Ces débits sont donnés par les équations suivantes :

$$Q_{\text{max journalier}} = Q_{\text{moy journalier}} \times K_{\text{max journalier}} \quad [\text{m}^3/\text{j}]$$

$$Q_{\text{min journalier}} = Q_{\text{moy journalier}} \times K_{\text{min journalier}} \quad [\text{m}^3/\text{j}]$$

Avec :

Q moy journalier : débit moyen journalier (m^3/j).

Qmax journalier : débit maximum journalier (m^3/j).

Q min journalier : débit minimum journalier (m^3/j).

II.7.1. Coefficient d'irrégularité

- **Coefficient d'irrégularité maximale (Kmax journalier)**

L'irrégularité de la consommation horaire pendant la journée dépend du rapport de Qmax journalier et Qmoy journalier, il faut donc tenir compte de cette variation lors de la détermination du rapport.

$$K_{\text{max journalier}} = \frac{Q_{\text{max journalier}}}{Q_{\text{moy journalier}}}$$

La valeur de Kmax journalier varie entre [1.1- 1.3]. Pour notre cas, on prend

$$K_{\text{max journalier}} = 1.2$$

Ce coefficient consiste à prévenir les fuites et les gaspillages au niveau du réseau en majorant la consommation moyenne de 10% à 30%.

Tableau II. 11 : Besoins en eau maximale journalière de la ville

Catégorie de besoin	Qmoy journalier (m ³ /j)	Kmax journalier	Qmax journalier (m ³ /j)
Total	1846.7	1.2	2216.04

II.7.2. Etude de la variation des débits horaires

- **Consommation moyenne horaire à l'horizon de 2053**

Le débit moyen horaire est donné par la formule suivante :

$$Q \text{ moy horaire} = \frac{Q \text{ max journalier}}{24h}$$

Avec :

- Qmoy horaire : débit moyen horaire (m³/h)
- Qmax journalier : débit maximal journalier (m³/j)

$$Q \text{ moy horaire} = \frac{2216.04}{24}$$

$$Q \text{ moy horaire} = 92.34 \text{ m}^3/\text{h} \times \frac{1000}{3600} = 25.65 \text{ l/s}$$

- **Consommation maximale horaire**

Ce coefficient peut être décomposé en deux autres coefficients qui dépendent des caractéristiques de l'agglomération à savoir :

→ ***α maximal*** : coefficient tenant compte du degré d'confort et des équipements de l'agglomération qui commit entre 1.2 et 1.4 ;

Les localités de chef-lieu d'el adjiba sont des zones urbaines, on prend donc (***α maximal* = 1.3**).

→ ***β maximal*** : Coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population. Le tableau (II.12) donne sa variation en fonction du nombre d'habitants.

Tableau II. 12 : Coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population

Habitant	<1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	30000	100000
β maximal	2	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.15	1.5

On a nombre d'habitants N habitant = 11992 habitants

Donc on prend : α maximal = 1.3 et β maximal = 1.22

$$K_{\text{max}} \text{ horaire} = \beta \text{ maximal} \times \alpha \text{ maximal}$$

$$K_{\text{max}} \text{ horaire} = 1.22 \times 1.3 = 1.586 \text{ m}^3/\text{h}$$

II.8. Récapitulation des débits horaire

Tableau II. 13 : Calcul des consommations maximales.

La ville	Qmoy horaire (m ³ /h)	Kmax horaire	Qmax horaire (m ³ /h)
Chef-lieu	92.34	1.59	146.82

Tableau II. 14 : Variation du débit max j pour chef-lieu d'el adjiba.

Heures	Consommation totale Q max journalier=2216.04 m ³ /j		Consommation cumulée	
	%	Qh ³ (m/h)	%	Qh ³ (m/h)
0-1	1.5	33.24	1.5	33.23
1-2	1.5	33.24	3	66.46
2-3	1.5	33.24	4.5	99.69
3-4	1.5	33.24	6	132.92
4-5	2.5	55.40	8.5	188.31
5-6	3.5	77.56	12	265.85
6-7	4.5	99.72	16.5	365.54

7-8	5.5	121.88	22	487.39
8-9	6.25	138.50	28.25	625.85
9-10	6.25	138.50	34.5	764.31
10-11	6.25	138.50	40.75	902.77
11-12	6.25	138.50	47	1014.23
12-13	5	110.80	52	1152
13-14	5	110.80	57	1262.77
14-15	5.5	121.88	62.5	1384.62
15-16	6	132.96	68.5	1517.55
16-17	6	132.96	74.5	1650.48
17-18	5.5	121.88	80	1772.33
18-19	5	110.80	85	1883.1
19-20	4.5	99.72	89.5	1982.79
20-21	4	88.64	93.5	2071.41
21-22	3	66.48	96.5	2137.87
22-23	2	44.32	98.5	2182.18
23-24	1.5	33.24	100	2215.43
Totale	100	2216.04		

A partir du tableau (2.14), les heures de pointe sont de 8h jusqu'à 12h avec un débit :
 $Q_{\text{max}} \text{ horaire} = 138.50 \text{ m}^3/\text{h}$.

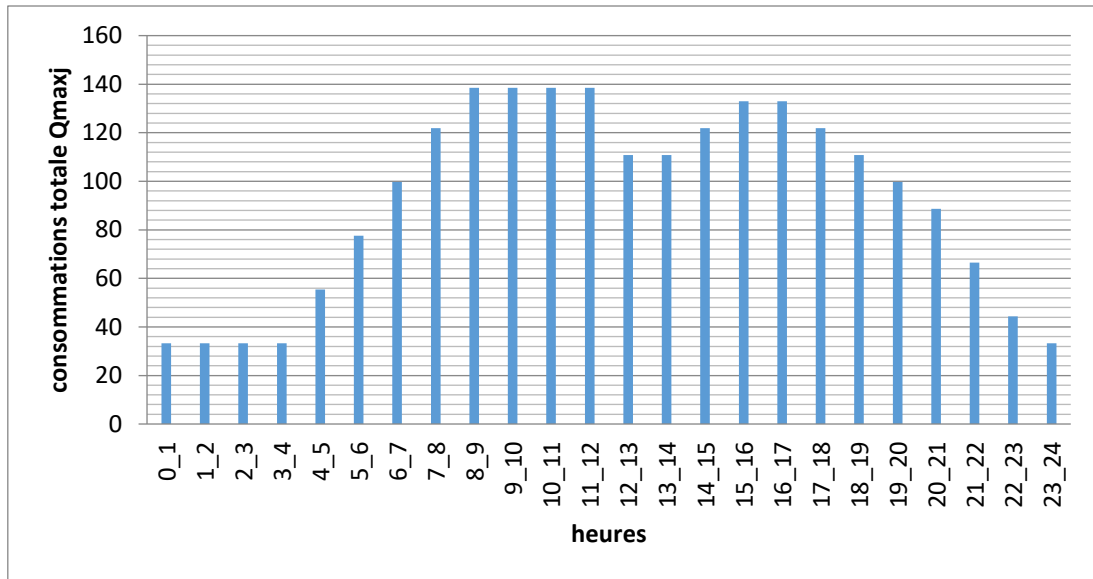


Figure II. 3 : Histogramme consommations totale.

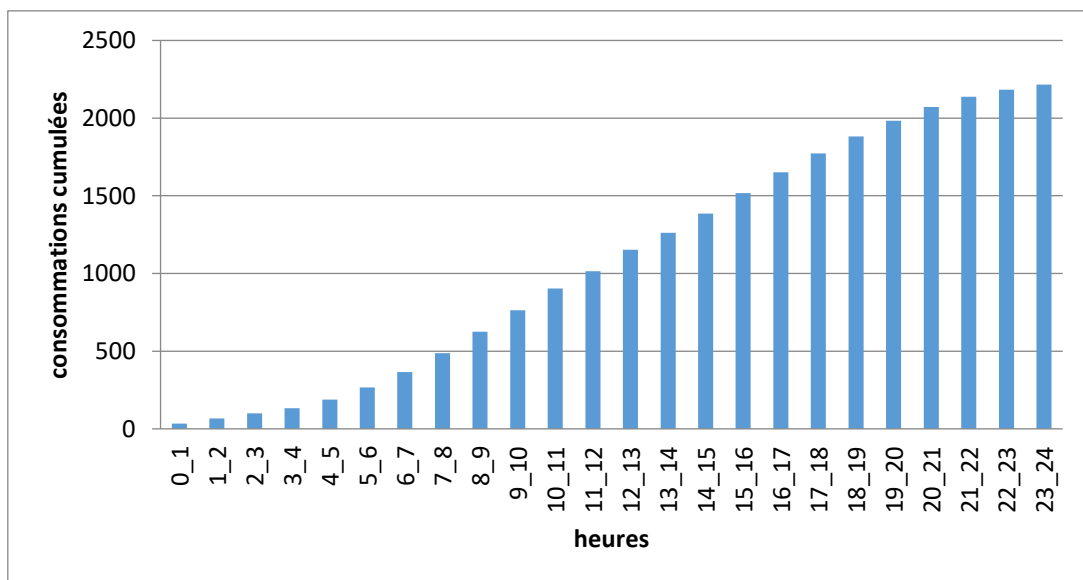


Figure II. 4 : Histogramme consommations cumulées.

II.9. Conclusion

Dans ce chapitre, on a présenté l'évaluation de la population à l'horizon 2053, l'estimation des besoins en eau potable des différentes catégories de consommation, et calcul des différents débits. Le débit max journalier est estimé à $Q_{max\text{ journalier}}=2216.04\text{ m}^3/\text{j}$, a max horaire $Q_{max\text{ horaire}} 146.82\text{ (m}^3/\text{h)}$, qui servira de base de données pour la conception du réseau d'alimentation en eau potable pour l'horizon d'étude.

Chapitre

III. Dimensionnement du réservoir

III.1. Introduction

L'aménagement de réservoir est une tâche complexe, nécessitant des études techniques minutieuses pour assurer son fonctionnement optimal. Conçu à l'origine comme un réservoir, son rôle a évolué au fil du temps en fonction de l'évolution des besoins. Ainsi, les réservoirs d'aujourd'hui remplissent diverses fonctions liées à l'irrigation, à la production d'énergie et à la gestion des crues.

III.2. Le rôle des réservoirs

En stockant l'eau pour divers usages et en régulant les crues, les réservoirs jouent un rôle important dans la gestion de l'eau et de l'environnement. De plus, ils contribuent à la conservation durable de l'eau et de l'environnement en favorisant la biodiversité.

III.3. Emplacement du réservoir

Emplacement du réservoir est souvent un problème difficile à résoudre. Cela nécessite la prise en compte de certaines études technico-économique. Il y a plusieurs points importants à considérer lors de l'examen de l'endroit de l'emplacement de réservoir.

- Niveau de gravité : pour des raisons d'économie, il est préférable que le remplissage du réservoir se fasse par gravité, ce qui signifie que le réservoir doit être situé à un niveau plus bas que le réservoir tampon.
- Alimentation par gravité : l'alimentation du réseau de distribution doit se faire par gravité, donc le réservoir doit être construit à un niveau supérieur à celui de l'agglomération.
- Placement des réservoirs : lorsque plusieurs réservoirs sont nécessaires, il est préférable de les implanter en extrémité du réseau ou à proximité d'un centre important de consommation.
- Pression suffisante : l'emplacement du réservoir doit permettre de satisfaire les abonnés avec une pression d'eau suffisante.
- Cote du radier : la cote du radier doit être supérieure à la plus haute cote piézométrique exigée dans le réseau.

III.3.1. Fonction technique

Les réservoirs jouent un rôle crucial dans la gestion de l'eau, en assurant plusieurs fonctions importantes.

- Permettant notamment de réguler le débit et d'adapter la production à la consommation.
- Assurant ainsi une sécurité d'approvisionnement en cas d'incident sur les équipements d'alimentation du réseau de distribution.
- Permettant la régulation de la pression, simplifient l'exploitation en permettant l'arrêt pour l'entretien ou la réparation de certaines installations.
- Pouvant même servir de réacteurs pour le traitement de l'eau en garantissant une désinfection adéquate avant sa distribution.

Les réservoirs sont des ouvrages hydrotechniques indispensables pour assurer la qualité et la sécurité de l'eau potable distribuée à la population.

III.3.2. Fonction économique

Une méthode rentable pour réduire les coûts de distribution d'eau consiste à utiliser des réservoirs pour stocker de l'eau en période de faible demande et la distribuer en période de pointe.

- En pompant l'eau pendant les heures creuses, cette méthode réduit les coûts d'infrastructure et optimise la consommation d'énergie.
- Les réservoirs sont un excellent moyen de maximiser les ressources disponibles tout en réduisant les coûts associés à la distribution d'eau.

III.4. Type des réservoirs

Les réservoirs de stockage sont classifiés : D'après la nature des matériaux, on distingue :

- Les réservoirs métalliques ;
- Les réservoirs en maçonnerie ;
- Les réservoirs en béton armé, ordinaires ou précontraints.

D'après la situation des lieux, ils peuvent être :

- Enterrés ;
- Semi-enterrés. (Sur surface) ;
- Sur -élevés, sur tour.

D'après les nombreux usages des réservoirs on peut les classer en :

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

Selon des servitudes d'esthétisme on peut affirmer les fonctions d'un réservoir comme on peut l'intégrer au paysage. D'après leurs formes, ils peuvent être :

- Circulaires ;
- Carrés ;
- Rectangulaires ;
- On trouve parfois des réservoirs à formes quelconques.

III.5. Choix du réservoir

Le choix du réservoir idéal dépend des coûts, de la disponibilité de l'eau, de la topographie et de la géologie. Les réservoirs enterrés économisent de l'espace, les réservoirs surélevés maintiennent une bonne pression d'eau et la stabilité du sol est essentielle. Pour choisir le type de réservoir approprié, il est essentiel d'évaluer attentivement ces paramètres.

III.5.1. Les exigences principales à satisfaire par les réservoirs

➤ La durabilité

Ils doivent être construits avec des matériaux appropriés et les surface en contact avec l'eau ne doivent pas se désagréger ou dégager un gout ou une odeur désagréable.

➤ Etanchéité

Un paramètre important d'un réservoir qui protège l'eau de la pluie, de la poussière et d'autres contaminants externes et empêche les fruits et les fissures.

➤ Résistance

Le réservoir doit être dimensionné pour résister aux efforts internes et externes.

➤ Entretien de l'ouvrage

Il est important de rendre visite aux réservoirs pour anticiper les réparations et les travaux de maintenance.

III.6. Equipement de réservoir

III.6.1. Equipements hydrauliques des réservoirs

- ✓ Une conduite de distribution ;
- ✓ Une conduite de trop-plein ;
- ✓ Une conduite de vidange ;
- ✓ Une conduite by-pass ;
- ✓ Une conduite d'adduction ;

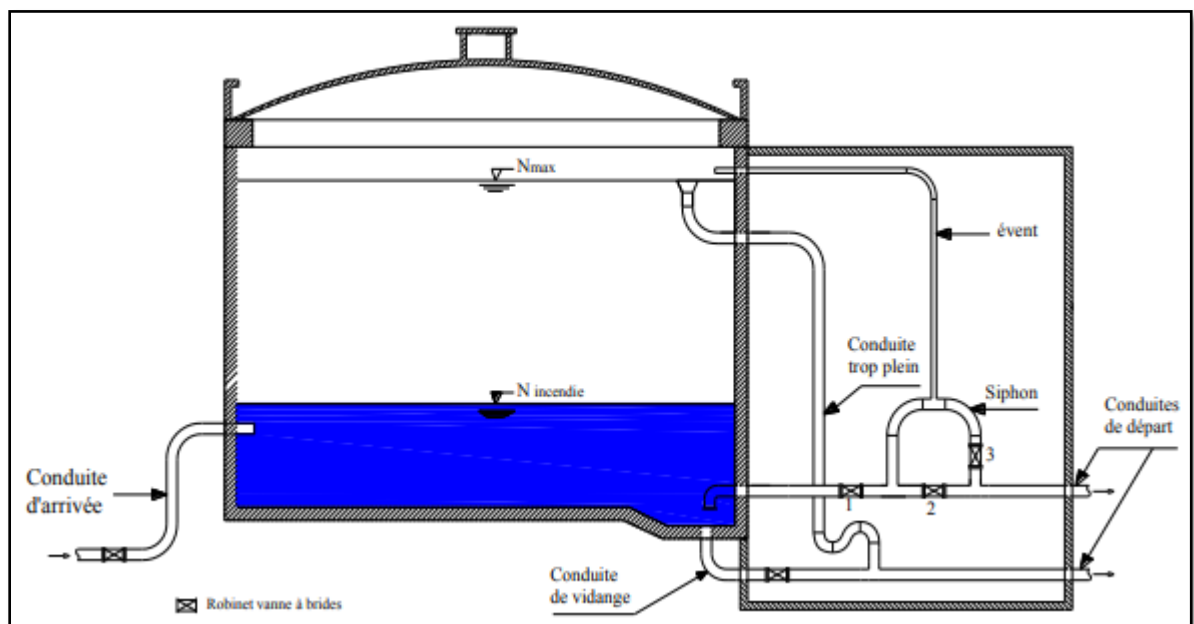


Figure III. 1 : Equipements de réservoir.

• Conduite d'adduction

Il est conseillé d'alimenter le réservoir par le bas ou par une conduite de refoulement pour un bon brassage et renouvellement de l'eau. C'est ce qui provoque des perturbations et des écoulements par rouleaux. Les robinets à flotteur anti-bélier sécurisent l'alimentation en eau

du réservoir. Les soupapes et leurs composants doivent être fabriqués à partir de matériaux durables et résistants à la corrosion, tels que du bronze ou du métal inoxydable. Une planification minutieuse de l'arrivée de l'eau dans le réservoir est essentielle pour garantir une qualité d'eau optimale et optimiser le brassage.

Cette conduite peut être installée de plusieurs manières :

- ✓ Par surverse
- ✓ Par dessous

a) par surverse

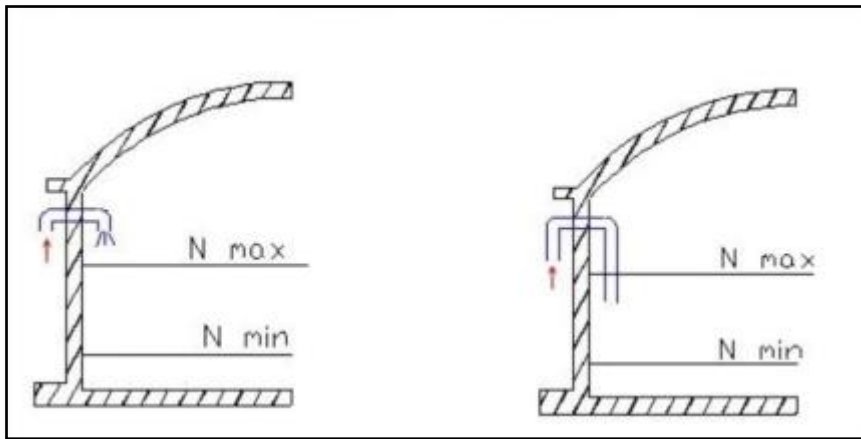


Figure III. 2 : Arrivée par surverse (Chute libre) et Arrivée par sur verse (Noyée)

b) Par dessous

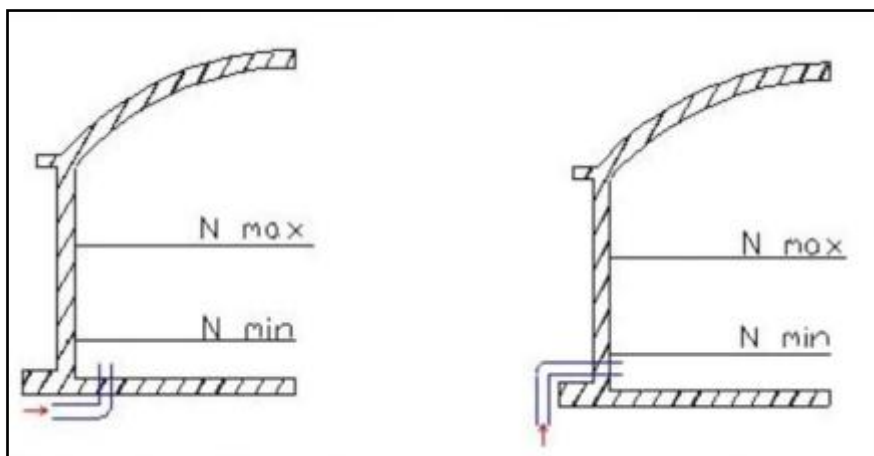


Figure III. 3 : Arrivée par-dessous (Par le fond) et Arrivée par dessous (Par le bas)

- **Conduite de distribution**

La conduite est positionnée légèrement au-dessus du radier, à l'opposé de la conduite d'arrivée, pour empêcher l'entrée de matières en suspension. En cas de rupture de conduite, une crépine courbée empêche l'entrée d'air et une vanne de surverse permet une fermeture rapide.

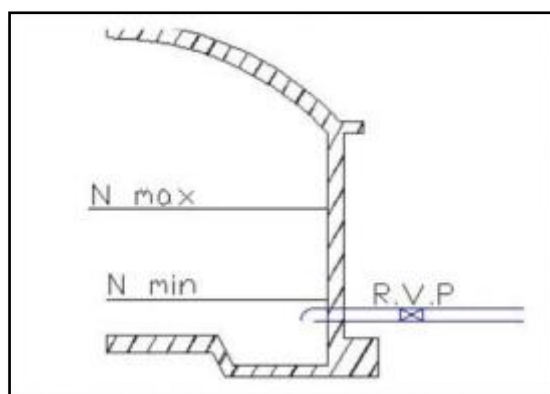


Figure III. 4 : Conduite de départ.

- **Conduite de trop-plein**

Lorsque la pompe fonctionne continuellement, une conduite de trop-plein évacue l'eau supplémentaire du réservoir pour éviter les débordements. Chaque réservoir a une conduite de trop-plein reliée à la chambre de manœuvre pour former un joint hydraulique et empêcher la pénétration de corps étrangers.

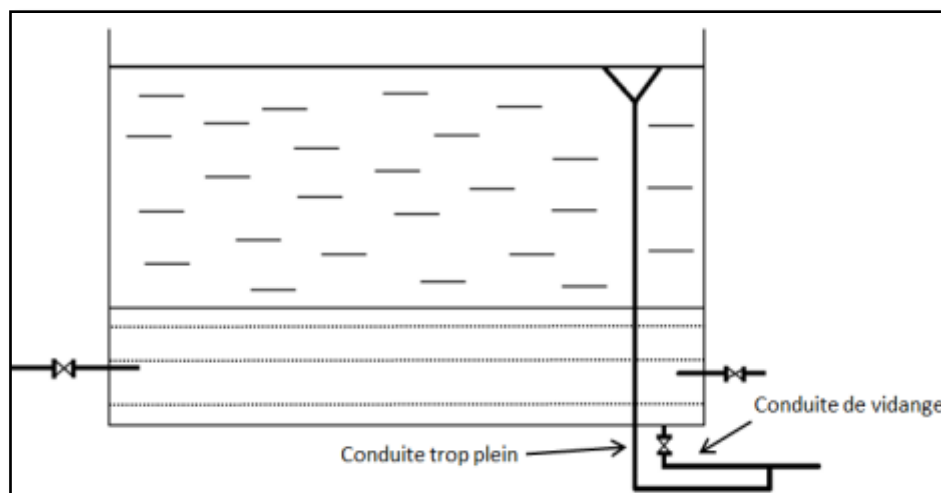


Figure III. 5 : Conduite de trop plein.

- **Conduite by-pass**

La conduite principale d'une ligne auxiliaire parallèle permet de détourner une partie du débit d'eau pour effectuer des travaux sans interruption de l'alimentation en eau. De plus, elle compense les pertes de charge et les défaillances de la conduite principale potentielles.

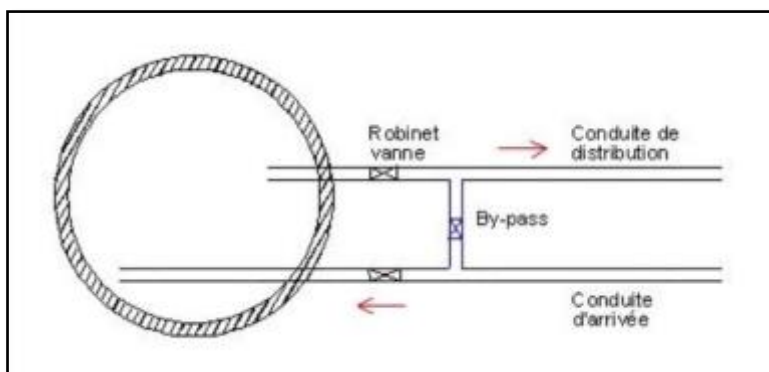


Figure III. 6 : Conduit by-pass.

- **Conduite de vidange**

Un robinet de vidange permet de vider le réservoir pour le nettoyage ou la réparation. La maintenance régulière des réservoirs permet d'éviter l'accumulation de sable.

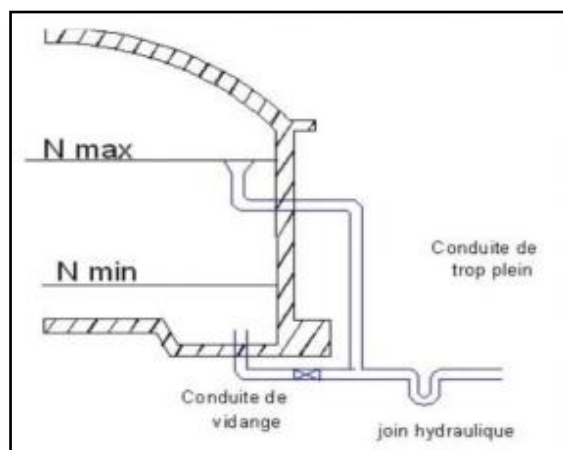


Figure III. 7 : Conduite de vidange.

- **Ligne pilote**

La commande automatique des pompes en fonction du niveau d'eau garantit un fonctionnement efficace et les informations de surveillance permettent une maintenance

optimale.

III.7. Système de matérialisation d'incendie

Les systèmes à deux prises et à siphon sont courants, les prises d'incendie alimentent en eau les services d'incendie et ont un dispositif pour couper le débit lorsque le niveau de la réserve atteint.

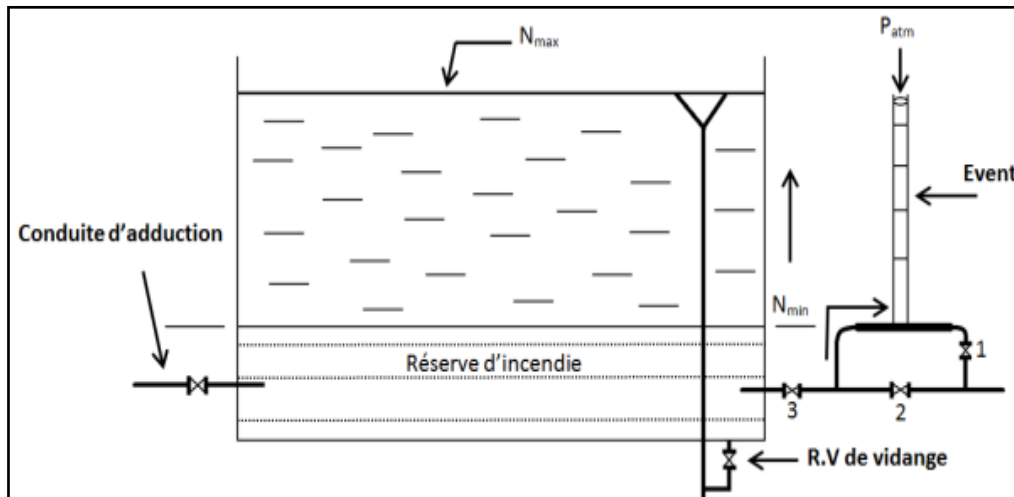


Figure III. 8 : Matérialisation de la réserve d'incendie.

III.7.1. Système a deux prises

Une fois le niveau de la réserve atteint, le système à deux prises de la prise d'incendie bloque l'eau. Deux vannes d'arrêt permettent aux pompiers d'utiliser l'eau nécessaire tout en préservant la réserve pour les situations d'urgence.

III.7.2. Système à siphon

Pour évacuer l'eau du réservoir, le système à siphon utilise une conduite avec un siphon et trois robinets-vannes. Lorsque le niveau d'eau atteint la limite, l'évent bloque le siphon, laissant les deux premiers robinets ouverts pour préserver la réserve d'incendie.

Les parois des réservoirs relient les conduites à une chambre de manœuvre. Il est possible d'utiliser des gaines en fonte étanches ou des manchons à double brides pour y parvenir.

III.8. Equipement de nettoyage

- ✓ Pompes d'alimentation en eau.
- ✓ Trappes de visite pour le personnel et le matériel.
- ✓ Des autres Equipements spéciaux pour le nettoyage.

III.9. Principe du calcul de la capacité d'un réservoir

Pour répondre aux besoins en eau potable, la capacité du réservoir doit être adaptée aux débits, à la consommation quotidienne, aux variations de débit et aux heures de pointe.

Le calcul de la capacité peut se faire suivant deux méthodes :

- Méthode graphique.
- Méthode analytique.

III.9.1. Méthode graphique

En examinant les courbes de consommation et d'apport, cette méthode analyse les débits d'entrée et de sortie pour estimer la capacité de la réserve. En comparant les extrêmes de ces courbes, la capacité requise peut être estimée en calculant le résidu maximal journalier.

Donc :

$$R_{max} = |V_+| + |V_-| (\%)$$

Le volume de régulation V_r est calculé selon la formule suivante :

$$V \text{ régulations} = \frac{R_{max} \times Q_{max \text{ journalier}}}{100}$$

Dont le volume total sera : $V_{total} = V_{régulation} + V_{incendie}$

III.9.2. Méthode analytique

Pour estimer les besoins en eau, la méthode analytique prend en compte la consommation d'eau de l'agglomération et la durée de fonctionnement de la pompe.

Le volume utile V_u est déterminé par la formule suivante :

$$V_{total} = \frac{Q_{max \text{ journalier}}}{100} \times P_{max} (\%)$$

Avec :

a : fraction horaire du débit maximum journalier transitant par le réservoir (%),

Q max journalier : débit maximum journalier (m³/j).

- **Volume totale du réservoir**

Le volume total du réservoir est calculé en tenant compte d'une réserve de l'incendie de 120m³ est obtenu à partir de la formule :

$$V \text{ total} = V_r + V \text{ incendie}$$

V total : capacité totale du réservoir (m³).

V incendie : volume d'incendie estimé à 120 m³.

III.10. Dimensionnement du réservoir r

III.10.1. Réservoir de stockage

En tant que réservoirs de tête, les réservoirs de stockage sont essentiels au réseau de distribution d'eau. Les méthodes analytiques basées sur l'évolution de la consommation quotidienne et les heures de fonctionnement de la pompe permettent d'évaluer la capacité de la pompe.

Tableau III. 1 : Evaluation du volume résiduel du réservoir d'el adjiba.

Heure	Consommation (%)	Refolement (%)	Surplus (%)	Déficit (%)	Reste dans le réservoir
0-1	1.5	4.17	2.67		2.67
1-2	1.5	4.17	2.67		5.34
2-3	1.5	4.17	2.67		8.01
3-4	1.5	4.17	2.67		10.68
4-5	2.5	4.17	1.67		12.35
5-6	3.5	4.17	0.67		13.02
6-7	4.5	4.17		-0.33	12.69
7-8	5.5	4.17		-1.33	11.36
8-9	6.25	4.17		-2.08	9.28

9-10	6.25	4.17		-2.08	7.2
10-11	6.25	4.17		-2.08	5.12
11-12	6.25	4.17		-2.08	3.04
12-13	05	4.17		-0.83	2.21
13-14	05	4.17		-0.83	1.38
14-15	5.5	4.17		-1.33	0.05
15-16	06	4.17		-1.83	-1.87
16-17	06	4.17		-1.83	-3.61
17-18	5.5	4.17		-1.33	-4.94
18-19	05	4.17		-0.83	-5.77
19-20	4.5	4.17		-0.33	-6.1
20-21	04	4.17	0.17		-5.93
21-22	03	4.17	1.17		-4.76
22-23	02	4.17	2.17		-2.59
23-24	1.5	4.17	2.67		0.08
Totale	100%	----	----	----	----

$$P\% = |P_{\max}(\%)| + |-P_{\min}(\%)| = |-6.1| + |13.02| = 19.12$$

Calcul de la capacité du réservoir d'el adjiba :

Le volume résiduel sera :

$$VR = \frac{2216.04 \times 19.12}{100} = 423.71 \text{ m}^3$$

La capacité totale sera : $V_{\text{total}} = 423.71 + 120 = 543.71 \text{ m}^3$

La capacité normalisée sera : $V_{\text{nor}} = 600 \text{ m}^3$

- **Diamètre de réservoir :**

$$S = \frac{V_{\text{nor}} \pi \times D^2}{4h} = \frac{V_{\text{nor}}}{h}$$

V_n : capacité normalisée du réservoir en m^3 ;

S : section du réservoir en m^2 ;

D : diamètre de la cuve en m ;

H : hauteur utile optimale d'eau en m, $3 < h < 6\text{m}$

On prend : $h = 4$

$$Dr = \sqrt{\frac{4 \times V_{nor}}{\pi \times h}} = \sqrt{\frac{4 \times 600}{3.14 \times 4}} = 13.8 \text{ m}$$

On prend : $Dr = 14 \text{ m}$

Réévaluation des hauteurs d'eau :

On calcule la hauteur d'eau moyennant la formule :

$$h = \frac{4 \times V_{tot}}{\pi \times D^2}$$

- **Hauteur de la réserve d'incendie :**

$$H_{\text{incendie}} = [(4 \times V_{\text{incendie}}) / (\pi \times (D)^2)]$$

$$H_{\text{incendie}} = [(4 \times 120) / (3.14 \times (14)^2)]$$

$$H_{\text{incendie}} = 0.8 \text{ m}$$

Avec :

V_{incendie} : Volume nécessaire pour l'incendie qui est égal à 120 m³.

Remarque : le réservoir de 500m³ ne suffit pas, on doit projeter un autre réservoir de 100m³ ;

- **Diamètre de réservoir projeté**

$$Dr = \sqrt{\frac{4 \times V_{nor}}{\pi \times h}} = \sqrt{\frac{4 \times 100}{3.14 \times 4}} = 5.6 \text{ m}$$

$$Dr = 6 \text{ m}$$

La hauteur de la réserve d'incendie :

$$H_{\text{incendie}} = [(4 \times V_{\text{inc}}) / (\pi \times (D)^2)]$$

$$H_{\text{incendie}} = [(4 \times 120) / (3.14 \times (6)^2)]$$

$$H_{\text{incendie}} = 4.25 \text{ m}$$

III.11. Hygiène et sécurité des réservoirs

Pour maintenir l'hygiène et la sécurité des réservoirs, un entretien régulier est nécessaire.

Voici quelques points clés à prendre en compte :

- Nettoyage régulier : La vidange et le nettoyage réguliers des réservoirs empêchent la prolifération des micro-organismes et l'accumulation de sédiments.

- Inspection visuelle : la vérification régulière des réservoirs est essentielle pour assurer leur sécurité en détectant tout problème potentiel.
- Respect des normes sanitaires : Pour garantir la qualité de l'eau stockée, les réservoirs doivent être conformes aux normes sanitaires.
- Formation du personnel : Le personnel qui entretient les réservoirs doit être formé aux procédures d'hygiène, de sécurité et d'urgence appropriées.

Pour préserver la qualité de l'eau et réduire les risques sanitaires, il est essentiel d'assurer la sécurité et l'hygiène des réservoirs.

III.12. Conclusion

La description détaillée des différents types d'ouvrages de stockage, leur fonction au sein du réseau, leur localisation sur le site et les matériaux qui les composent a été fournie dans ce chapitre. Selon le dimensionnement, le réservoir actuel d'une capacité de 500 m³ ne sera pas en mesure d'alimenter l'agglomération d'ici 2053. Un réservoir d'une capacité de 100 m³ doit être prévu pour atteindre la capacité requise de 600 m³.

Chapitre

IV. Etude d'adduction

IV.1. Introduction

Les conduites d'adduction transportent l'eau avec un débit constant et des pertes de pression minimales sur de longues distances. Les contraintes de terrain complexes et les charges hydrauliques élevées sont à leur charge. Pour éviter les dommages aux conduites et aux équipements, il est essentiel de contrôler le bruit et les vibrations.

IV.2. Type d'adduction

Les conduites d'adduction sont cruciales pour le transport de l'eau sur de longues distances car elles garantissent un débit constant et réduisent les pertes de charge. Ils sont souvent soumis à des conditions de terrain complexes et sont conçus pour supporter d'importantes charges hydrauliques. Les écoulements turbulents dans les conduites doivent être contrôlés afin d'éviter tout dommage aux conduites et aux équipements associés.

- Entre la source et la station de traitement ;
- Entre la station de traitement et les stockages ou le réseau de distribution ;
- Entre la source et les stockages ou le réseau de distribution.

IV.3. Classification de l'adduction

D'après leur fonctionnement, les adductions peuvent être classées en trois groupes :

- Adduction gravitaire ;
- Adduction par refoulement ;
- Adduction mixte.

IV.3.1. Adduction gravitaire

C'est une conduite d'eau qui s'écoule par gravité. Lorsque la source d'eau est supérieure à la prise d'eau de l'installation, ce type de conduite est employé.

- Adduction sans charge (écoulement à surface libre).
- Adduction en charge (la plus rencontrée).

IV.3.2. Adduction par refoulement

La conduite d'eau sous pression utilise des turbines hydroélectriques pour maintenir le débit lorsque la source d'eau est située à une altitude inférieure à celle de l'arrivée d'eau.

IV.3.3. Adduction mixte

Les turbines hydroélectriques sont utilisées pour maintenir le débit lorsque la source d'eau est située à une altitude inférieure à celle de l'arrivée d'eau.

IV.4. Adduction et types d'écoulement

On distingue deux types d'écoulement :

IV.4.1. Ecoulement à surface libre

Un type d'écoulement observé dans les systèmes alimentés par gravité tels que les canaux ouverts et les conduites fermées est l'écoulement à surface libre. La pente du canal provoque ce type d'écoulement.

IV.4.2. Ecoulement en charge

L'écoulement sous pression se caractérise par le fait que l'eau est dans une conduite fermée et sous pression, contrairement à l'écoulement à surface libre. La valeur est différente de la pression atmosphérique.

IV.4.3. Choix du tracé

Lors de la planification de l'adduction, l'itinéraire idéal est déterminé en réduisant la distance entre les points desservis, en suivant les voies de circulation existantes et en évitant les terrains difficiles. De plus, les aspects technico-économiques sont pris en compte.

IV.5. Sélection du matériau des tuyaux

Les adductions peuvent être construites avec des tuyaux en fonte, en acier ou en PEHD. Le terrain, la pression et l'aspect technico-économique déterminent la sélection.

IV.5.1. Fonte

C'est un matériau très durable avec une excellente résistance à la corrosion, mais de point de vue économique est coûteux. La fonte est le matériau de choix pour les tuyaux à haute pression.

Ces avantages :

- ✓ Bonne résistance aux forces internes ;
- ✓ Bonne résistance à la corrosion ;
- ✓ Très solides et rigides.

IV.5.2. Acier

L'acier est un matériau résistant qui peut résister à des pressions élevées. Il n'est pas recommandé de transporter de l'eau potable car l'acier est très corrosif, en particulier dans les sols agressifs. L'acier est un matériau approprié pour les tuyaux à haute pression.

IV.5.3. PVC (Polychlorure de vinyle) et PEHD (polyéthylène)

Le tuyau en plastique possède d'excellentes propriétés hydrauliques et une très bonne résistance à la corrosion, a l'avantage d'être très léger, ce qui facilite son transport, sa manutention et son installation.

- Les avantages de PVC :
 - ✓ Disponible sur marché ;
 - ✓ Bonne résistance à la corrosion ;
 - ✓ Une pose de canalisation facile

- Les avantages de PEHD :
 - ✓ Disponible sur marché ;
 - ✓ Une longue durée de vie ;
 - ✓ Faible perte de charge ;
 - ✓ Résistants aux changements climatiques ;
 - ✓ Résistance aux ondes ;
 - ✓ Résistance à la corrosion.

Pour notre projet, nous avons choisi des conduites PEHD car elles sont moins chères que les conduites en fonte et en acier.

- En outre, elles sont disponibles sur le marché et peuvent supporter des pressions importantes.
- Le transport est également moins coûteux pour ces conduites.
- De plus, leur continuité et leur souplesse permettent de les assembler facilement et de les poser dans des tronçons de grande longueur.
- Leur élasticité leur permet de s'adapter aux reliefs accidentés.

Le tuyau en PEHD a été choisi pour ce projet parce qu'il est plus économique que le tuyau en fonte ou en acier.

ier, peut résister à de hautes pressions, et sa disponibilité sur le marché. Présente une bonne étanchéité, sa souplesse facilite sa manipulation, et très résistant à la corrosivité.

- **Calcul du diamètre (Adduction gravitaire)**

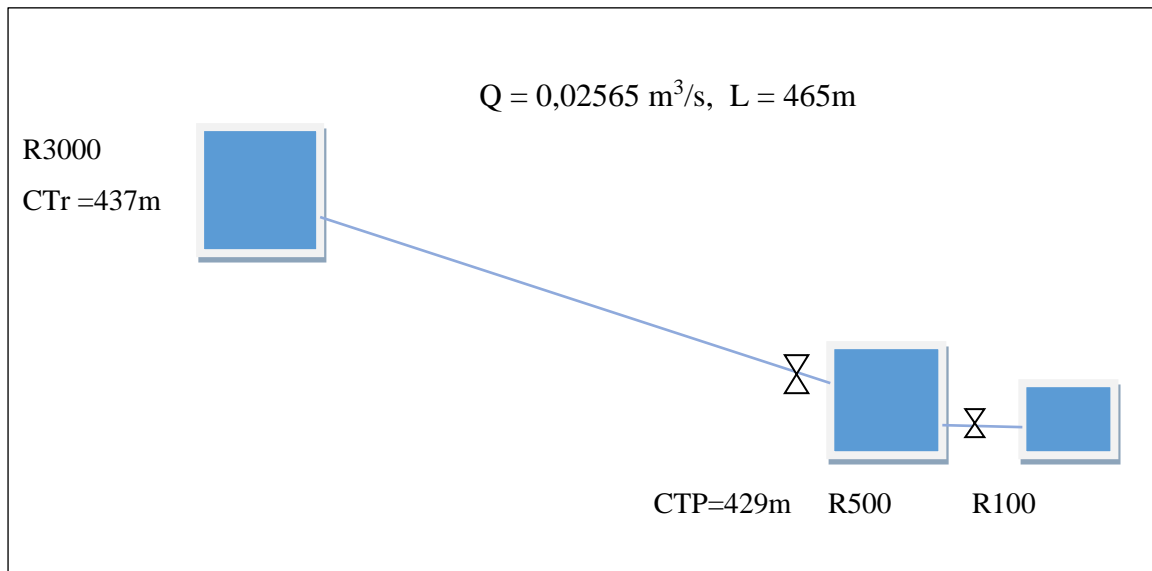


Figure IV. 1 : Adduction gravitaire

- Nous choisissons le diamètre qui ne dépasse pas la vitesse $V=1,5\text{m/s}$

La vitesse qui vérifie la condition d'écoulement : $0,5\text{m/s} < V < 1,5 \text{ m/s}$

On a: $Q=vs. \Leftrightarrow Q = \pi D^2/4 \Rightarrow D = \sqrt{4Q/\pi}$

AN:

$D_{int} = 0,1762\text{m}$, $DN = 200\text{mm}$

- **L'équation de hazan williams :**

$$J_u = 10,69 * Q^{1,852} / C_{HW}^{1,852} * D^{4,871}$$

J_u : pertes charge unitaire

D : diamètre intérieure de la conduite

C_{HW} : coefficient de hazan williams

Ne choisit le matériau PEHD (polyéthylène haute densité), $C_{HW} = 150$

$$J_u = 10,69 * 0,02565^{1,852} / 150^{1,852} * 0,1762^{4,871}$$

$$J_u = 0,0121 / 10718,18 * 0,0002125 = 0,0121 / 2.278 = 0,0053\text{m}$$

$$J_u = 0,0053\text{m}$$

- **Perte charge linéaire :**

$$\Delta H_L = J_l = J_u * L$$

$$\Delta H_L = 0,0053 * 465 = 2,4645\text{m}$$

$$\Delta H_L = 2,4645\text{m}$$

- **Perte de charge singulière :**

$$\Delta H_s = J_s = 0,15 * J_l$$

$$\Delta H_s = 0,15 * 2,4645 = 0,37\text{m}$$

- **Perte charge total :**

$$J_t = \Delta H_T = 1,15 * \Delta H_L$$

$$\Delta H_T = 1,15 * 2,4645 = 2,835\text{m}$$

$$\Delta H_T = 2,835\text{m}$$

- **Hauteur géométrique :**

$$H_g = C_{Tr} (R3000) - C_{TP} (R500) = 437 - 429 = 8\text{m}$$

$$H_g = 8\text{m}.$$

Tableau IV. 1 : Récapitulatif de Résultats

DN (mm)	Dint (mm)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	L (m)	C _{HW}	ΔH _s (m)	ΔH _L (m)	ΔH _T (m)	H _g (m)
200	176,2	0,02565	1,05	465	150	0,37	2,4645	2,835	8

IV.6. Equipements de l'adduction

Lors de travaux de réparation, des parties spécifiques d'un système d'adduction sont isolées à l'aide de dispositifs de sectionnement. Les dispositifs couramment utilisés comprennent des vannes à boisseau sphérique, des clapets anti-retours, des vannes papillon et des vannes à guillotine. Ils sont cruciaux pour garantir la fiabilité et l'efficacité du système et offrir un accès facile à la maintenance et aux réparations.

On distingue :

- **Vanne papillon**

Les vannes papillon sont des dispositifs couramment utilisés pour sectionner les conduites et réguler le débit. Elles se composent d'un disque en forme de papillon qui pivote pour contrôler efficacement et compactement le débit du fluide

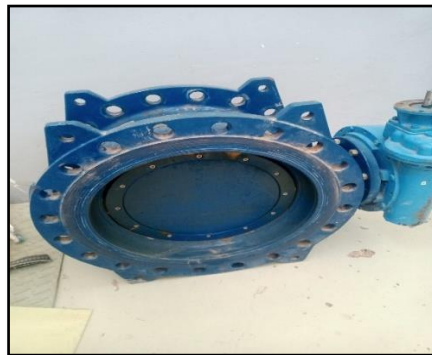


Figure IV. 2 : Vanne papillon

- **Ventouses**

Pour éviter les variations de pression pouvant causer des dommages, les purges d'air évacuent l'air comprimé des canalisations. En éliminant l'air compressible, ils empêchent la formation de sous-pressions et garantissent le bon fonctionnement des installations.



Figure IV. 3 : Ventouse automatique.

- **Vanne opercule**

Les vannes à guillotine sectionnent complètement une canalisation en déplaçant une lentille épaisse verticalement dans un écran fixé à la vanne. Lors de travaux de maintenance ou de réparation, ils sont fréquemment utilisés dans l'industrie pour isoler des parties de canalisations.



Figure IV. 4 : Vanne opercule.

- **Vidanges**

Les vannes de purge situées aux points bas des conduites facilitent la vidange et éliminent les liquides résiduels et les sédiments pour prévenir les obstructions et garantir la longévité des conduites.

Conduite d'adduction gravitaire entre 3000 m³ et 500 m³ de réservoir

Données fondamentales :

- Débit $Q = 25.65$ l/s ;

- Hauteur géométrique (H_g) : $CR-CR = 437 - 429 = 8\text{m}$;
- Longueur de la conduite : $L=465\text{ m}$

IV.7. Conclusion

En conclusion, on peut dire que ce chapitre a fait l'objet d'une étude technico économique Pour un tronçon gravitaire R3000-R500, la longueur est $l = \text{m}$ et le débit sont 25.65 l/s ,

Pour le tronçon R3000-R500, on a choisi le PEHD. Le diamètre économique de l'adduction Gravitaire R3000-R500 est 200mm .

Chapitre

V. Etude de distribution

V.1. Introduction

Le choix d'un réseau de distribution approprié est essentiel pour acheminer l'eau des réservoirs vers les consommateurs après avoir évalué les besoins en eau d'une communauté. Afin de garantir un débit optimal et une pression de service adéquate, en particulier pour les habitations éloignées et les immeubles de grande hauteur, les canalisations doivent être dimensionnées en fonction des débits de pointe et d'incendie. Des branchements sont ensuite installés sur ces canalisations pour fournir de l'eau aux consommateurs, en veillant à ce qu'elles soient faciles à utiliser et fiables. L'objectif de cette étape est d'assurer une distribution de l'eau efficace et fiable à l'ensemble de la communauté.

V.2. Equipement du réseau de distribution

Le réseau de distribution a doté des accessoires qui devront être utilisés pour l'équipement de celui-ci :

- **Canalisations** : Les réseaux de distribution d'eau potable sont composés de deux types de conduites :
 - **Conduites principales** : sont les conduites d'eau qui passent d'un réservoir ou d'une station de pompage aux conduites secondaires.
 - **Conduites secondaires** : Ils sont également responsables de la liaison entre les conduites principales et les branchements qui desservent les maisons et les bâtiments.
- **Robinets vannes** : Chaque nœud du réseau d'eau a des vannes pour isoler les sections en cas de réparation. Une clé spéciale appelée "béquille", qui est insérée dans une bouche à clé sur le trottoir, permet leur actionnement. Ces vannes sont essentielles à la maintenance et à la flexibilité du réseau d'eau potable.
- **Bouches ou poteau d'incendie** : Les poteaux et les bouches d'incendie doivent être connectés à des conduites avec une pression d'eau de 10 m (1 bar) et un débit minimal de 17 l/s. Ils sont disposés le long des trottoirs, avec une distance de 200 à 300 mètres, en fonction de l'évaluation des risques d'incendie.
- **Clapets** : Les clapets sont des appareils fixés aux conduites pour empêcher l'eau de retourner dans le sens opposé à son écoulement normal. En cas de forte pression, ils

agissent également comme des soupapes pour éviter les chocs hydrauliques qui pourraient endommager le réseau d'eau.

- **Ventouses** : Pour éviter la formation de vide dans les conduites, les ventouses sont placées aux points élevés du réseau. Lors de la vidange, les poches d'air sont alimentées en air par l'entrée d'air, ce qui garantit un fonctionnement hydraulique optimal.
- **Robinets de vidange (décharge)** : Les robinets de purge placés en bas du réseau facilitent l'évacuation de l'eau et rendent la maintenance plus facile.
- **Régulateurs de pression** : Ces appareils régulent la pression de l'eau en ajustant le débit, garantissant une pression stable et sûre pour les utilisateurs finaux. Cela empêche les dommages causés par les surpressions et les sous-pressions dans le réseau de distribution
- **Pièces spéciales de raccord** : Ce sont des composants permettant d'adapter la conduite au tracé prévu au projet :
 - ✓ Les Tés ;
 - ✓ Les coudes ;
 - ✓ Les cônes de réduction.

V.3. Choix du type de matériaux

Les critères suivants doivent être pris en compte pour sélectionner le type de matériau à utiliser dans la construction des conduites :

- ✓ Le diamètre ;
- ✓ La pression de service supportée ;
- ✓ Les conditions de pose et de transport ;
- ✓ Le prix ;
- ✓ La durée de vie ;
- ✓ La disponibilité sur le marché.

V.4. Classification des réseaux de distribution

Les réseaux peuvent être classés comme suit :

- **Le réseau ramifié** : Ces appareils régulent la pression de l'eau en ajustant le débit, ce qui garantit une pression stable et sûre pour les utilisateurs finaux. Cela protège le réseau de distribution des surpressions et des sous-pressions

- **Le réseau maillé :** En isolant la section défectueuse avec un simple robinet, ce système d'alimentation en retour permet une interruption facile. En raison de sa commodité et de sa capacité à garantir la sécurité de l'alimentation en eau, il est préférable au réseau ramifié malgré son coût plus élevé.
- **Le réseau mixte :** est un système qui combine des éléments maillés et ramifiés. Ce type de plan est fréquemment utilisé pour fournir de l'eau aux quartiers situés en périphérie de la ville, en utilisant des ramifications connectées aux mailles utilisées dans le centre-ville.

V.5. Principe du tracé du réseau combiné

- Repérer les quartiers ayant une densité de population importante.
- Déterminer le sens principal de la distribution d'eau potable.
- Tracer les conduites principales en parallèle.
- Relier les conduites principales par des conduites secondaires pour former des mailles.
- Ajouter des ramifications à partir d'un nœud de manière à assurer l'alimentation des consommateurs éloignés.

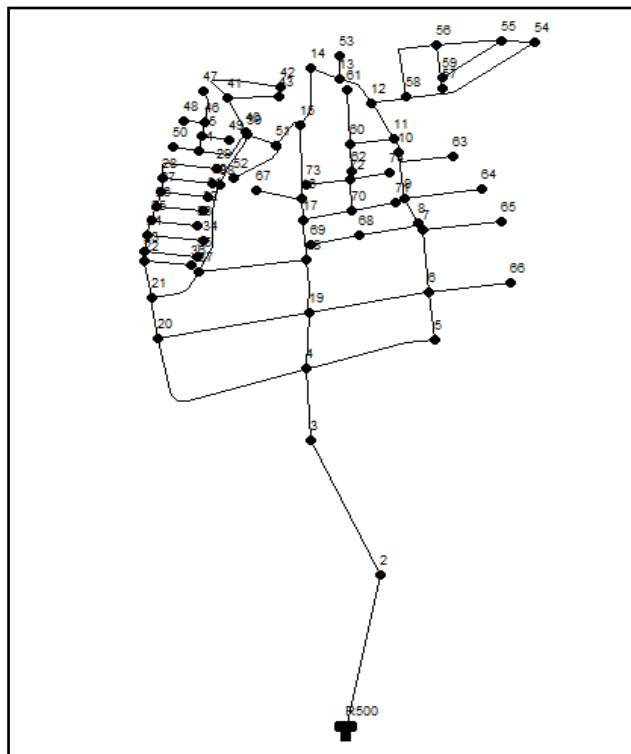


Figure V. 1 : Tracé du réseau de distribution.

V.6. Calcul hydraulique du réseau de distribution

La méthode pour déterminer les débits dans un réseau est la suivante :

- ✓ On détermine la longueur de chaque tronçon du réseau maillé et celui ramifié ;
- ✓ On détermine le débit spécifique en considérant les débits en route ;
- ✓ On calcul les débits en route pendant l'heure de pointe ;
- ✓ Connaissant les débits en route et ceux concentrés, on détermine les débits supposés concentrés aux nœuds.

V.7. Détermination des débits

V.7.1. Débit de pointe

Le débit de pointe est utilisé comme base pour dimensionner le réseau de distribution d'eau potable ; cela permet de déterminer les sections et les diamètres des canalisations nécessaires pour répondre aux besoins en eau des consommateurs en période de pointe.

Pour la zone d'ACL el adjiba $Q_{\text{point}} = 138.50 \text{ m}^3/\text{h}$ $Q_{\text{point}} = 38.47 \text{ l/s}$

V.7.2. Débit Spécifique

On suppose que les besoins en eau sont répartis uniformément le long des réseaux de distribution afin de faciliter le calcul. Cette hypothèse facilite le calcul du débit spécifique.

$$Q \text{ spécifique} = Q_{\text{point}} / \sum L_i \text{ (l/s/ml)}$$

Avec :

Q_r : Débit en route,

$\sum L_i$: Somme des longueurs des tronçons de réseau.

V.7.3. Débit En Route

Le débit uniformément réparti le long de chaque section du réseau de distribution est égal au débit en transit sur cette section. Il est possible de trouver cette valeur en utilisant une formule spécifique qui prend en compte les propriétés du tronçon en question.

$$Q_{\text{route}} = Q_{\text{sp}} \times L_{i,j} \text{ (l/s)}$$

Avec :

Q_{route} : Débit en route ;

$Q_{\text{spécifique}}$: débit spécifique.

V.7.4. Débit aux Nœuds

Les débits nodaux sont les débits concentrés aux nœuds du réseau de distribution pour alimenter la population environnante. Ils sont calculés en fonction des caractéristiques du réseau et de la population desservie.

$$Q_{\text{noeud}} = 0.55 \sum Q_r + \sum Q_{\text{consom}} \text{ (l/s)}$$

Avec :

Q_{noeud} : Débit au nœud (l/s) ;

Q_{route} : débit de route en (l/s) ;

Q_{consom} : débit concentré (l/s).

V.8. Modélisation et simulation du réseau

De nombreux logiciels ont vu le jour pour répondre aux besoins des ingénieurs et concepteurs en hydraulique avec l'avancement des mathématiques appliquées et de l'informatique. Ces outils peuvent effectuer des calculs et des simulations complexes en un temps record. WATERCAD, PICCOLO, PORTEAU et EPANET sont parmi les logiciels les plus courants que nous avons choisis pour notre étude.

V.9. Logiciels utilisés

- **Autocade**

AutoCAD est un logiciel de conception assistée par ordinateur utilisé pour créer des dessins techniques en 2D et en 3D. Il est également utilisé en hydraulique pour la conception de réseaux de tuyauterie, l'analyse des écoulements, la conception de systèmes de drainage et d'irrigation, la conception de stations de pompage, la planification des réseaux d'alimentation en eau et la documentation technique. Les systèmes hydrauliques peuvent être efficacement conçus, modélisés, analysés et documentés grâce à ces utilisations.

➤ Planification d'un réseau d'alimentation

Ces étapes permettront de créer un plan détaillé d'un réseau d'alimentation en eau en utilisant Autocad:

1-Création d'un nouveau dessin ;

2-Dessin des conduites ;

- 3-Étiquetage et annotation ;
- 4- enregistrement ;
- 5-Préparation de la documentation ;
- 6-Exportation et partage.

- **EPACAD**

EPACAD est un programme gratuit qui peut convertir un fichier AUTOCAD en EPANET et importer automatiquement les caractéristiques principales des éléments d'un réseau.

Utilisation de l'epacad

- 1- Enregistrer le fichier autocad sous format DXF.
- 2- Importer le fichier DXF dans EPACAD.
- 3- Lancer l'application EPANET.
- 4- Cliquez sur le bouton ouvrir, dans la fenêtre qui apparait choisissez fichiers d'entrée (*.INP) dans le champ types de fichier ensuite, sélectionnez le fichier que vous venez de créer avec EPACAD et cliquez sur ouvrir.

V.10. Choix de PN

Le diamètre du réseau AEP a été déterminé par une évaluation approfondie des besoins de pression, de la classe de performance du matériau, du diamètre de la conduite, des normes et réglementations applicables, ainsi que de l'expérience et des bonnes pratiques de l'industrie. Ce choix garantit une distribution de l'eau potable efficace et fiable dans le réseau tout en respectant les normes de conception et de sécurité.

Pour notre cas, nous avons choisi le PN6 pour le diamètre du réseau d'AEP, comme indiqué dans le tableau suivant :

Tableau V. 1 : Diamètres.

Diamètre extérieur en (mm)	Diamètre intérieure en (mm)
20	16.0
25	21.0

32	28.0
40	35.2
50	44.0
63	55.4
75	66.0
90	79.2
110	96.8
125	110.2
160	141.0
200	176.2
250	220.4
315	277.6

La longueur totale du réseau de distribution est de 7489.68 m ;

Le débit de pointe est : $Q_{\text{point}} = 138.50 \text{ m}^3/\text{h}$ donc $Q_{\text{point}} = 38.47 \text{ l/s}$

Le débit spécifique : $Q_{\text{spécifique}} = Q_{\text{point}} / \sum L_i$

$$Q_{\text{spécifique}} = \frac{38.47}{7489.68} = 0.00514 \text{ l/s/m}$$

V.11. Calcul des débits

L'estimation des besoins maximums horaires (débits spécifiques, débits en route et débits en nœuds).

Tableau V. 2 : Débits en route.

Traçons	Longueur (m)	Qsp (l/s/m)	Qr (l/s)
4-3	143.89	0.00513640	0.7391
5-4	237.09		1.2178
5-6	95.92		0.4927
6-7	124.47		0.6393
6-19	219.56		1.1277
6-66	146.02		0.7500
7-65	143.59		0.7375

7-8	14.34	0.0737
8-9	55.46	0.2849
10-9	94.81	0.4870
11-10	27.93	0.1435
11-60	80.4	0.4130
12-11	81.7	0.4196
13-14	56.26	0.2890
13-12	80.52	0.4136
14-15	119.39	0.6132
16-15	147.45	0.7574
17-16	41.17	0.2115
18-17	80.79	0.4150
18-37	195.47	1.0040
19-20	274.29	1.4089
19-18	105.76	0.5432
19-4	111.89	0.5747
20-4	372.92	1.9155
21-20	82.69	0.4247
22-21	74.79	0.3842
22-36	84.49	0.4340
23-35	95.96	0.4929
23-22	20.99	0.1078
24-23	31.51	0.1618
24-34	101.86	0.5232
25-24	30.43	0.1563
25-33	83.85	0.4307
26-32	85.34	0.4383
26-25	29.85	0.1533
27-26	29.36	0.1508
28-27	29.31	0.1505
29-28	128.44	0.6597
30-28	90	0.4623
31-27	83.98	0.4314

37-21	108.93	0.5595
38-37	178.4	0.9163
39-38	113.88	0.5849
39-40	6.74	0.0346
40-41	76.26	0.3917
40-44	110.64	0.5683
41-42	171.01	0.8784
43-41	91.4	0.4695
44-50	45.57	0.2341
45-44	30.7	0.1577
46-45	26.61	0.1367
46-48	36.67	0.1884
47-46	63.73	0.3273
49-45	50.5	0.2594
51-39	54.73	0.2811
51-52	114.74	0.5894
51-15	67.16	0.3450
53-13	43.96	0.2258
54-12	324.9	1.6688
54-55	59.08	0.3035
56-55	117.02	0.6011
57-56	86.61	0.4449
58-56	163.41	0.8393
59-55	127.58	0.6553
60—62	54.09	0.2778
60—61	107.98	0.5546
63-10	118.34	0.6078
64-9	140.11	0.7197
67-16	84.14	0.4322
68-8	109.17	0.5607
69-68	89.98	0.4622
70-71	78.68	0.4041
70-17	89.46	0.4595

72-73	78.01		0.4007
72-70	63.51		0.3262
74-72	72.04		0.3700

Tableau V. 3 : Débits en nœuds.

Nœuds	Tronçon	Qr (l/s)	Qn (l/s)
3	3-4	0.739077	0.406492
4	4-3	0.739077	2.445875
	4-5	1.217789	
	4-20	1.915467	
	4-19	0.574712	
5	5-4	1.217789	0.940760
	5-6	0.492684	
6	6-7	0.639328	1.655377
	6-19	1.127748	
	6-66	0.750017	
	6-5	0.492684	
7	7-65	0.737536	0.797786
	7-8	0.073656	
	7-6	0.639328	
8	8-9	0.284865	0.505594
	8-68	0.560741	
	8-7	0.073656	
9	9-64	0.719661	0.820329
	9-10	0.486982	
	9-8	0.284865	
10	10-9	0.486982	0.681056
	10-63	0.607842	
	10-11	0.143460	
11	11-10	0.143460	0.536839
	11-60	0.412967	
	11-12	0.419644	

12	12-11	0.419644	1.376124
	12-54	1.668817	
	12-13	0.413583	
13	13-14	0.288974	0.510594
	13-12	0.413583	
	13-53	0.225796	
14	14-15	0.613235	0.496215
	14-13	0.288974	
15	15-51	0.344961	0.943557
	15-14	0.613235	
	15-16	0.757362	
16	16-15	0.757362	0.770553
	16-17	0.211466	
	16-67	0.432177	
17	17-16	0.211466	0.597266
	17-18	0.414970	
	17-70	0.459502	
18	18-17	0.414970	1.079214
	18-37	1.004012	
	18-19	0.543226	
19	19-20	1.408863	2.010002
	19-18	0.543226	
	19-4	0.574712	
	19-6	1.127748	
20	20-4	1.915467	2.061983
	20-19	1.408863	
	20-21	0.424729	
21	21-20	0.424729	0.752614
	21-37	0.559508	
	21-22	0.384151	
22	22-21	0.384151	0.509266
	22-36	0.433975	
	22-23	0.107813	

23	23-35	0.492889	0.419403
	23-22	0.107813	
	23-24	0.161848	
24	24-23	0.161848	0.462738
	24-34	0.523194	
	24-25	0.156301	
25	25-24	0.156301	0.407170
	25-33	0.430687	
	25-26	0.153322	
26	26-32	0.438340	0.408357
	26-25	0.153322	
	26-27	0.150805	
27	27-26	0.150805	0.402989
	27-28	0.150548	
	27-31	0.431355	
28	28-27	0.150548	0.699899
	28-30	0.462276	
	28-29	0.659719	
29	29-28	0.659719	0.362846
30	30-28	0.462276	0.254252
31	31-27	0.431355	0.237245
32	32-26	0.438340	0.241087
33	33-25	0.430687	0.236878
34	34-24	0.523194	0.287757
35	35-23	0.492889	0.271089
36	36-22	0.433975	0.238686
37	37-21	0.559508	1.363920
	37-38	0.916334	
	37-18	1.004012	
38	38-37	0.916334	0.825697
	38-39	0.584933	
39	39-38	0.584933	0.495367
	39-40	0.034619	

	39-51	0.281115	
40	40-41	0.391702	0.547037
	40-44	0.568291	
	40-39	0.034619	
41	41-42	0.878376	0.956750
	41-40	0.391702	
	41-43	0.469467	
42	42-41	0.878376	0.483107
43	43-41	0.469467	0.258207
44	44-50	0.234066	0.528025
	44-40	0.568291	
	44-45	0.157688	
45	45-44	0.157688	0.304565
	45-49	0.259388	
	45-46	0.136680	
46	46-45	0.136680	0.358806
	46-48	0.188352	
	46-47	0.327343	
47	47-46	0.327343	0.180039
48	48-46	0.188352	0.103594
49	49-45	0.259388	0.142664
50	50-44	0.234066	0.128736
51	51-39	0.281115	0.668485
	51-52	0.589351	
	51-15	0.344961	
52	52-51	0.589351	0.324143
53	53-13	0.225796	0.124188
54	54-12	1.668817	1.084751
	54-55	0.303459	
55	55-59	0.655302	0.857902
	55-54	0.303459	
	55-56	0.601062	
56	56-55	0.601062	1.036896

	56-57	0.444864	
	56-58	0.839339	
57	57-56	0.444864	0.244675
58	58-56	0.839339	0.461637
59	59--55	0.655302	0.360416
60	60-62	0.277828	0.684983
	60-61	0.554629	
	60-11	0.412967	
61	61-60	0.554629	0.305046
62	62-60	0.277828	0.152805
63	63-10	0.607842	0.334313
64	64-9	0.719661	0.395814
65	65-7	0.737536	0.405645
66	66-6	0.750017	0.412510
67	67-16	0.432177	0.237697
68	68-8	0.560741	0.562603
	68-69	0.462173	
69	69-68	0.462173	0.254195
70	70-71	0.404132	0.654416
	70-17	0.459502	
	70-72	0.326213	
71	71-70	0.404132	0.222273
72	72-73	0.400691	0.603311
	72-70	0.326213	
	72-74	0.370026	
73	73-72	0.400691	0.220380
74	74-72	0.370026	0.203514

V.12. Conclusion

Dans ce chapitre on a calculé les débits (**débits spécifiques, débits en route et débits en nœuds**), en fonction du débit de pointe $Q_{\text{point}} = 38.471/\text{s}$.

Chapitre

VI. Simulation des résultats d'épanet

VI.1. Introduction

Ce chapitre traite de la modélisation et de l'analyse des réseaux d'eau potable en utilisant des outils tels qu'Epanet afin d'optimiser les performances et de garantir un approvisionnement en eau sûr et efficace.

VI.2. Présentation du logiciel EPANET

EPANET est un logiciel de modélisation et de simulation de réseaux d'eau pressurisés qui permet de visualiser et d'analyser les performances qualitatives et hydrauliques. À l'identification des problèmes et à l'identification de solutions. De plus, EPANET permet de suivre le parcours de l'eau.

VI.3. Utilisation du logiciel EPANET

Les étapes générales de modélisation d'un système de distribution d'eau à l'aide : en premier lieu consiste à la Création de modèles: crée les nœuds des tuyaux, des réservoirs et des pompes nécessaires pour représenter le réseau de distribution. Ensuite on saisit les données sur les propriétés physiques du réseau (diamètre des conduites, hauteur du réservoir.)Et sur la qualité de l'eau (concentrations en produits chimiques).Après on lance la simulation pour calculer le débit, la pression, le niveau du réservoir et la qualité de l'eau de notre réseau. On analyse les résultats de la simulation pour identifier les zones de basse pression, les zones de faible débit, les points de contamination potentiels, etc. A la fin on modifie les paramètres du réseau (diamètre des canalisations, position du réservoir.) pour optimiser le fonctionnement.

VI.4. Modélisation du réseau sous EPANET

EPANET utilise une technique de modélisation de réseau où les arcs, représentent les conduites et les nœuds sont les points de connexion. Les nœuds peuvent inclure, des réservoirs, des consommateurs, etc. Pour simuler notre système de distribution d'eau, les données du réseau ont été saisies dans EPANET.

➤ Au niveau des arcs (conduite)

- Diamètre ;
- Longueur ;

- Coefficient de rugosité (pour déterminer la perte de charge) ;
 - Nœuds initial et final.
- **Au niveau des nœuds**
- Altitude du nœud par rapport à un plan de référence ;
 - Demande en eau (débit prélevé sur le réseau).
- **Au niveau des réservoirs**
- Altitude du radier (où le niveau d'eau est nul) ;
 - Diamètre (ou sa forme s'il n'est pas cylindrique) ;
 - Niveaux initial, minimal et maximal de l'eau.

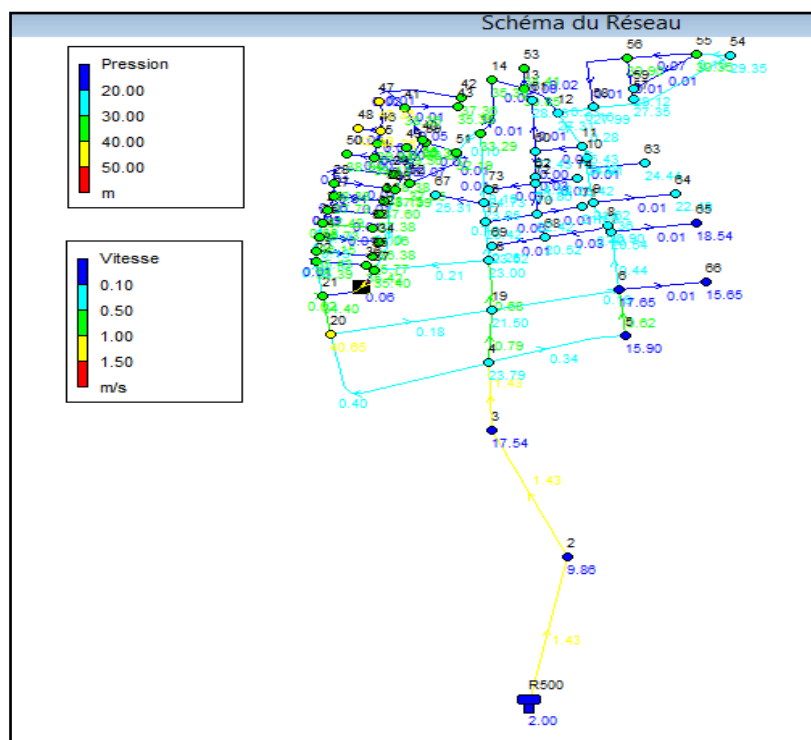


Figure VI. 1 : Réseau avant simulation.

VI.5. Simulation du réseau

Après saisie des données du réseau, le logiciel EPANET exécute des simulations pour analyser le comportement hydraulique du système. Cette simulation permet de déterminer diverses variables hydrauliques telles que la vitesse, le débit, pression et la charge. Les premières simulations montrent que certaines vitesses sont inférieures à 0,5m/s et d'autres supérieures à 1,5m/s. Sur la base de nos observations, nous avons identifié à la fois des

vitesse inférieure à 0,5m/s et des vitesses supérieures à 1,5m/s. Pour résoudre ce problème, on a décidé de changer le diamètre utilisé. Après avoir effectué ces ajustements, nous avons effectué une deuxième simulation pour vérifier les résultats obtenus.

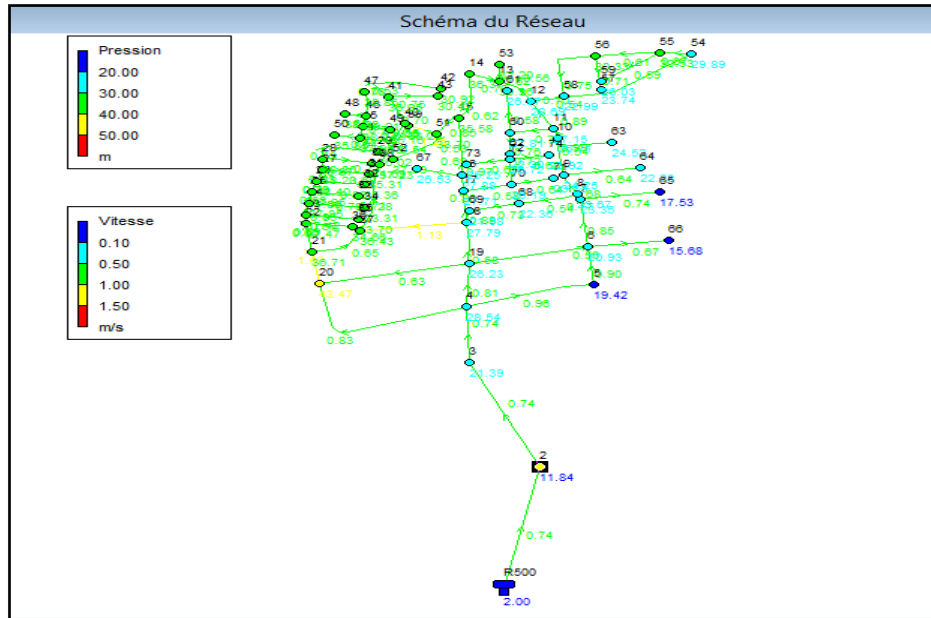


Figure VI. 2 : Simulation de réseau

Tableau VI. 1 : Pressions et les charges au niveau des nœuds

ID Nœud	Altitude(m)	Demande (l/s)	Charge(m)	Pression(m)
2	414.65	0	426.49	11.84
3	404.63	0	426.02	21.39
4	397.25	2.44587	425.79	28.54
5	405	0.9477	424.32	19.32
6	403	1.65538	423.79	20.79
7	400	0.79779	423.21	23.21
8	399.62	0.55594	423.16	23.54
9	398.87	0.82329	422.99	24.12
10	395.63	0.68156	422.2	26.57

11	395	0.53684	422.02	27.02
12	393.1	1.37612	421.65	28.55
13	389.56	0.51594	419.89	30.33
14	385	0.49621	421.37	36.37
15	387.1	0.94356	422.69	35.59
16	396.56	0.77553	424.46	27.9
17	397	0.59727	424.73	27.73
18	397.45	1.79214	425.26	27.81
19	399.2	2.1213	425.45	26.25
20	380.1	2.61983	423.57	43.47
21	386	0.75261	422.72	36.72
22	385	0.59266	422.47	37.47
23	384.95	0.41943	422.37	37.42
24	384.23	0.46274	422.08	37.85
25	383.65	0.47172	421.61	37.96
26	382.89	0.48357	421.3	38.41
27	382.65	0.42989	420.89	38.24
28	382	0.6999	420.3	38.3
29	382	0.36285	418.03	36.03
30	382.23	0.25425	416.92	34.69
31	382.78	0.23725	418.1	35.32
32	383	0.24187	418.36	35.36
33	383.54	0.23688	418.82	35.28
34	384	0.28776	417.32	33.32

35	384.61	0.27189	418.31	33.7
36	384.97	0.23869	419.63	34.66
37	385	1.36392	421.44	36.44
38	383	0.8257	420.25	37.25
39	383.56	0.49537	419.78	36.22
40	384	0.54737	419.75	35.75
41	382	0.95675	418.96	36.96
42	383	0.48317	413.93	30.93
43	385	0.25827	415.43	30.43
44	381.23	0.52825	419.19	37.96
45	380.45	0.34565	418.7	38.25
46	379	0.35886	418.22	39.22
47	378	0.18386	416.87	38.87
48	378.24	0.13594	416.54	38.3
49	381	0.14266	416.17	35.17
50	381.42	0.12874	417.29	35.87
51	388.2	0.66848	421.91	33.71
52	382.54	0.32414	420.24	37.7
53	386	0.12419	418.16	32.16
54	391	1.84751	420.76	29.76
55	390	0.85792	420.4	30.4
56	389.45	1.36896	419.65	30.2
57	393	0.24468	416.61	23.61
58	392.36	0.46164	415.22	22.86

59	392.23	0.36416	418.12	25.89
60	393	0.68498	420.67	27.67
61	392	0.35457	418.84	26.84
62	395.45	0.15285	417.62	22.17
63	396	0.33431	420.39	24.39
64	398	0.39581	420.09	22.09
65	402	0.45645	419.4	17.4
66	405	0.4126	420.55	15.55
67	395.1	0.2377	421.65	26.55
68	400	0.56263	422.23	22.23
69	397	0.2542	418.85	21.85
70	398	0.65442	424.21	26.21
71	398.53	0.22227	421.87	23.34
72	396.56	0.63311	423.3	26.74
73	395.69	0.2238	420.96	25.27
74	397	0.23514	420.94	23.94
R600	425	Sans Valeur	427	2

Tableau VI. 2 : Pertes de charge et vitesses au niveau des arcs

Tronçons	Longueur(m)	D Int (mm)	Rugosité (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	P. Charge U (m/km)
2-R	274.29	66	0.01	2.15	0.63	6.79
3-2	178.4	79.2	0.01	-3.48	0.71	6.7
4-3	108.93	44	0.01	-0.99	0.65	11.79
5-4	82.69	96.2	0.01	-7.43	1.02	10.29
5-6	95.96	21	0.01	0.27	0.78	42.31

6-7	30.43	66	0.01	-3.42	1	15.65
6-19	31.51	79.2	0.01	-4.17	0.85	9.27
6-66	20.99	96.2	0.01	-4.86	0.67	4.78
7-65	74.79	110.2	0.01	-5.69	0.6	3.3
7-8	85.34	21	0.01	0.24	0.7	34.41
8-9	83.85	21	0.01	0.24	0.68	33.17
10—9	84.49	21	0.01	0.24	0.69	33.62
11-10	101.86	21	0.01	0.29	0.83	46.78
11-60	90	21	0.01	-0.25	0.73	37.58
12-11	128.44	28	0.01	-0.36	0.59	17.72
13-14	29.31	44	0.01	-1.32	0.87	19.95
13-12	29.36	55.2	0.01	-1.98	0.83	13.93
14-15	29.85	66	0.01	-2.71	0.79	10.3
16-15	83.98	21	0.01	-0.24	0.68	33.26
17-16	54.73	44	0.01	1.91	1.26	38.97
18-17	113.88	79.2	0.01	-2.66	0.54	4.13
18-37	114.74	28	0.01	0.32	0.53	14.53
19-20	76.26	55.4	0.01	1.7	0.7	10.36
19-18	171.01	28	0.01	0.48	0.78	29.41
19-4	50.5	16	0.01	-0.14	0.71	50.05
20-4	110.64	66	0.01	1.82	0.53	5.07
21-20	45.57	16	0.01	0.13	0.64	41.81
22-21	63.73	21	0.01	-0.18	0.53	21.26
22-36	26.61	35.2	0.01	-0.68	0.7	17.9
23-35	30.7	44	0.01	-1.17	0.77	16.07
23-22	36.67	16	0.01	0.14	0.68	45.99
24-23	91.4	21	0.01	-0.26	0.75	38.63
24-34	124.47	141	0.01	13.3	0.85	4.65
25-24	219.56	55.4	0.01	-1.35	0.56	6.83
25-33	237.09	141	0.01	-14.97	0.96	5.77
26-32	372.92	110.2	0.01	-7.9	0.83	5.96

26-25	105.76	176.2	0.01	14.02	0.57	1.74
27-26	80.79	110.2	0.01	8.37	0.88	6.62
28-27	41.17	96.2	0.01	5.8	0.8	6.58
29-28	95.92	141	0.01	14.03	0.9	5.12
30-28	146.02	28	0.01	0.41	0.67	22.23
31-27	86.61	21	0.01	-0.24	0.71	35.12
37-21	324.9	110.2	0.01	-5.14	0.54	2.75
38-37	127.58	28	0.01	-0.36	0.59	17.83
39-38	118.34	28	0.01	-0.33	0.54	15.34
39-40	54.09	16	0.01	0.15	0.76	56.5
40-41	78.68	21	0.01	0.22	0.64	29.65
40-44	89.46	66	0.01	-1.97	0.58	5.81
41-42	72.04	21	0.01	-0.24	0.68	32.74
43-41	78.01	21	0.01	0.22	0.65	30.01
44-50	84.14	21	0.01	-0.24	0.69	33.37
45-44	63.51	44	0.01	-1.09	0.72	14.28
46-45	143.59	28	0.01	0.46	0.74	26.59
46-48	140.11	28	0.01	-0.4	0.64	20.66
47-46	163.41	28	0.01	-0.46	0.75	27.12
49-45	67.16	66	0.01	-2.9	0.85	11.66
51-39	43.96	16	0.01	-0.12	0.62	39.26
51-52	59.08	79.2	0.01	3.3	0.67	6.08
51-15	117.02	66	0.01	-2.08	0.61	6.39
53-13	89.98	21	0.01	-0.25	0.73	37.57
54-12	109.17	44	0.01	-0.82	0.54	8.52
54-55	56.26	28	0.01	-0.45	0.73	25.64
56-55	119.39	44	0.01	-0.94	0.62	11
57-56	147.45	79.2	0.01	4.79	0.97	11.92
58-56	80.52	21	0.01	-0.19	0.56	23.12
59-55	81.7	110.2	0.01	-6.71	0.7	4.44
60-62	27.93	110.2	0.01	-8.44	0.89	6.72

60-61	94.81	110.2	0.01	-9.46	0.99	8.26
63-10	55.46	141	0.01	10.68	0.68	3.12
64-9	14.34	141	0.01	12.05	0.77	3.89
67-16	111.89	176.2	0.01	-19.64	0.81	3.21
68-8	6.74	96.2	0.01	4.07	0.56	3.48
69-68	143.89	277.6	0.01	-61.96	1.02	2.88
70-71	296.2	277.6	0.01	-61.96	1.02	2.88
70-17	316.43	277.6	0.01	-61.96	1.02	2.88
72-73	195.47	66	0.01	3.86	1.13	19.51
72-70	80.4	44	0.01	1.19	0.78	16.7
74-72	107.98	28	0.01	0.35	0.58	17.01

- **Remarque 1**

Après la première simulation, nous constatons que les vitesses et les pressions se situent dans des plages acceptables, respectivement entre 10 et 60 pour les pressions et entre 0,5 et 1,5 pour les vitesses.

Pour les vitesses on note une vitesse minimale égale à 0.53 m/s, et une vitesse maximale égale à 1.26m/s.

Pour les pressions on note une pression minimale égale à 15.68m, et une pression maximale égale à 43.47m

VI.6. Cas d'incendie

En cas d'incendie, EPANET peut augmenter le débit dans le nœud de pression le plus défavorable, évaluant ainsi la capacité du réseau à répondre à la demande d'incendie. Une seconde simulation est ensuite effectuée pour s'assurer que les pressions et les vitesses restent acceptables, ce qui garantit un fonctionnement sûr et optimal du réseau dans des scénarios normaux et dans des conditions d'incendie.

Tableau VI. 3 : Débit de nœuds (cas d'incendie).

Nœuds	Tronçon	Q routes (l/s)	Q nœud (l/s)	Qcc (l/s)	Q nœud (l/s)
3	3-4	0.739077	0.406492	-	0.406492

4	4-3	0.739077	2.445875	17	19.445875
	4-5	1.217789			
	4-20	1.915467			
	4-19	0.574712			
5	5-4	1.217789	0.940760	-	0.940760
	5-6	0.492684			
6	6-7	0.639328	1.655377	-	1.655377
	6-19	1.127748			
	6-66	0.750017			
	6-5	0.492684			
7	7-65	0.737536	0.797786	-	0.797786
	7-8	0.073656			
	7-6	0.639328			
8	8-9	0.284865	0.505594	-	0.505594
	8-68	0.560741			
	8-7	0.073656			
9	9-64	0.719661	0.820329	-	0.820329
	9-10	0.486982			
	9-8	0.284865			
10	10-9	0.486982	0.681056	-	0.681056
	10-63	0.607842			
	10-11	0.143460			
11	11-10	0.143460	0.536839	-	0.536839
	11-60	0.412967			
	11-12	0.419644			
12	12-11	0.419644	1.376124	-	1.376124
	12-54	1.668817			
	12-13	0.413583			
13	13-14	0.288974	0.510594	-	0.510594
	13-12	0.413583			
	13-53	0.225796			
14	14-15	0.613235	0.496215	-	0.496215
	14-13	0.288974			

15	15-51	0.344961	0.943557	-	0.943557
	15-14	0.613235			
	15-16	0.757362			
16	16-15	0.757362	0.770553	-	0.770553
	16-17	0.211466			
	16-67	0.432177			
17	17-16	0.211466	0.597266	-	0.597266
	17-18	0.414970			
	17-70	0.459502			
18	18-17	0.414970	1.079214	-	1.079214
	18-37	1.004012			
	18-19	0.543226			
19	19-20	1.408863	2.010002	-	2.010002
	19-18	0.543226			
	19-4	0.574712			
	19-6	1.127748			
20	20-4	1.915467	2.061983	-	2.061983
	20-19	1.408863			
	20-21	0.424729			
21	21-20	0.424729	0.752614	-	0.752614
	21-37	0.559508			
	21-22	0.384151			
22	22-21	0.384151		-	
	22-36	0.433975		-	
	22-23	0.107813	0.509266	-	0.509266
23	23-35	0.492889	0.419403	-	0.419403
	23-22	0.107813			
	23-24	0.161848			
24	24-23	0.161848	0.462738	-	0.462738
	24-34	0.523194			
	24-25	0.156301			
25	25-24	0.156301	0.407170	-	0.407170
	25-33	0.430687			

	25-26	0.153322			
26	26-32	0.438340	0.408357	-	0.408357
	26-25	0.153322			
	26-27	0.150805			
27	27-26	0.150805	0.402989	-	0.402989
	27-28	0.150548			
	27-31	0.431355			
28	28-27	0.150548	0.699899	-	0.699899
	28-30	0.462276			
	28-29	0.659719			
29	29-28	0.659719	0.362846	-	0.362846
30	30-28	0.462276	0.254252	-	0.254252
31	31-27	0.431355	0.237245	-	0.237245
32	32-26	0.438340	0.241087	-	0.241087
33	33-25	0.430687	0.236878	-	0.236878
34	34-24	0.523194	0.287757	-	0.287757
35	35-23	0.492889	0.271089	-	0.271089
36	36-22	0.433975	0.238686	-	0.238686
37	37-21	0.559508	1.363920	-	1.363920
	37-38	0.916334			
	37-18	1.004012			
38	38-37	0.916334	0.825697	-	0.825697
	38-39	0.584933			
39	39-38	0.584933	0.495367	-	0.495367
	39-40	0.034619			
	39-51	0.281115			
40	40-41	0.391702	0.547037	-	0.547037
	40-44	0.568291			
	40-39	0.034619			
41	41-42	0.878376	0.956750	-	0.956750
	41-40	0.391702			
	41-43	0.469467			
42	42-41	0.878376	0.483107	-	0.483107

43	43-41	0.469467	0.258207	-	0.258207
44	44-50	0.234066	0.528025	-	0.528025
	44-40	0.568291			
	44-45	0.157688			
45	45-44	0.157688	0.304565	-	0.304565
	45-49	0.259388			
	45-46	0.136680			
46	46-45	0.136680	0.358806		0.358806
	46-48	0.188352			
	46-47	0.327343			
47	47-46	0.327343	0.180039	-	0.180039
48	48-46	0.188352	0.103594	-	0.103594
49	49-45	0.259388	0.142664	-	0.142664
50	50-44	0.234066	0.128736	-	0.128736
51	51-39	0.281115	0.668485	-	0.668485
	51-52	0.589351			
	51-15	0.344961			
52	52-51	0.589351	0.324143	-	0.324143
53	53-13	0.225796	0.124188	-	0.124188
54	54-12	1.668817	1.084751	-	1.084751
	54-55	0.303459			
55	55-59	0.655302	0.857902	-	0.857902
	55-54	0.303459			
	55-56	0.601062			
56	56-55	0.601062	1.036896	-	1.036896
	56-57	0.444864			
	56-58	0.839339			
57	57-56	0.444864	0.244675	-	0.244675
58	58-56	0.839339	0.461637	-	0.461637
59	59-55	0.655302	0.360416	-	0.360416
60	60-62	0.277828	0.684983	-	0.684983
	60-61	0.554629			
	60-11	0.412967			

61	61-60	0.554629	0.305046	-	0.305046
62	62-60	0.277828	0.152805	-	0.152805
63	63-10	0.607842	0.334313	-	0.334313
64	64-9	0.719661	0.395814	-	0.395814
65	65-7	0.737536	0.405645	-	0.405645
66	66-6	0.750017	0.412510	-	0.412510
67	67-16	0.432177	0.237697	-	0.237697
68	68-8	0.560741	0.562603	-	0.562603
	68-69	0.462173			
69	69-68	0.462173	0.254195	-	0.254195
70	70-71	0.404132	0.654416	-	0.654416
	70-17	0.459502			
	70-72	0.326213			
71	71-70	0.404132	0.222273	-	0.222273
72	72-73	0.400691	0.603311	-	0.603311
	72-70	0.326213			
	72-74	0.370026			
73	73-72	0.400691	0.220380	-	0.220380
74	74-72	0.370026	0.203514	-	0.203514

Bien que ce ne soit pas le point le plus défavorable en termes de pression, nous avons ajouté le débit d'incendie au nœud 4 dans notre cas spécifique. En effet, lorsque nous avons essayé d'ajouter ce débit à d'autres nœuds de pression défavorables, nous avons constaté des changements inacceptables au niveau des pressions et des vitesses du réseau, il a été déterminé comme étant l'emplacement le plus approprié pour maintenir des conditions acceptables dans l'ensemble du réseau.

Cette méthode équilibre la réponse aux incendies et la stabilité générale du système de distribution d'eau.

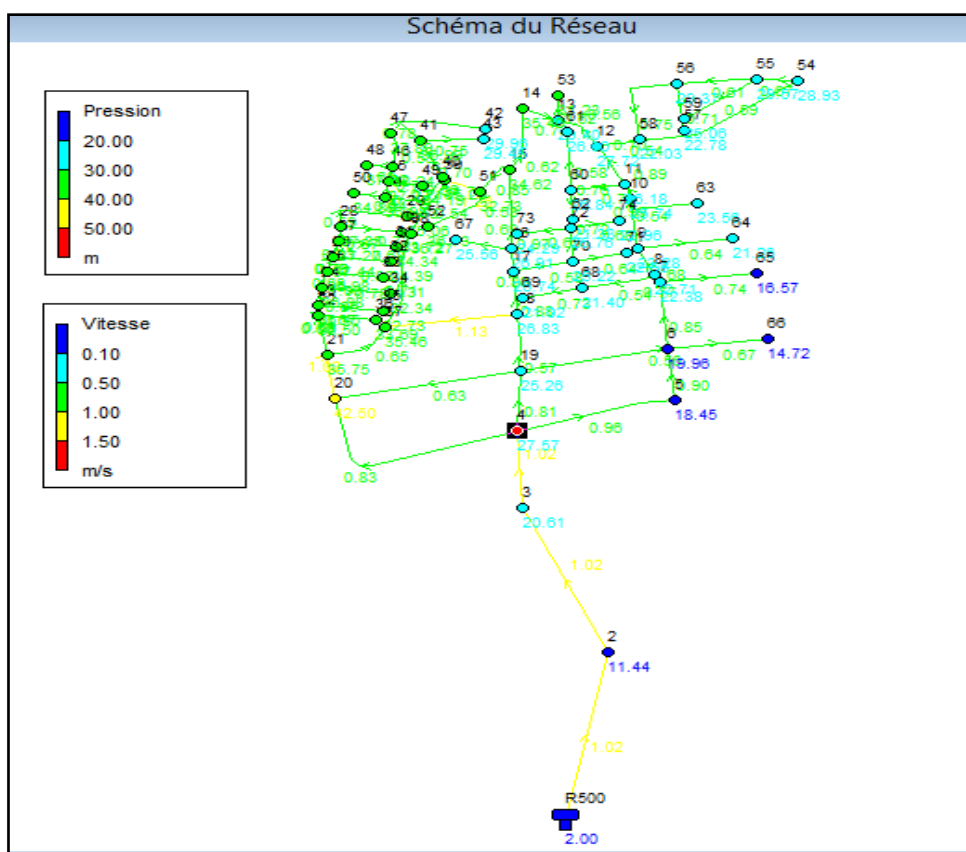


Figure VI. 3 : Simulation du réseau Kmax + incendie

Figure VI. 4 : Pressions et les charges au niveau des nœuds (cas d'incendie).

ID Nœud	Altitude(m)	Demande (l/s)	Charge(m)	Pression(m)
2	414.65	0	426.09	11.44
3	404.63	0	425.24	20.61
4	397.25	19.44587	424.82	27.57
5	405	0.9477	423.45	18.45
6	403	1.65538	422.96	19.96
7	400	0.79779	422.38	22.38
8	399.62	0.55594	422.33	22.71
9	398.87	0.82329	422.15	23.28
10	395.63	0.68156	421.37	25.74
11	395	0.53684	421.18	26.18
12	393.1	1.37612	420.82	27.72
13	389.56	0.51594	418.96	29.4
14	385	0.49621	420.4	35.4

15	387.1	0.94356	421.72	34.62
16	396.56	0.77553	423.47	26.91
17	397	0.59727	423.74	26.74
18	397.45	1.79214	424.28	26.83
19	399.2	2.1213	424.46	25.26
20	380.1	2.61983	422.6	42.5
21	386	0.75261	421.75	35.75
22	385	0.59266	421.5	36.5
23	384.95	0.41943	421.4	36.45
24	384.23	0.46274	421.11	36.88
25	383.65	0.47172	420.63	36.98
26	382.89	0.48357	420.33	37.44
27	382.65	0.42989	419.92	37.27
28	382	0.6999	419.33	37.33
29	382	0.36285	417.06	35.06
30	382.23	0.25425	415.95	33.72
31	382.78	0.23725	417.12	34.34
32	383	0.24187	417.39	34.39
33	383.54	0.23688	417.85	34.31
34	384	0.28776	416.34	32.34
35	384.61	0.27189	417.34	32.73
36	384.97	0.23869	418.66	33.69
37	385	1.36392	420.46	35.46
38	383	0.8257	419.27	36.27
39	383.56	0.49537	418.8	35.24
40	384	0.54737	418.78	34.78
41	382	0.95675	417.99	35.99
42	383	0.48317	412.96	29.96
43	385	0.25827	414.45	29.45
44	381.23	0.52825	418.21	36.98
45	380.45	0.34565	417.72	37.27
46	379	0.35886	417.24	38.24
47	378	0.18386	415.89	37.89

48	378.24	0.13594	415.56	37.32
49	381	0.14266	415.19	34.19
50	381.42	0.12874	416.31	34.89
51	388.2	0.66848	420.93	32.73
52	382.54	0.32414	419.27	36.73
53	386	0.12419	417.23	31.23
54	391	1.84751	419.93	28.93
55	390	0.85792	419.57	29.57
56	389.45	1.36896	418.82	29.37
57	393	0.24468	415.78	22.78
58	392.36	0.46164	414.39	22.03
59	392.23	0.36416	417.29	25.06
60	393	0.68498	419.84	26.84
61	392	0.35457	418	26
62	395.45	0.15285	416.78	21.33
63	396	0.33431	419.56	23.56
64	398	0.39581	419.26	21.26
65	402	0.45645	418.57	16.57
66	405	0.4126	419.72	14.72
67	395.1	0.2377	420.66	25.56
68	400	0.56263	421.4	21.4
69	397	0.2542	418.02	21.02
70	398	0.65442	423.22	25.22
71	398.53	0.22227	420.89	22.36
72	396.56	0.63311	422.32	25.76
73	395.69	0.2238	419.98	24.29
74	397	0.23514	419.96	22.96
R600	425	Sans Valeur	427	2

Figure VI. 5 : Vitesses et les pertes de charge au niveau des arcs (cas d'incendie).

Tronçons	Longueur(m)	D Int (mm)	Rugosité (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	P.Charge U (m/km)
2-R	274.29	66	0.01	2.15	0.63	6.79
3-2	178.4	79.2	0.01	-3.48	0.71	6.7
4-3	108.93	44	0.01	-0.99	0.65	11.79
5-4	82.69	96.2	0.01	-7.43	1.02	10.29
5-6	95.96	21	0.01	0.27	0.78	42.31
6-7	30.43	66	0.01	-3.42	1	15.65
6-19	31.51	79.2	0.01	-4.17	0.85	9.27
6-66	20.99	96.2	0.01	-4.86	0.67	4.78
7-65	74.79	110.2	0.01	-5.69	0.6	3.3
7-8	85.34	21	0.01	0.24	0.7	34.41
8-9	83.85	21	0.01	0.24	0.68	33.17
10-9	84.49	21	0.01	0.24	0.69	33.62
11-10	101.86	21	0.01	0.29	0.83	46.78
11-60	90	21	0.01	-0.25	0.73	37.58
12-11	128.44	28	0.01	-0.36	0.59	17.72
13-14	29.31	44	0.01	-1.32	0.87	19.95
13-12	29.36	55.2	0.01	-1.98	0.83	13.93
14-15	29.85	66	0.01	-2.71	0.79	10.3
16-15	83.98	21	0.01	-0.24	0.68	33.26
17-16	54.73	44	0.01	1.91	1.26	38.97
18-17	113.88	79.2	0.01	-2.66	0.54	4.13
18-37	114.74	28	0.01	0.32	0.53	14.53
19-20	76.26	55.4	0.01	1.7	0.7	10.36
19-18	171.01	28	0.01	0.48	0.78	29.41
19-4	50.5	16	0.01	-0.14	0.71	50.05
20-4	110.64	66	0.01	1.82	0.53	5.07
21-20	45.57	16	0.01	0.13	0.64	41.81
22-21	63.73	21	0.01	-0.18	0.53	21.26

22-36	26.61	35.2	0.01	-0.68	0.7	17.9
23-35	30.7	44	0.01	-1.17	0.77	16.07
23-22	36.67	16	0.01	0.14	0.68	45.99
24-23	91.4	21	0.01	-0.26	0.75	38.63
24-34	124.47	141	0.01	13.3	0.85	4.65
25-24	219.56	55.4	0.01	-1.35	0.56	6.83
25-33	237.09	141	0.01	-14.97	0.96	5.77
26-32	372.92	110.2	0.01	-7.9	0.83	5.96
26-25	105.76	176.2	0.01	14.02	0.57	1.74
27-26	80.79	110.2	0.01	8.37	0.88	6.62
28-27	41.17	96.2	0.01	5.8	0.8	6.58
29-28	95.92	141	0.01	14.03	0.9	5.12
30-28	146.02	28	0.01	0.41	0.67	22.23
31-27	86.61	21	0.01	-0.24	0.71	35.12
37-21	324.9	110.2	0.01	-5.14	0.54	2.75
38-37	127.58	28	0.01	-0.36	0.59	17.83
39-38	118.34	28	0.01	-0.33	0.54	15.34
39-40	54.09	16	0.01	0.15	0.76	56.5
40-41	78.68	21	0.01	0.22	0.64	29.65
40-44	89.46	66	0.01	-1.97	0.58	5.81
41-42	72.04	21	0.01	-0.24	0.68	32.74
43-41	78.01	21	0.01	0.22	0.65	30.01
44-50	84.14	21	0.01	-0.24	0.69	33.37
45-44	63.51	44	0.01	-1.09	0.72	14.28
46-45	143.59	28	0.01	0.46	0.74	26.59
46-48	140.11	28	0.01	-0.4	0.64	20.66
47-46	163.41	28	0.01	-0.46	0.75	27.12
49-45	67.16	66	0.01	-2.9	0.85	11.66
51-39	43.96	16	0.01	-0.12	0.62	39.26
51-52	59.08	79.2	0.01	3.3	0.67	6.08
51-15	117.02	66	0.01	-2.08	0.61	6.39
53-13	89.98	21	0.01	-0.25	0.73	37.57
54-12	109.17	44	0.01	-0.82	0.54	8.52

54-55	56.26	28	0.01	-0.45	0.73	25.64
56-55	119.39	44	0.01	-0.94	0.62	11
57-56	147.45	79.2	0.01	4.79	0.97	11.92
58-56	80.52	21	0.01	-0.19	0.56	23.12
59-55	81.7	110.2	0.01	-6.71	0.7	4.44
60-62	27.93	110.2	0.01	-8.44	0.89	6.72
60-61	94.81	110.2	0.01	-9.46	0.99	8.26
63-10	55.46	141	0.01	10.68	0.68	3.12
64-9	14.34	141	0.01	12.05	0.77	3.89
67-16	111.89	176.2	0.01	-19.64	0.81	3.21
68-8	6.74	96.2	0.01	4.07	0.56	3.48
69-68	143.89	277.6	0.01	-61.96	1.02	2.88
70-71	296.2	277.6	0.01	-61.96	1.02	2.88
70-17	316.43	277.6	0.01	-61.96	1.02	2.88
72-73	195.47	66	0.01	3.86	1.13	19.51
72-70	80.4	44	0.01	1.19	0.78	16.7
74-72	107.98	28	0.01	0.35	0.58	17.01

- **Remarque2**

Lors de la simulation d'un cas d'incendie, où un débit supplémentaire de 17 l/s a été ajouté au nœud 4, nous avons constaté des variations minimales dans les vitesses et les pressions aux nœuds 5, 65 et 66. Toutefois, ces variations demeurent dans les limites des conditions nécessaires pour un bon fonctionnement du système d'alimentation en eau potable.

VI.7. Conclusion

Dans ce chapitre, le logiciel EPANET a été réutilisé pour dimensionner le réseau d'alimentation en eau potable. En vérifiant les vitesses et la pression sur les tronçons et aux points nodaux nous avons déterminé les diamètres appropriés pour que le système fonctionne correctement. Les diamètres des tronçons varient entre 20 mm et 250 mm et les pressions varient entre 10 m et 60 m. Avec EPANET, nous avons pu obtenir des résultats clairs et précis, facilitant la conception d'un réseau d'alimentation en eau potable efficace.

Conclusion générale

Conclusion générale

Nous avons pris en compte la plupart des éléments structurants nécessaires à la réalisation du projet à la fin de ce travail. Notre recherche vise à créer un système d'eau potable pour la ville d'El Adjiba, qui se trouve dans la wilaya de Bouira.

Tout d'abord, nous avons effectué une évaluation des besoins en eau pour chaque horizon et avons déterminé que $Q=2216,04 \text{ m}^3/\text{jour}$ était la quantité requise. Nous avons proposé l'installation d'un réservoir de stockage d'une capacité de 100 m^3 pour répondre à cette demande, qui pourrait alimenter par gravité un réservoir principal de 3000 m^3 situé dans la ville d'El Adjiba. Le R500 est le réservoir principal qui gère l'alimentation gravitaire du réseau.

Nous avons dimensionné une conduite en polyéthylène haute densité pour la conduite d'adduction par gravité.

(PEHD) de classe PN6. Nous avons choisi un diamètre économique de $D=200 \text{ mm}$ pour une vitesse de circulation acceptable de $1,05 \text{ m/s}$.

Nous avons également utilisé du PEHD pour distribuer l'eau dans la ville, avec des diamètres intérieurs allant de 16 mm à $277,6 \text{ mm}$. Après avoir effectué des simulations à l'aide du logiciel EPANET, nous avons pu obtenir des vitesses de circulation allant de $0,53 \text{ m/s}$ à $1,26 \text{ m/s}$ et des pressions allant de $15,68 \text{ m}$ à $43,47 \text{ m}$.

Nous sommes convaincus que cette étude, menée avec rigueur et professionnalisme, nous a permis de mettre en pratique toutes les connaissances acquises lors de notre cycle de formation en hydraulique. Nous espérons de tout cœur que Ce travail modeste servira de référence aux étudiants et aux professionnels intéressés par ce domaine passionnant.

Bibliographique

- (gharnaout) ;
- (station metrologique. bouira) ;
- (station pluviometrique m'chedallah) ;
- (PDAU ADJIBA pour EDITION FINALE 04-2013) ;
- (♣ Etude du reseau d'AEP du chef lieu de la commune Khemis El Khechna Wilaya de Boumerdes-adduction Et distribution) ;
- (Etude d'adduction de la commune de HAIZAR) ;
- (Etude du reseau d'AEP du chef lieu de la commune Khemis El Khechna Wilaya de Boumerdes-adduction Et distribution -) ;
- (Etudes du reseau d'aep de la ville d'omar , wilaya de bouira-adduction et distribution) ;
- (Etude d_aep de la commune ighil ali_ wilaya de bejaia et distribution du village belayed) ;
- (Etude d_alimentation en eau potable du centre ouled sidi h_cen commune ghailassa wilaya de bordj bou arreridj) ;
- (Etude d_AEP des villages Ikhelouyene Ifouzar et Igunan Amar commune Ait Aissa Mimoun wilaya de Tizi-Ouzou.) ;
- (Etude du Réseau d'AEP du Village Ait-Ali-Oumhand) ;

A. Annex

A.1. Répartition horaire du débit maximum journalier

HEAURS	Nombre D'habitants				
	<10000	10000 à 50000	50000 à 100000	>100000	Agglomération de type rural
0-1	01	1.5	03	3.35	0.75
1-2	01	1.5	3.2	3.25	0.75
2-3	01	1.5	2.5	3.3	01
3-4	01	1.5	2.6	3.2	01
4-5	02	2.5	3.5	3.25	03
5-6	03	3.5	4.1	3.4	5.5
6-7	05	4.5	4.5	3.85	5.5
7-8	6.5	5.5	4.9	4.45	5.5
8-9	6.5	6.25	4.9	5.2	3.5
9-10	5.5	6.25	4.6	5.05	3.5
10-11	4.5	6.25	4.8	4.85	06
11-12	5.5	6.25	4.7	4.6	8.5
12-13	07	05	4.4	4.6	8.5
13-14	07	05	4.1	4.55	06
14-15	5.5	5.5	4.2	4.75	05
15-16	4.5	06	4.4	4.7	05
16-17	05	06	4.3	4.65	3.5
17-18	6.5	5.5	4.1	4.35	3.5
18-19	6.5	05	4.5	4.4	06
19-20	5.0	4.5	4.5	4.3	06
20-21	4.5	04	4.5	4.3	06
21-22	03	03	4.8	3.75	03
22-23	02	02	4.6	3.75	02
23-24	01	1.5	3.3	3.7	01
TOTALE	100%	100%	100%	100%	100%

A.2. Régime de consommation des agglomérations.

Heures (h)	Nombre d'habitants				
	Moins de 10000	10001 à 50000	50001 à 100000	Plus de 100000	Agglomération de type rurale
0-1	1	1.5	3	3.35	0.75
1-2	1	1.5	3.2	3.25	0.75
2-3	1	1.5	2.5	3.3	1
3-4	1	1.5	2.6	3.2	1
4-5	2	2.5	3.5	3.25	3
5-6	3	3.5	4.1	3.4	5.5
6-7	5	4.5	4.5	3.85	5.5
7-8	6.5	5.5	4.9	4.45	5.5
8-9	6.5	6.25	4.9	5.2	3.5
9-10	5.5	6.25	5.6	5.05	3.5
10-11	4.5	6.25	4.9	4.85	6
11-12	5.5	6.25	4.7	4.6	8.5
12-13	7	5	4.4	4.6	8.5
13-14	7	5	4.1	4.55	6
14-15	5.5	5.5	4.1	4.75	5
15-16	4.5	6	4.4	4.7	5
16-17	5	6	4.3	4.65	3.5
17-18	6.5	5.5	4.1	4.35	3.5
18-19	6.5	5	4.5	4.4	6
19-20	5	4.5	4.5	4.3	6
20-21	4.5	4	4.5	4.3	6
21-22	3	3	4.8	4.2	3
22-23	2	2	4.6	3.75	2
23-24	1	1.5	3.3	3.7	1

A.3. Caractéristiques des conduites en PEHD

Diamètre extérieur en (mm)	Epaisseur en (mm)	Diamètre intérieure en (mm)	Prix unitaire (DA/ml)
20	2.0	16.0	43.15
25	2.0	21.0	56.57
32	2.0	28.0	68.52
40	2.4	35.2	100.12
50	3.0	44.0	170.58
63	3.8	55.4	264.12
75	4.5	66.0	416.25
90	5.4	79.2	520.1
110	6.6	96.8	702.64
125	7.4	110.2	872.45
160	9.5	141.0	1401.25
200	11.9	176.2	2252.58
250	14.8	220.4	3420.75
315	18.7	277.6	5092.14
400	23.7	352.6	8320.17
500	29.7	440.6	12842.65
630	37.4	555.2	20458.38

Diamètre extérieur en (mm)	Epaisseur en (mm)	Diamètre intérieure en (mm)	Prix unitaire (DA/ml)
20	2.0	16.0	43.74
25	2.3	20.4	68.65
32	3.0	26.0	115.46
40	3.7	32.6	171.52
50	4.6	40.8	274.41
63	5.8	51.4	426.21
75	6.8	61.4	605.78
90	8.2	73.6	746.02

110	10	90.0	1104.75
125	11.4	102.2	1426.53
160	14.6	130.8	2213.96
200	18.2	163.6	3420.062
250	22.7	204.6	5745.80
315	28.6	257.8	8190.51
400	36.3	327.4	13106.86
500	45.4	409.2	19920.45
630	57.2	515.6	31512.14