

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



Institut de Technologie
Département de Génie de l'eau

Rapport de Fin d'Etude

Présenté par :

KARA Mohamed Lamine

En vue de l'obtention du diplôme de **Licence Professionnel** en :

Filière : Hydraulique

Spécialité : **Génie de l'eau**

Thème

**Dimensionnement du réseau de distribution d'eau potable du
quartier 2000 logements AADL (Wilaya de Bouira)**

- Encadre par : DR. REZIG Amina
- Examineur : M. YAHIAOUI Abdelhalim
- Président de jury : M. HAMID Hakim
- Tuteur de l'entreprise : M. ALMAS Karim

Année Universitaire 2022/2023

Remerciement

Je tiens tout d'abord à exprimer ma reconnaissance envers Dieu, source de toute inspiration et de toute bénédiction.

Je souhaite ensuite du fond du cœur exprimer ma profonde gratitude envers mon encadrante, Mme REZIG.A, pour son dévouement indéfectible envers l'éducation et pour le rôle fondamental qu'elle joue dans la formation des futurs professionnels de notre domaine. Elle est une source d'inspiration non seulement pour moi, mais aussi pour de nombreux autres étudiants. Ses qualités rares et précieuses, son engagement et sa passion ont été des guides inestimables tout au long de ce parcours académique.

Je n'oublie pas de rendre hommage à tous les enseignants de l'Institut de Technologie qui ont contribué à notre formation au cours de ces années (2020-2023). Leurs connaissances, leur dévouement et leur patience ont façonné notre parcours académique et professionnel.

Enfin, je souhaite remercier du fond du cœur mes parents, ma famille, tous mes amis, en particulier Daris, ainsi que toutes les personnes qui prendront le temps de lire ce travail. Votre soutien, vos encouragements et votre présence ont été des piliers solides tout au long de ce voyage.

Avec une immense gratitude,

Dédicaces

Avec humilité, je dédie cet humble travail à ceux qui ont toujours été mes fervents soutiens dans ma quête du savoir, à mes précieuses sources d'amour, les êtres les plus chers à mon cœur : ma tendre mère et mon cher père.

Et aussi, ce travail est dédié à toi, ma compagne précieuse Racha, en signe de profonde gratitude pour tout ce que tu as apporté à ma vie et pour l'amour inébranlable dont tu m'as comblé. Il témoigne également de l'importance inestimable de ton rôle dans ma réussite académique et dans ma vie en général.

Sommaire

Introduction generale

Introduction général	12
----------------------------	----

Chapitre I: Presentation de l'ADE

I.1. Introduction.....	2
I.2. Structures et central.....	2
I.1 Direction générale :	2
I.2 ADE Bouira :	3
I.2.1 Situation géographique de direction Bouira :	3
I.3. Organisation de l'ADE	3
I.4.1 Le Conseil d'Orientation et de Surveillance de l'Algérienne des Eaux :	4
I.4.2 Le Directeur Général.....	4
I.5. Missions de l'Algérienne des Eaux	4
I.6. Objectifs de l'ADE	5
I.7. Conclusion	5

Chapitre II: Présentation de la zone d'étude

II.1 Introduction :	6
II.2 Situation Géographique de la wilaya de Bouira :	6
II.3. Relief de la wilaya de Bouira :	7
II.3.1 La dépression centrale :	8
II.3.2 La terminaison orientale de l'Atlas Blidéen :	8
II.3.3 Le versant du Djurdjura :	8
II.3.4 La chaîne des Bibans et les hauts reliefs du sud :	8
II.3.5 La dépression Sud Bibanique :	8
II.4 Le climat :	9
II.5 Organisation administrative :	11
II.6. Contexte socio-économique :	12
II.6.1 Population :	12
II.6.2 Activités industrielles :	12
II.6.3 Agriculture :	12
II.7 Conclusion	13

Chapitre III: Estimation des besoins en eau potable

III-1 Introduction.....	14
III-2 Evaluation de la population	14
III-3 La dotation	14
III-4 La consommation moyenne journalière.....	15
III-4-1 Les besoins domestiques :	15
III-4-2 Les besoins scolaires	15
III-4-3 Récapitulatif des différentes consommations journalières	15
III-5 Estimation des pertes	16
III-6 Débit de pointe journalier	16
III-7 Débit moyen horaire	16
III-8 Détermination du débit maximum horaire.....	17
III-9 Variations du débit horaire.....	17
III-9-1 : Représentation graphique des consommations horaires :.....	19
III-10 Conclusion	19

Chapitre IV: Dimensionnement du réseau de distribution

IV-1 Introduction.....	20
IV-2 Description d'un réseau de distribution d'AEP.....	20
IV-3 Type de réseaux	20
IV-3-1 Réseau ramifié.....	20
IV-4-2 Réseau maillé :	21
IV-4-2-1 Réseau maillé à une seule boucle :.....	22
IV-4-2-2 Réseaux maillés présentant de multiples boucles (mixtes) :.....	22
IV-4 Paramètres de dimensionnement d'un réseau d'eau potable	23
IV-4-1 La consommation :	23
IV-4-2 La pression :	24
IV-4-3 La vitesse :.....	24
IV-5 Choix du matériau des conduites	24
IV-5-1 Tuyaux en fonte.....	24
IV-5-2 Tuyaux en acier	24
IV-5-3 Tuyaux en PVC (Polychlorure de vinyle non plastifié)	25
IV-6 Calcul hydraulique du réseau mixte	25

IV-6-1 Calcul des débits du réseau.....	25
IV-6-1-1 Détermination du débit spécifique	25
IV-6-1-2 Calcul des débits en route	26
IV-6-1-3 Détermination des débits nodaux	26
IV-7 Calcul des débits en route	27
IV-8 Calcul des débits en nœud	28
IV-9 Calculs du réseau de distribution en eau potable.....	31
IV-9-1 Présentation du logiciel EPANET	31
IV-9-2 Utilisation du logiciel EPANET	31
IV-9-3 Modélisation du réseau.....	32
IV.9.4 Etat des conduites apres la simulation	33
IV.9.5 Etat des nœuds après la simulation	34
IV-10 Equipements hydrauliques.....	35
IV-10-1 Type des tuyaux.....	35
IV-10-2 Appareil et accessoires du réseau	36
IV-10-3 Pièces spéciales de raccordement.....	36
IV-11 Conclusion	36

Chapitre V: Dimensionnement du réservoir

V-1 Introduction.....	37
V-2 Fonctions des réservoirs.....	37
V-3 Classification des réservoirs.....	38
V-3-1 Classification selon le matériau de construction	38
V-3-2 Classification selon la situation des lieux	38
V-3-3 Classification selon l'usage	38
V-3-4 Classification selon la forme géométrique	38
V-4 Choix du type de réservoir	39
V-5 Equipements hydrauliques des réservoirs	39
V-5-1 Conduite d'adduction :	39
V-5-2 Conduite de distribution :	39
V-5-3 Conduite de trop-plein :	39
V-5-4 Conduite de vidange :	40
V-5-5 By-pass :	40
V-5-6 Matérialisation de la réserve d'incendie :.....	40

V-5-7 Système à deux prises :.....	40
VI.6.8 Système à siphon :.....	40
.....	41
V-6 Implantation des réservoirs	41
V-7 Capacité du réservoir :	42
V-7-1 Dimensionnement du réservoir.....	43
V-8 Conclusion	44
Conclusion général.....	45

Liste des figures

Figure I.1: situation de direction générale.....	2
Figure I.2 : situation de direction de Bouira.....	3
Figure II.3: Carte de localisation de la wilaya de Bouira.....	6
Figure II.4: Carte de la Situation géographique et administrative de la wilaya de Bouira	7
Figure II.5: Carte de relief de la Wilaya de Bouira (Arour).....	9
Figure II.6: Carte Pluviométrique de la wilaya de Bouira pour l'année 1993.	10
Figure III.7: emplacement de la station de pompage.	19
Figure IV.8: Réseau ramifié	20
Figure IV.9: Réseau maillé.....	21
Figure IV.10: Réseau maillé à une seule boucle.	22
Figure IV.11: Réseaux maillés présentant de multiples boucles (mixtes).	22
Figure IV.12: Réseau de distribution sur Epanet avant la simulation.....	26
Figure IV.13: Réseau de distribution sur Epanet après la simulation.	33
Figure V.14: Equipement du réservoir	41

Liste des tableaux

Tableau II.1: Découpage administratif de Bouira.....	11
Tableau III.1: Population en 2023.....	14
Tableau III.2: Population en 2053	14
Tableau III.3: consommation moyenne journalières (domestique)	15
Tableau III.4: consommation moyenne journalières (Scolaire)	15
Tableau III.5: Récapitulatif des consommation moyennes journalières	15
Tableau III.6 : les valeurs de β max en fonction de la population	16
Tableau III.7 : Variations du débit horaire	17
Tableau IV.1 : Avantage et inconvénients du réseau ramifier	21
Tableau IV.2 : Avantage et inconvénients du réseau	23
Tableau IV.3 : Détermination de débit spécifique.....	25
Tableau IV.3 : Résultats des débits en route	27
Tableau IV.4 : Résultats des débits nodaux	28

Tableau IV.5 : Etat des tronçons après la simulation	33
Tableau IV.6 : Etat des nœuds après la simulation	34
Tableau V.1 : calcul de la capacité du réservoir	42

ملخص

هذا العمل يمثل مساهمة أساسية في تأمين المياه الصالحة للشرب لحي 2000 وحدة سكنات عدل ، والموجود في ولاية بويرة، من خزان ذراع الخميس.

بعد جمع البيانات اللازمة عن منطقة الدراسة، بدأنا بحساب عدد السكان الحالي والتوقعات لفترة الدراسة حتى عام 2053. ثم، قدرنا الاحتياجات من المياه الصالحة للشرب لجميع أنواع الاستهلاك، مما أدى إلى تدفق يومي أقصى بمقدار 5780.494 متر مكعب/يوم وتدفق ذروة بمقدار 361.281 متر مكعب/ساعة.

من خلال استخدا برنامج Epanet ، حددنا القطرات المثلى لجميع أقسام شبكة توزيع المياه الصالحة للشرب في المنطقة. يجب أن تضمن هذه الشبكة ضغوطاً وسرعات مقبولة خلال فترات الذروة، بما في ذلك حالات الحرائق.

سيؤدي هذا العمل البحثي إلى ضمان تأمين إمدادات مياه الشرب المناسبة والفعالة لحي 2000 وحدة سكنات عدل في البويرة.

الكلمات المفتاحية: توزيع المياه، شبكة امداد المياه الصالحة للشرب، التدفق الساعي الأقصى، التدفق اليومي الأقصى، الضغط الاسمي.

Résumé

Cette étude revêt une importance cruciale dans le contexte de l'approvisionnement en eau potable pour les 2000 logements AADL situés dans la wilaya de Bouira, en utilisant le réservoir de Draa El Khmiss comme source principale.

Après avoir rassemblé les données pertinentes concernant la zone d'étude, notre travail a débuté par le calcul de la population actuelle ainsi que des projections pour l'année 2053. Ensuite, nous avons évalué les besoins en eau potable pour toutes les catégories de consommation, ce qui nous a conduit à déterminer un débit maximum quotidien de 5 780,494 mètres cubes par jour et un débit de pointe de 361,281 mètres cubes par heure.

En utilisant le logiciel Epanet, nous avons optimisé les diamètres de toutes les sections du réseau de distribution d'eau potable pour la zone urbaine, garantissant ainsi des niveaux de pression et de vitesse adéquats, même pendant les périodes de demande maximale, y compris en cas d'incendie.

En résumé, cette recherche contribuera de manière significative à assurer une alimentation en eau potable efficace et adéquate pour le quartier des 2000 logements AADL de Bouira.

Mots clés : Distribution d'eau, besoins en eau, débit maximum horaire, débit maximum Journalier, pression nominale, réseau d'eau potable

Abstract

This study holds crucial importance in the context of providing potable water supply to the 2000 AADL housing units located in the Bouira province, utilizing the Draa El Khmiss reservoir as the primary source.

After gathering relevant data pertaining to the study area, our work commenced with calculating the current population and projecting it to the year 2053. Subsequently, we assessed the potable water requirements for all consumption categories, leading us to determine a daily maximum flow rate of 5,780.494 cubic meters per day and a peak flow rate of 361.281 cubic meters per hour.

By employing the Epanet software, we optimized the diameters of all sections within the urban water distribution network, thus ensuring adequate pressure and velocity levels even during peak demand periods, including in the event of a fire.

In summary, this research will significantly contribute to ensuring an efficient and sufficient potable water supply for the 2000 AADL housing units in Bouira.

Key words: Distribution of water, water needs, maximum hourly flow, maximum daily flow, nominal pressure, drinking water network.

INTRODUCTION GENERALE

Introduction général

Il est vrai que la terre est une planète dotée d'abondantes réserves d'eau (Océans), et aussi c'est la planète bleue. Cependant, il est important de noter que l'eau douce, essentielle à la vie humaine, est limitée en quantité. Bien que l'eau puisse être recyclée et purifiée, certaines régions du monde connaissent déjà des pénuries d'eau douce en raison de divers facteurs tels que la surexploitation, la pollution et les changements climatiques. Donc, bien que la Terre contienne une quantité considérable d'eau, il est essentiel de gérer et de préserver les ressources en eau douce limitées pour répondre aux besoins de la population mondiale.

La région de Bouira fait face à une croissance démographique rapide, des périodes de sécheresse récurrentes et une demande en eau croissante, ce qui met en péril ses ressources hydriques. Dans ce contexte, il est essentiel de développer des systèmes d'approvisionnement en eau potable efficaces et économiques pour répondre aux besoins des consommateurs.

Ce travail vise à répondre aux besoins en eau potable pour le nouveau quartier 2000 Log-AADL de Bouira, en proposant une étude pour lui assurer l'approvisionnement en eau potable et la satisfaction des consommateurs.

Notre étude comporte cinq chapitres :

Le premier chapitre qui est la présentation de l'entreprise (ADE) qui m'a permis de recueillir toutes les données nécessaires ; les plans de masse, topographiques, nombre d'habitants, et équipements. Ces données ont servi de base pour la réalisation de ce travail.

Le deuxième chapitre, consiste la présentation de la zone d'étude ce processus implique la collecte de données essentielles afin d'acquérir une compréhension approfondie de celle-ci.

Le troisième chapitre pour l'évaluation des besoins en eau potable afin de calculer les demandes en eau pour le quartier 2000 log-AADL, ce qui permet de déterminer le débit nécessaire pour dimensionner notre système de distribution.

Le quatrième chapitre de ce travail, consiste le dimensionnement du réseau projeté pour l'horizon 2053 en utilisant le logiciel Epanet.

Ce travail prend fin avec le dernier chapitre qui se penche sur le dimensionnement des ouvrages de stockage. Ensuite, on clôt ce travail en présentant une conclusion générale qui résume les résultats obtenus.

Chapitre I :

Présentation de l'entreprise

I.1. Introduction

Suite à sa création le 21 avril 2001, l'Algérienne des Eaux s'est rapidement attelée à établir ses structures, à impulser une gestion efficace et à lever les prérequis indispensables pour orchestrer un transfert organisé des établissements responsables de la production, de l'exploitation et de la gestion de l'eau.

I.2. Structures et central

I.1 Direction générale

- Adresse : Zone industrielle d'Oued Smar Alger, Algérie (**figure I.1**).
- Numéro de telephone: +213 (0) 23 93 00 37/ +213 (0) 23 93 00 10.
- Site web: <https://www.ade.dz/>. [1]

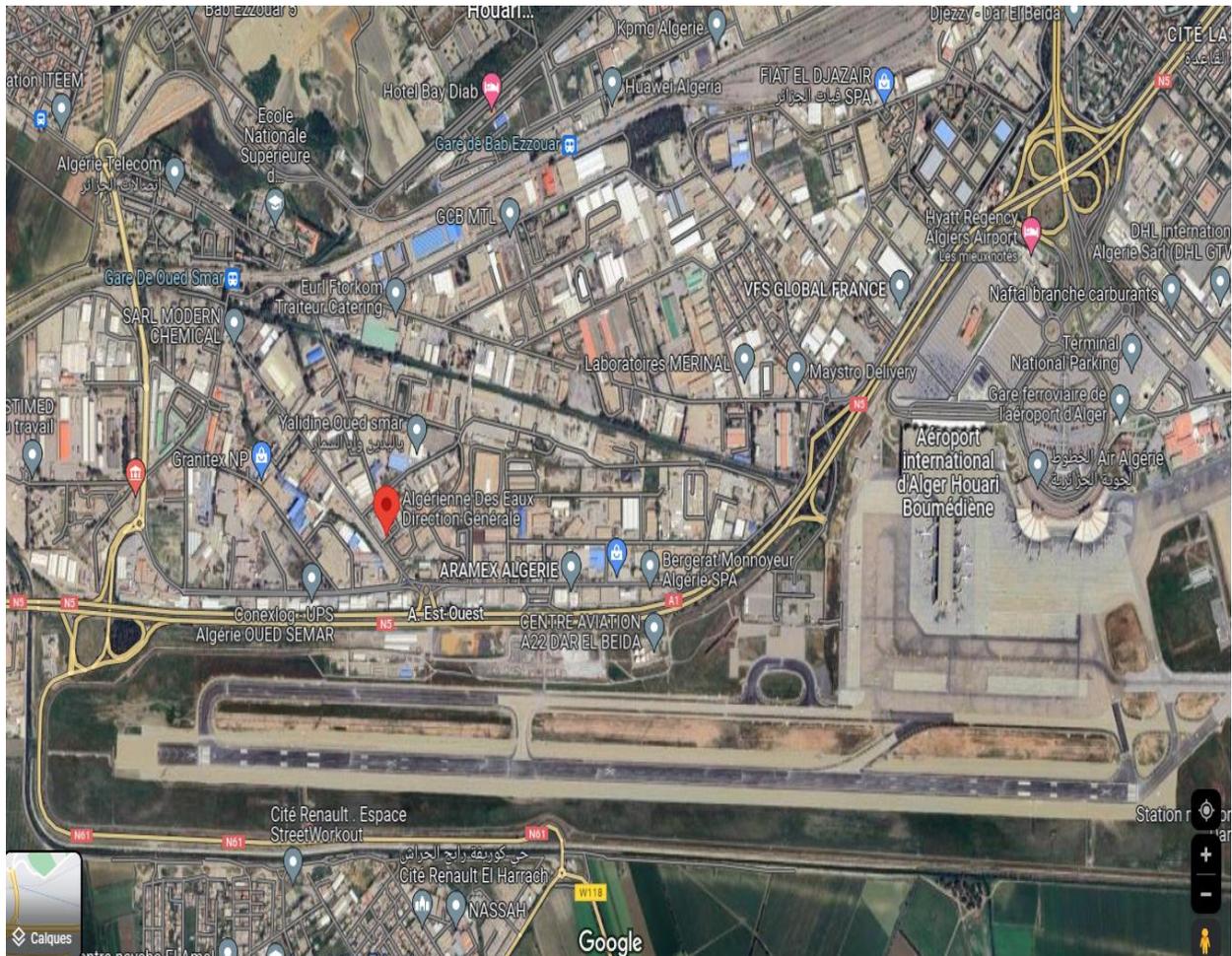


Figure I.1: situation de direction générale.

I.2 ADE Bouira

I.2.1 Situation géographique de direction Bouira

Elle est située à l'intersection de rue Amrouch Mouloud château et le chemin si Zoubir, [1]



Figure I.2 : situation de direction de Bouira.

I.3. Organisation de l'ADE

L'Algérienne des Eaux (ADE) adopte une forme d'organisation et un mode de fonctionnement déconcentrés. En plus du personnel de la Direction Générale, l'ADE est structurée en plusieurs entités au sein de l'établissement, comprenant :

- Sept (7) directions centrales
- Cinq (5) Agences régionales (Alger, Oran, Constantine, Chlef, Ouargla)
- Seize (16) zones
- Quarante-neuf (49) unités [1]

le tout couvrant l'ensemble du territoire national et reprenant le découpage hydrographique naturel:

- Centre : Algérois, Hodna, Soummam
- Centre.Ouest : Chellif, Zahrez
- Ouest : Oranie, Chott Chergui
- Sud : Sahara
- Est : Constantinois, Mellegue, Seybouse. [1]

I.4. Fonctionnement de l'ADE

L'Algérienne des Eaux (ADE) est gouvernée par un Conseil d'Orientation et de Surveillance (COS) et est dirigée par un Directeur Général. [1]

I.4.1 Le Conseil d'Orientation et de Surveillance de l'Algérienne des Eaux :

Le COS se compose de 14 membres, est chargé de délibérer sur plusieurs aspects, tels que :

- Le programme de mise en œuvre de la politique de l'eau potable,
- Les projets de plan de développement à court, moyen et long termes de l'établissement,
- Le programme annuel d'activité et le budget correspondant.
- Examiner les règles et conditions générales de passation des contrats,
- Les accords collectifs et les conventions collectives concernant le personnel de l'ADE, ainsi que les bilans, les comptes des résultats et les propositions d'affectation des résultats.
- Examiner les rapports établis par les commissaires aux comptes. [1]

I.4.2 Le Directeur Général

Il met en œuvre les orientations et délibérations du conseil. Dans ce cadre, il dispose des pouvoirs les plus étendus pour la direction et la gestion administrative, technique et financière. [1]

I.5. Missions de l'Algérienne des Eaux

- Assurer le service public de l'eau potable afin de garantir sa disponibilité aux citoyens.
- Gérer et entretenir les systèmes et installations permettant la production, le traitement, le transfert, le stockage et la distribution de l'eau potable et industrielle.
- Normaliser et surveiller la qualité de l'eau distribuée.
- Assurer la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre, que ce soit pour son propre compte ou pour le compte des collectivités locales.

- La maîtrise d'ouvrage déléguée est réalisée contre rémunération par un maître d'ouvrage.
- Assurer la police des eaux.
- Initier toute action visant à économiser l'eau et lutter contre le gaspillage. [1]

I.6. Objectifs de l'ADE

Les objectifs de l'Algérienne des Eaux (ADE) s'inscrivent dans une approche globale qui vise à :

- La modernisation des techniques de management.
- L'amélioration de la dotation d'eau au citoyen par une meilleure maîtrise de la gestion des réseaux et une lutte organisée contre le gaspillage de la ressource
- La réhabilitation de la valeur économique de l'eau par une révision progressive et adaptée des tarifs.
- La mise en place d'une politique d'investissement et de formation audacieuse permettant une mise à niveau technique et humaine.
- L'organisation de la normalisation des ouvrages et techniques de traitement.

I.7. Conclusion

L'Algérienne des Eaux (ADE) est un établissement public national qui joue un rôle clé dans la mise en œuvre de la politique de l'eau potable. Elle assure la gestion intégrale des opérations liées à la production, au traitement, au stockage et à la distribution de l'eau, garantissant ainsi l'accès à cette ressource essentielle pour la population.

Chapitre II :

Présentation de la zone d'étude

II.1 Introduction :

Le présent chapitre a pour objectif de donner une idée générale sur notre région d'étude, qu'est la wilaya de Bouira. Nous donnerons la situation géographique, ainsi que ses caractéristiques générales, l'aspect climatologique de la région, et un aperçu sur l'hydrologie et l'hydrogéologie.

II.2 Situation Géographique de la wilaya de Bouira

La wilaya de Bouira se situe dans la région Centre Nord du pays. Sur une superficie de 4454 (Km²) représentant 0,19(%) du territoire national. Le chef-lieu de wilaya est situé à près de 120 (km) de la capitale Alger. Elle est limitée :

- Au nord, par les wilayas de Boumerdes et de Tizi-Ouzou ;
- A l'est, par les wilayas de Bejaia et de Bordj Bou Arreridj ;
- Au sud, par les wilayas de M'sila et de Médéa ;
- A l'ouest, par les wilayas de Médéa et de Blida.

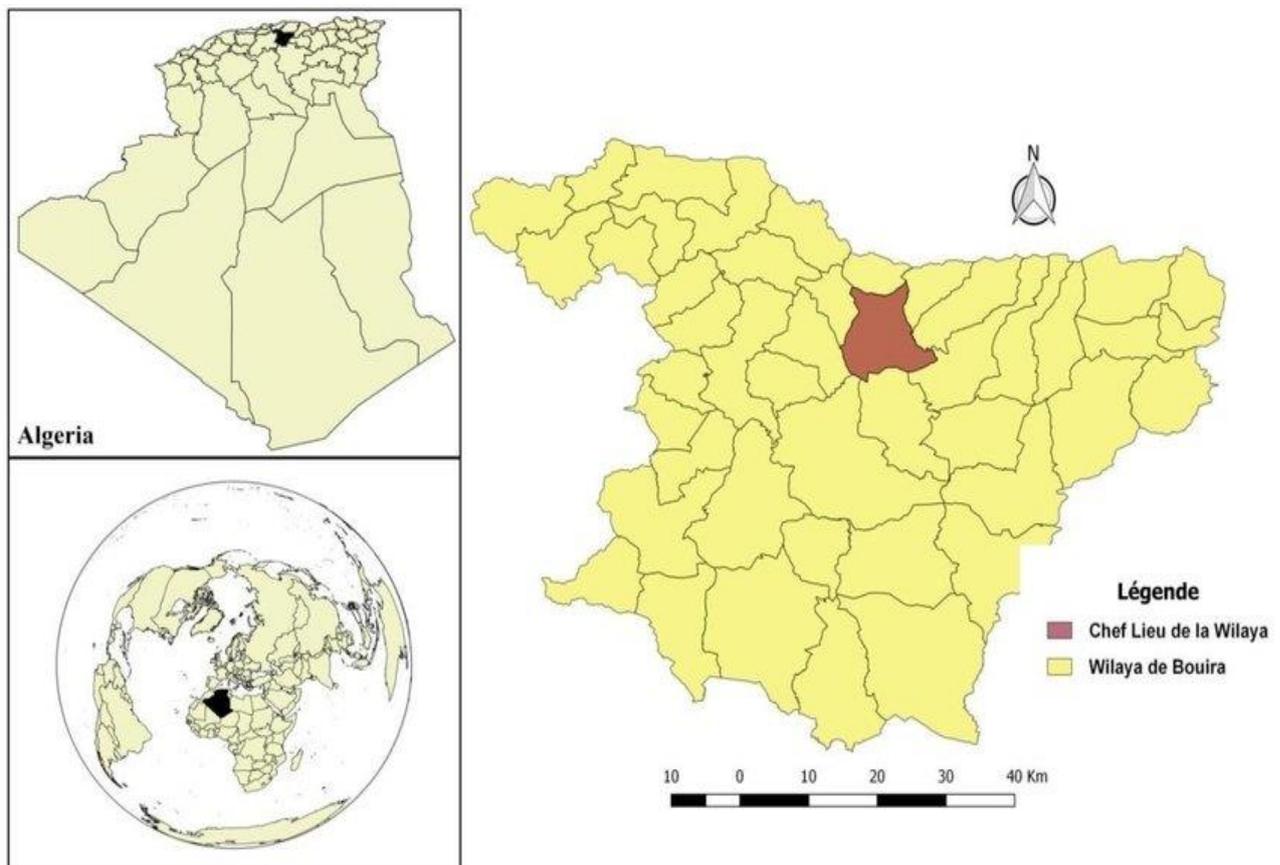


Figure II.3: Carte de localisation de la wilaya de Bouira.

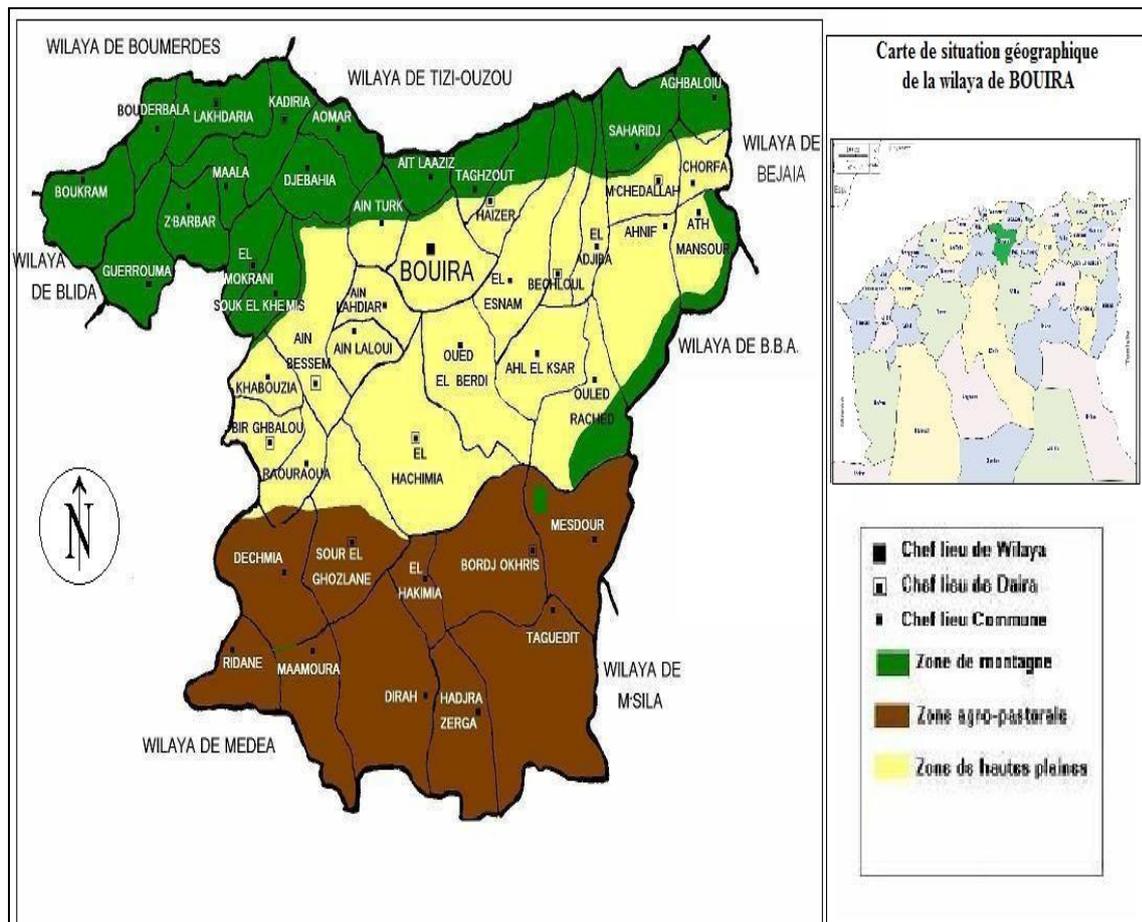


Figure II.4: Carte de la Situation géographique et administrative de la wilaya de Bouira.

II.3. Relief de la wilaya de Bouira

Le relief de la Wilaya de Bouira est caractérisé par 05 grands espaces géographiques :

1. La dépression centrale.
2. La terminaison orientale de l'Atlas Blidéen.
3. Le versant du Djurdjura.
4. La chaîne des Bibans et les hauts reliefs du sud.
5. La dépression Sud Bibanique.

II.3.1 La dépression centrale

La dépression centrale se constitue des vallées de l'Oued Sahel, et de l'Oued Dhous, de la plaine d'El Esnam et La plaine des Aribes, Ain Laloui, du plateau de Taghzout El Madjen et celui d'El Hachimia, Ath Mansour.

II.3.2 La terminaison orientale de l'Atlas Blidéen

Elle est représentée par un ensemble de collines de formations à dominance marneuse très sensible à l'érosion, on y trouve :

- Un important potentiel hydro-agricole.
- D'importantes agglomérations : Lakhdaria, Kadiria et Aomar.
- De grands axes de communications (RN5, voie ferrée et projet Autoroutier Est – Ouest).
- Le barrage de Koudiet Acerdoune (ANDI, 2015).

II.3.3 Le versant du Djurdjura

Il se rapporte surtout aux parties centrales et occidentales du massif du Djurdjura (ANDI, 2015).

II.3.4 La chaîne des Bibans et les hauts reliefs du sud

Cette région essentiellement forestière est interrompue à l'Ouest par la dépression de Sour-El Ghozlane. Ces reliefs sont prolongés vers le Sud par trois importants massifs et composés par:

- Le massif de Djebel Dirah, culminant à 1810 m.
- Le Djebel Ketef à 1434 m.
- Le Djebel Ben Abdellah à 1314 m.
- Le Djebel Taguedite.
- Le Djebel Afroun qui culmine à 1547 m (ANDI, 2015).

II.3.5 La dépression Sud Bibanique

Elle se rapporte à la terminaison septentrionale de la plaine du Hodna et aux basses collines s'étendant entre Maâmora et l'extrémité Sud-est de Bouira. Cet espace est constitué principalement de terres de parcours (ANDI, 2015).

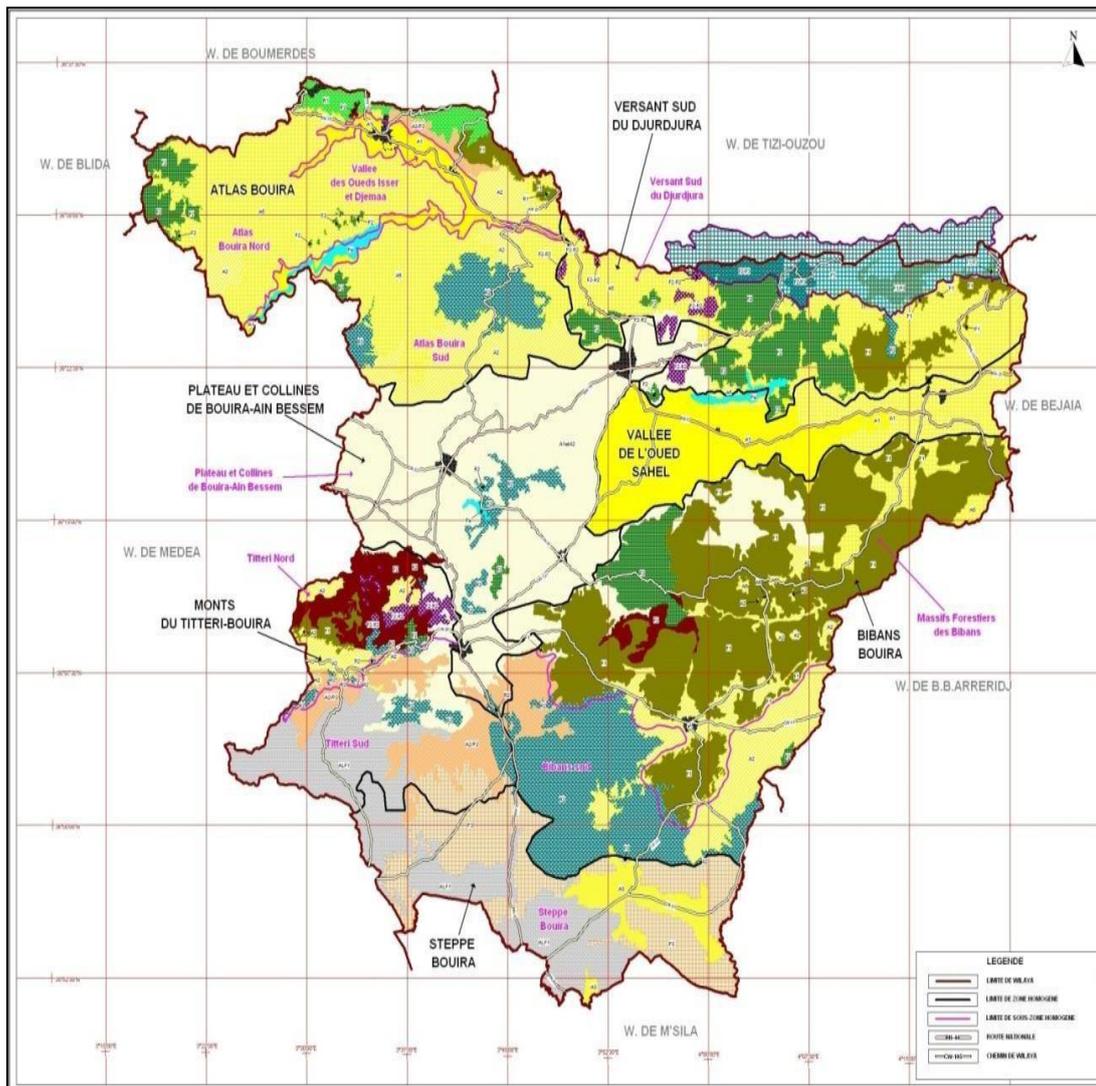


Figure II.5: Carte de relief de la Wilaya de Bouira (Arour).

II.4 Le climat

Le climat est chaud et sec en été, froid et pluvieux en hiver. La pluviométrie moyenne est de 660 mm/an au nord et de 400 mm/an dans la partie sud. Les températures varient entre 20 et 40 °C de mai à septembre et de 2 à 12 °C de janvier à mars.

La région est soumise tantôt au gré des vents dominants de l'ouest, tantôt au sirocco venant du sud. Les précipitations de l'ordre de 510 mm ont lieu surtout d'Octobre à Avril et pour une bonne part, il s'agit de pluies à caractère torrentiel. [1]

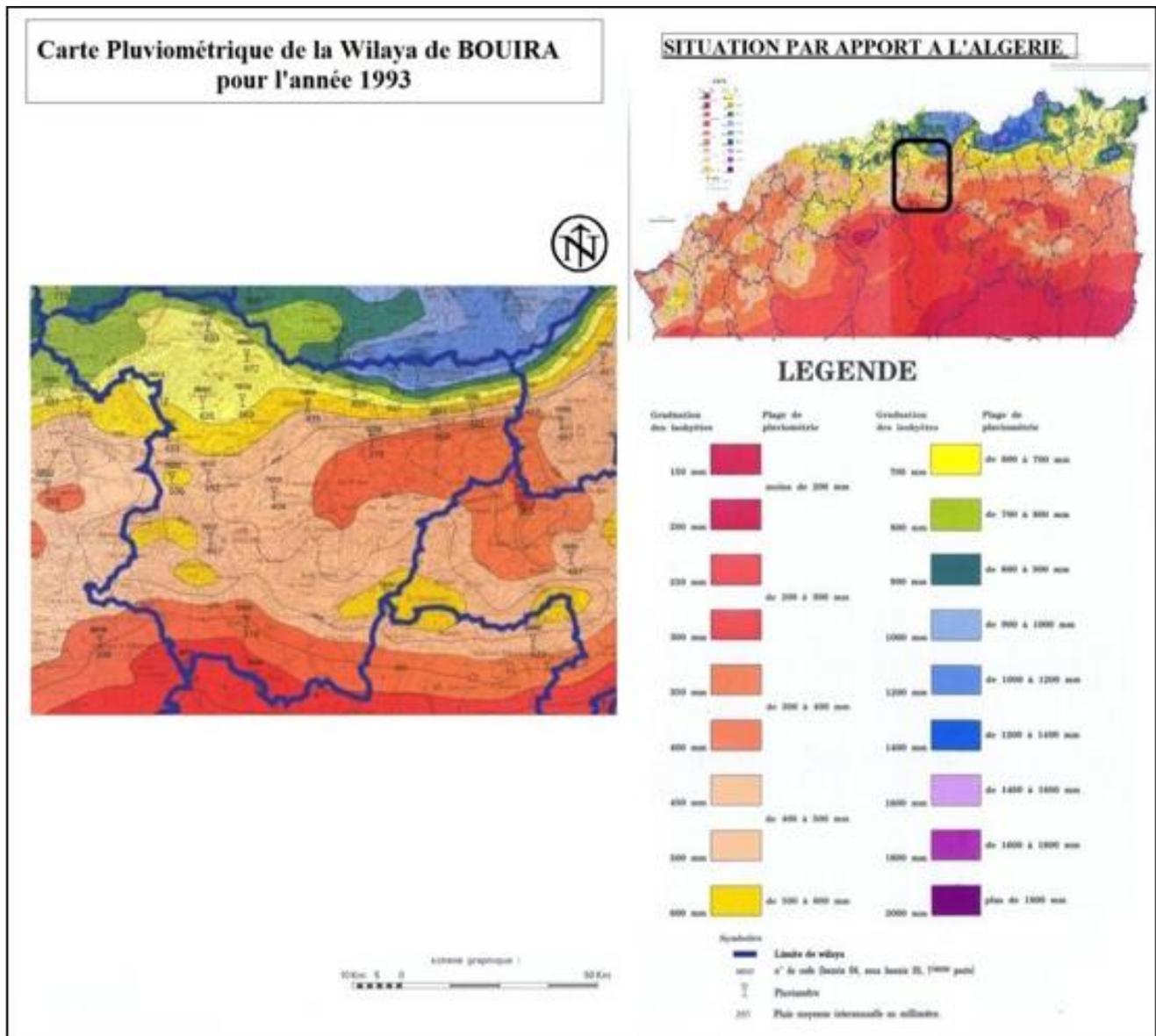


Figure II.6: Carte Pluviométrique de la wilaya de Bouira pour l'année 1993.

II.5 Organisation administrative

La wilaya de Bouira se subdivise en 12 daïras et 45 communes réparties comme suit :

Tableau II.1: Découpage administratif de Bouira.

Daïra	Communes	Daïra	Communes
Bouira	Bouira, Ain turk, Ait Laaziz	Bir Ghbalou	Bir-Ghbalou, Raouraoua, Khebouzia
Haizer	Haizer, Taghzout	Ain Bessem	Ain Bessem, Ain Laloui, Ain El-Hadjar
Bechloul	Bechloul, El-Esnam, El Adjiba, Ahl el ksar OuledRached	Souk elkhemis	Souk el khemis, El mokrani
M'Chedellah	M'chedellah, Saharidj, Chorfa, Ahnif, Aghbalou, Ath-mansour	El Hachimia	El-Hachimia, Oued El Berdi
Kadiria	Kadiria, Aomar, Djebahia	Sour El Ghozlane	Sour el Ghozlane, Maamoura, Ridane, El hakimia, Hachimia,Dirah
Lakhdaria	Lakhdaria, Boukram, Guerrouma, Maala,Bouderbala	Bordjokhris	Bordj okhriss, Mesdour,Ttaguedite, Hadjar zerga

II.6. Contexte socio-économique

II.6.1 Population

La population totale de la wilaya de Bouira est estimée 695583 habitants en 2013 et de 837025 habitants en 2018 avec une densité de 160 (habitants / km²) (DSWB, 2018).

II.6.2 Activités industrielles

La Wilaya de Bouira possède une zone industrielle dans la commune d'Oued El Berdi d'une superficie totale de 2 244 043(m²) dont 2 108 804 (m²) cessibles soit 93,97(%). Le nombre de projets créé est de 49 dont 08 opérationnels avec effectifs de 180.

Elle possède aussi de considérable ressources minières qui sont disponibles à travers la wilaya, tels que le gypse, pierre taillée et argile, exploitées entres autres par la cimenterie de Sour El Ghozlane, les Briqueteries d'Aomar et plusieurs unités d'exploitations de carrières d'agrégats pour les besoins du BTPH. L'existence d'un poste transformateur de 400KV implanté à Bir Ghablou. (ANDI, 2015).

Cette région possède un important réseau routier composé de différentes routes et chemins attribué comme ceci :

- Autoroute Est-Ouest : 101 Km.
- Routes Nationales : 355,44 Km.
- Chemins de wilaya : 800,191 Km.
- Chemins communaux : 1411,375 Km (ANDI, 2015).

II.6.3 Agriculture

Une surface de terre agricole de 2935,45 (km²) et une surface de massif forestier de 1122,5 (km²) (ANDI, 2015). On distingue trois zones différentes en partent du Nord au Sud :

- Au Nord : les zones de montagne représentent (31%) des terres de la Wilaya de Bouira. Elles présentent de fortes pentes et sont occupées par la pratique de l'arboriculture rustique, la céréaliculture combinée avec un élevage de type familial.

- Au centre : les plaines constituent (40%) des terres et sont représentées par les plateaux de Bouira, El Asnam et El Hachimia. Ces espaces sont utilisés pour la céréaliculture, l'arboriculture fruitière et les cultures fourragères.
- Au Sud : les zones agropastorales où prédomine l'élevage bovin, s'étendent sur (29%) des terres (ANDI, 2015).

II.7 Conclusion

Ce chapitre a abordé la description de la région d'étude et la collecte de toutes les données nécessaires pour réaliser une étude hydraulique du système d'alimentation en eau potable qui sera mis en œuvre.

Chapitre III :

Estimation de besoin en eau potable

III-1 Introduction

L'estimation des besoins en eau est un processus complexe qui nécessite la prise en compte de nombreux facteurs et paramètres, tels que la démographie, les conditions climatiques, les ressources en eau disponibles et les activités économiques.

Ce chapitre propose un aperçu des différentes méthodes et outils pour estimer les besoins en eau en alimentation en eau potable.

III-2 Evaluation de la population

Pour estimer la population, on utilise la loi qui permet de calculer une approximation statistique de la population future. [2]

$$P_n = P_0 \cdot (1 + T)^n$$

Où :

- P_n : Population à l'horizon d'étude.
- P_0 : Population initiale
- T : Taux de croissance de la population (en pourcentage)
- n : Temps écoulé (en années)

Tableau III.1: Population en 2023.

N de Log	Hab / log	N de population actuel
2000	6	12000

Donc :

Tableau III.2: Population en 2053.

Population 2023	Taux d'accroissement %	l'horizon d'étude	Population 2053
12000	2,7	30	26687

III-3 La dotation

La dotation, ou norme de consommation, représente la quantité d'eau quotidienne nécessaire pour répondre aux besoins humains. Pour notre étude urbaine, une norme de consommation

de 150 litres par jour et par habitant est jugée suffisante pour l'eau potable en raison du niveau de vie, des habitudes sanitaires et de l'évolution future. [5]

III-4 La consommation moyenne journalière

III-4-1 Les besoins domestiques :

Les besoins domestiques en eau sont évalués en utilisant la consommation moyenne journalière, qui représente la quantité d'eau utilisée quotidiennement par la population. Le calcul de cette consommation se fait en utilisant la relation de débit moyen journalier suivante :

$$Q \text{ moy } j = P \times D \text{ (L/j) [5]}$$

Avec :

- **Qmoyj** : débit moyen journalier en (l/j)
- **P** : Population (habitant)
- **D** : dotation en (l/j/hab)

Tableau III.3: consommation moyenne journalières (domestique)

Population 2053	Dotation (l/j/hab)	Q moy.j (m ³ /j)
26687	150	4003,002

III-4-2 Les besoins scolaires

Les besoins scolaires en eau incluent l'eau potable, les installations sanitaires et l'entretien des locaux. Ces besoins varient selon la taille de l'école, le nombre de personnes, le climat, les installations sportives et les activités d'entretien. [2]

Tableau III.4: consommation moyenne journalières (Scolaire)

Equipement	Nombre d'élèves		DOTATION	Qmoy.j(l/j)	
	2023	2053		2023	2053
Ecole primaire	550	1123	10	5500	11230

III-4-3 Récapitulatif des différentes consommations journalières

Les résultats des différentes consommations moyennes journalières sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau III.5: Récapitulatif des Consommations moyennes journalières

Besoins domestique (m ³ /j)	Besoins scolaires (m ³ /j)	Totale (m ³ /j)
4003,002	11,23	4014,232

III-5 Estimation des pertes

Les pertes dans le réseau de distribution d'eau se répartissent en pertes administratives et pertes physiques. Les pertes administratives sont liées à des prélèvements non comptabilisés, une facturation au forfait et des prélèvements illégaux. Les pertes physiques incluent les fuites dans le réseau, les prélèvements non rémunérés (lutte contre les incendies, entretien du réseau, etc.). Pour estimer le besoin en eau, on considère un taux de perte de 20% par rapport à la demande totale.

$$Q_{\text{moy j}} (\text{avec pertes}) = 1.2 * Q_{\text{moy j}}$$

$$Q_{\text{moy j}} = 1.2 * 4014,232$$

$$Q_{\text{moy j}} = \mathbf{4817,078 \text{ m}^3/\text{j}}$$

III-6 Débit de pointe journalier

Le débit maximum journalier sur une année, correspondant à la journée où la consommation est la plus élevée, est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$Q_{\text{maxj}} = Q_{\text{moyj}} * K_{\text{maxj}} (\text{m}^3/\text{h})$$

⌚ Le coefficient de pointe journalier, noté **K_{maxj}**, est compris entre 1,1 et 1,3.

⌚ Dans le cadre de notre projet et étant donné que la zone étudiée est urbaine, nous avons choisi un coefficient de pointe journalier (**K_{maxj}**) égal à 1,2.

$$Q_{\text{maxj}} = 4817,078 * 1,2$$

$$Q_{\text{maxj}} = \mathbf{5780,494 \text{ m}^3/\text{j}}$$

III-7 Débit moyen horaire

Le débit moyen horaire est donné par la relation suivante :

$$Q_{\text{moy,h}} = Q_{\text{max,j}} / 24 (\text{m}^3/\text{h})$$

$$Q_{\text{moy,h}} = 5780,494 / 24$$

$$Q_{\text{moy,h}} = \mathbf{240,854 \text{ m}^3/\text{h}}$$

III-8 Détermination du débit maximum horaire

La détermination du débit maximum horaire consiste à calculer la quantité d'eau maximale qui peut être consommée en une heure, afin de dimensionner correctement les équipements nécessaires pour répondre à la demande en eau. [4]

$$Q_{\max h} = Q_{\text{moyh}} * K_{\max h}$$

Où : $K_{\max h} = \alpha_{\max} \times \beta_{\max}$

Le coefficient α_{\max} correspond au confort et aux équipements de l'agglomération, il est compris entre 1,2 et 1,4. Pour notre projet, nous choisissons $\alpha_{\max} = 1,3$.

Le coefficient β_{\max} est donné par un tableau en fonction de la taille de l'agglomération. Le tableau III.6 représente les valeurs de β_{\max} en fonction de la population.

Tableau III.6 : les valeurs de β_{\max} en fonction de la population. [4]

Nombre de population x10³	<1	1.5	2.5	4	6	10	20	30	100	300	10 ³
B_{max}	2	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.15	1.10	1.03	1

Après le calcul avec la méthode de l'interpolation on trouve que :

$$B_{\max} = 1,167$$

AN :

$$K_{\max h} = 1,3 * 1,167$$

$$K_{\max h} = 1,517$$

Donc :

$$Q_{\max h} = Q_{\text{moy, h}} * K_{\max, h}$$

$$Q_{\max h} = 240,854 * 1,517$$

$$Q_{\max h} = 365,4 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

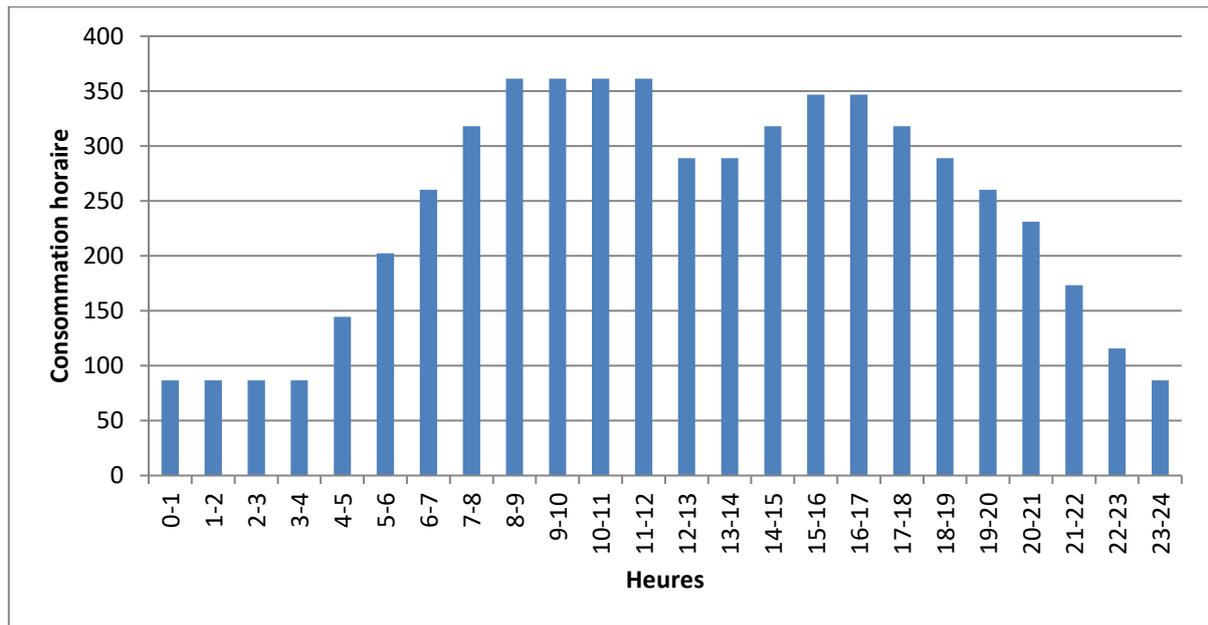
$$Q_{\max h} = 101,5 \text{ l/s}$$

III-9 Variations du débit horaire

La variation des débits horaires peut être visualisée et analysée à l'aide d'une méthode graphique.

Tableau III.7 : Variations du débit horaire

Heurs	Variation de la consommation en %		Cumulé	
	%	m3/h	%	m3/h
0-1	1,5	86,70741	1,5	86,70741
1-2	1,5	86,70741	3	173,41482
2-3	1,5	86,70741	4,5	260,12223
3-4	1,5	86,70741	6	346,82964
4-5	2,5	144,51235	8,5	491,34199
5-6	3,5	202,31729	12	693,65928
6-7	4,5	260,12223	16,5	953,78151
7-8	5,5	317,92717	22	1271,7087
8-9	6,25	361,280875	28,25	1632,9896
9-10	6,25	361,280875	34,5	1994,2704
10-11	6,25	361,280875	40,75	2355,5513
11-12	6,25	361,280875	47	2716,8322
12-13	5	289,0247	52	3005,8569
13-14	5	289,0247	57	3294,8816
14-15	5,5	317,92717	62,5	3612,8088
15-16	6	346,82964	68,5	3959,6384
16-17	6	346,82964	74,5	4306,468
17-18	5,5	317,92717	80	4624,3952
18-19	5	289,0247	85	4913,4199
19-20	4,5	260,12223	89,5	5173,5421
20-21	4	231,21976	93,5	5404,7619
21-22	3	173,41482	96,5	5578,1767
22-23	2	115,60988	98,5	5693,7866
23-24	1,5	86,70741	100	5780,494

III-9-1 : Représentation graphique des consommations horaires :**Figure III.7:** emplacement de la station de pompage.**III-10 Conclusion**

L'estimation des besoins en eau potable pour un quartier résidentiel de 2000 logements AADL en 2053 nécessite une analyse précise. En considérant un débit maximal journalier estimé de 5780,494 m³/jour, des coefficients horaires appropriés sont utilisés pour déterminer les quantités d'eau nécessaires à chaque période de la journée. Cette estimation permet de dimensionner les infrastructures de manière optimale, assurant ainsi la durabilité du système d'approvisionnement en eau potable pour les résidents du quartier.

Chapitre IV :

Dimensionnement du réseau de distribution

IV-1 Introduction

Après avoir estimé les besoins en eau du nouveau quartier de 2000 logements AADL, il est important de choisir un réseau de distribution adapté pour fournir de l'eau aux différents types de consommateurs présents dans l'agglomération.

L'objectif de ce réseau est de répondre aux besoins des consommateurs en termes de débit et de pression. Ainsi, les différentes sections des canalisations du réseau doivent avoir des diamètres optimaux et être dimensionnées en conséquence.

IV-2 Description d'un réseau de distribution d'AEP

Le système de distribution d'Alimentation en eau potable comprend un ensemble d'installations reliant les sources d'approvisionnement en eau, généralement des réservoirs, aux branchements particuliers des utilisateurs.

Le réseau de distribution est constitué d'éléments tels que des réservoirs, des conduites, des pièces spéciales, des raccords, des accessoires, des appareils de robinetterie et des branchements. [4]

IV-3 Type de réseaux

On distingue deux types de réseaux de distribution de l'eau : réseau ramifié et réseau maillé.

IV-3-1 Réseau ramifié

La géographie d'un réseau ramifié affecte la structure d'un arbre. Dans ce réseau, l'eau circule dans un seul sens, il est constitué d'une conduite principale et des conduites secondaires branchées tout le long de la conduite principale, il n'assure aucune distribution de retour.

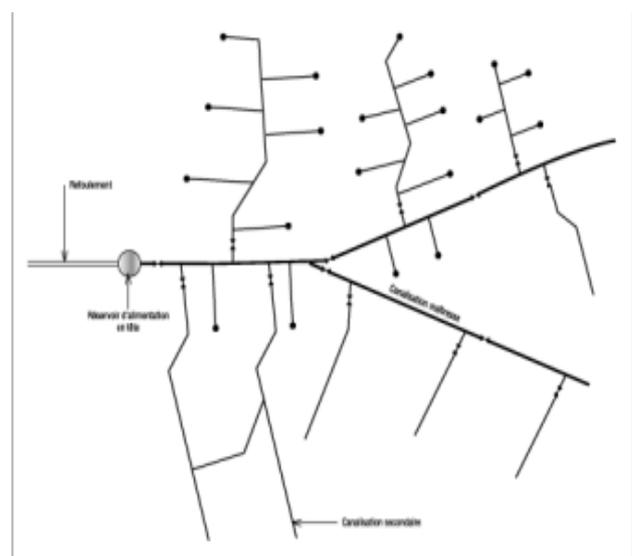
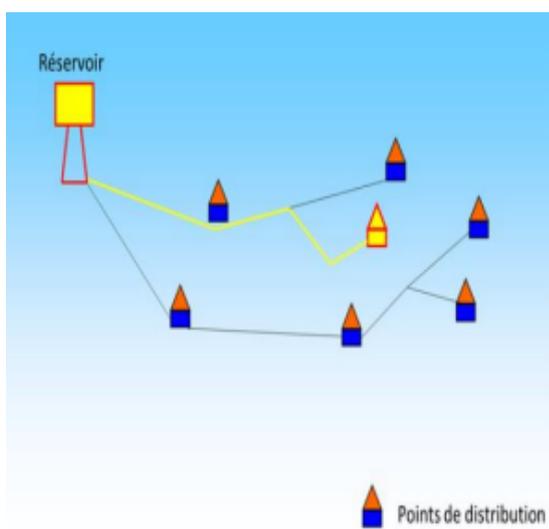


Figure IV.8: Réseau ramifié

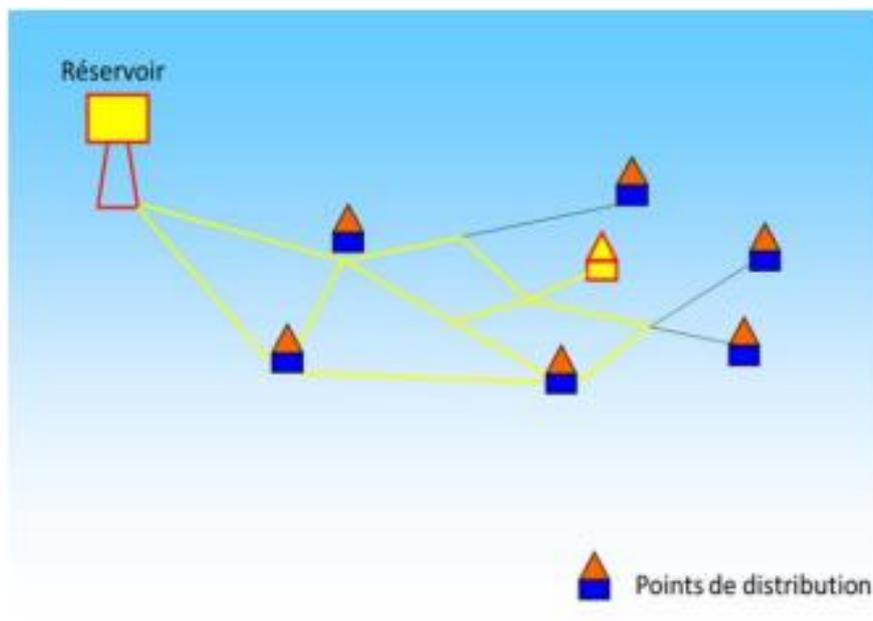
Tableau IV.1 : Avantage et inconvénients du réseau ramifié

Avantages	Inconvénients
Maîtrise des sens d'écoulement : l'hydraulique est maîtrisée sans calculs ni étude approfondie.	Une rupture de conduite implique une interruption de service.
Un réseau ramifié présentant les longueurs minimales de pose permet d'avoir un coût d'investissement minimal.	Le renouvellement de l'eau n'est assuré que par la demande à l'aval. Les longues branches pour des faibles demandes engendrent donc une stagnation de l'eau.

IV-4-2 Réseau maillé :

Les réseaux maillés, plus complexes, sont caractérisés par des parcours de l'eau multiples pour un même point de livraison.

Le réseau maillé est constitué d'une série de tronçons disposés de telle manière qu'il soit possible de décrire une ou plusieurs boucles fermées. Il assure une distribution de retour en cas de panne d'un tronçon.

**Figure IV.9:** Réseau maillé

IV-4-2-1 Réseau maillé à une seule boucle :

Ce réseau est composé d'une seule boucle qui dessert des antennes ramifiées. Ce sont des structures généralement présentes en sites ruraux ou semi-ruraux.

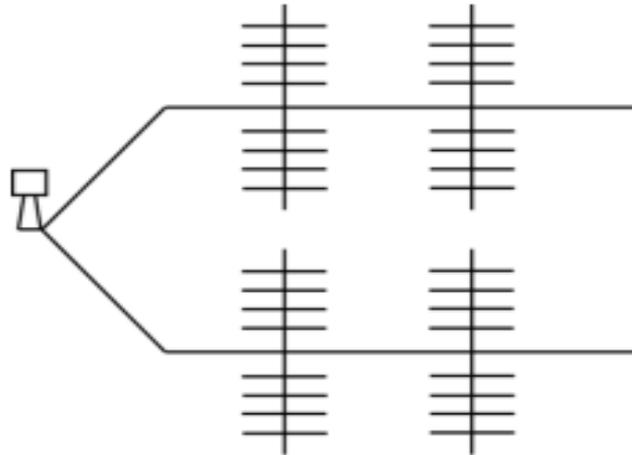


Figure IV.10: Réseau maillé à une seule boucle.

IV-4-2-2 Réseaux maillés présentant de multiples boucles (mixtes) :

Leur degré de maillage extrêmement élevé les rend confortables à exploiter. Ils illustrent parfaitement les réseaux urbains.

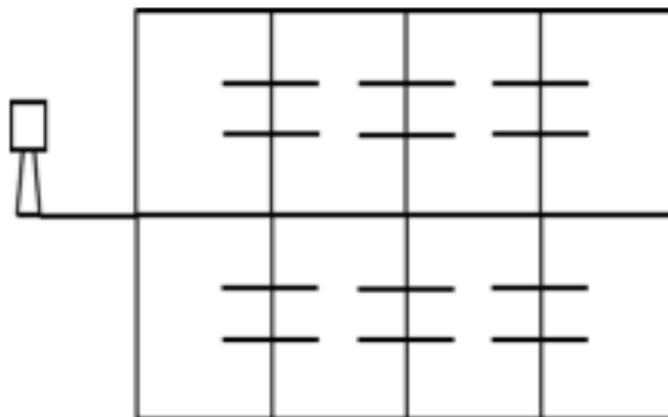


Figure IV.11: Réseaux maillés présentant de multiples boucles (mixtes).

Tableau IV.2 : Avantage et inconvénients du réseau

Avantages	Inconvénients
Maintien de la distribution en cas de rupture, car le chemin fermé peut être pallié par un autre. L'exploitation en est alors plus aisée.	La multiplication des conduites engendre un volume de réseau plus élevé. Ainsi, le temps de résidence global de l'eau est notablement augmenté.
L'eau pouvant se partager sur plusieurs parcours, les débits qui transitent dans les tronçons sont réduits.	Certains tronçons peuvent voir leurs extrémités en équilibre de charge. Ceci implique que le renouvellement de l'eau ne peut se faire que par la demande et non par des transits d'un secteur à un autre. Ceci se caractérise alors par une stagnation locale qui peut provoquer des dépôts et une aggravation du goût de l'eau.
Les vitesses d'écoulement sont alors plus faibles et engendrent moins de pertes d'énergie (moins de pertes de charge). Ainsi, plus le réseau est maillé, moins il y a de pertes de pression.	Le sens d'écoulement devient parfois difficile à prévoir. Il est fréquent de constater des inversions de sens d'écoulement dans une journée.

IV-4 Paramètres de dimensionnement d'un réseau d'eau potable

Quatre paramètres de calcul à tenir en compte lors du dimensionnement d'un réseau d'eau potable : [5]

IV-4-1 La consommation :

Il faut tenir compte des différentes variations de la consommation :

1. **Variations annuelles** : elles sont fonction de la croissance de la population.
2. **Variations mensuelles** : mois de tourisme...
3. **Variations journalières** : week-end, jour de fête...
4. **Variations horaires** : le matin, lors de la préparation des repas...

IV-4-2 La pression :

La pression minimale est dictée par la hauteur des immeubles et par la pression nécessaire chez l'utilisateur. Dans un ménage, la pression devrait être comprise entre 1 et 2 bars. La résistance maximale est imposée par la résistance de la tuyauterie. Si la pression dépasse H_{\max} , il faudrait placer un réducteur de pression entre le réseau et l'immeuble.

Intervalle de pression :

(N c'est le nombre d'étages)

$$H_{\min} = 4 \cdot (N+1) + 10 = 50 \text{ m}$$

$$H_{\max} = H_{\min} + 2 \text{ bar} = 50 + 20 = 70 \text{ m}$$

$$P = [50 \text{ m} ; 70 \text{ m}]$$

IV-4-3 La vitesse :

Afin d'éviter des pertes de charge importantes, la vitesse de l'eau dans les conduites ne devrait pas dépasser 1,6 m/s et afin d'éviter les dépôts elle ne devrait pas être inférieure à 0.5 m/s.

IV-5 Choix du matériau des conduites

La sélection du matériau des conduites dépend de plusieurs critères tels que la résistance à la pression, la nature du sol et les considérations économiques telles que le coût et la disponibilité sur le marché, ainsi que la compatibilité avec les équipements auxiliaires (joints, coudes, vannes, etc.). Les matériaux couramment utilisés incluent l'acier, la fonte et le PVC. [3]

IV-5-1 Tuyaux en fonte

Présentent plusieurs avantages :

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

L'inconvénient est que les tuyaux en fonte sont très lourds, très chers et ne sont pas disponibles sur le marché.

IV-5-2 Tuyaux en acier

Les tuyaux en acier sont plus légers que les tuyaux en fonte, d'où l'économie sur le transport et la pose

- ⌚ Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement)

Leur inconvénient est la corrosion.

IV-5-3 Tuyaux en PVC (Polychlorure de vinyle non plastifié)

- ⌚ Bonne résistance à la corrosion
- ⌚ Disponible sur le marché
- ⌚ Une pose de canalisation facile

Leur inconvénient est le risque de rupture

Remarque :

Dans le cadre de notre projet, les conduites en PEHD PN16 sont employées. Ces dernières sont couramment utilisées dans les zones urbaines et leur utilisation se répand de plus en plus dans les agglomérations rurales sous forme de réseaux ramifiés (avec un nombre limité de mailles tout en conservant certaines ramifications). Les réseaux maillés, quant à eux, sont composés principalement d'une série de canalisations disposées de manière à permettre la formation de boucles fermées ou maillées.

IV-6 Calcul hydraulique du réseau mixte

La détermination des débits dans un réseau mixte s'effectue de la manière suivante :

- On détermine la longueur de chaque tronçon du réseau.
- On calcule les débits en route pendant les heures considérées (l'heure de pointe +incendie).
- On détermine le débit spécifique en considèrent les débits en route.
- Sachant le débit spécifique ; on détermine les débits supposés concentrés aux nœuds.

IV-6-1 Calcul des débits du réseau

Pour pouvoir dimensionner un réseau d'alimentation en eau potable, il est nécessaire de déterminer les débits aux nœuds.

IV-6-1-1 Détermination du débit spécifique

Défini comme étant le rapport entre le débit de pointe et la somme des longueurs des tronçons du réseau, on suppose que les besoins domestiques sont uniformément répartis sur toute la longueur du réseau : [5]

$$Q_{sp} = Q_{\text{pointe}} / \sum L_i$$

Q_{pointe} : débit de pointe calculé dans le chapitre II (l/s).

Q_{sp} : débit spécifique (l/s/m).

$\sum L_i$: Somme des longueurs du tronçon (m).

Tableau IV.3 : Détermination de débit spécifique.

<i>Heure de pointe</i>	Q_{Pointe} (l/s)	101,5
	$\sum L_i$ (m)	3023
	Q_{sp} (l/s/m)	0,03358

IV-6-1-2 Détermination des débits en route

Le débit en route se définit comme étant le débit réparti uniformément le long d'un tronçon de réseau le débit en route est donné par la formule suivante : [5]

$$Q_{ri} = Q_{sp} * L_i$$

Avec : Q_{ri} : débit en route dans le tronçon i (l/s).

Q_{sp} : débit spécifique (l/s/m).

L_i : longueur du tronçon (m).

IV-6-1-3 Détermination des débits nodaux

C'est le débit concentré en chaque point de jonction des conduites du réseau, il est déterminé comme suit : [5]

$$Q_{ni} = 0.5 \sum Q_{ri-k} + \sum Q_{ci}$$

Où : Q_{ni} : débit au nœud i (l/s).

$\sum Q_{ri-k}$: la somme des débits en route des tronçons reliés au nœud i (l/s).

$\sum Q_{ci}$: la somme des débits concentrés au nœud i (l/s).

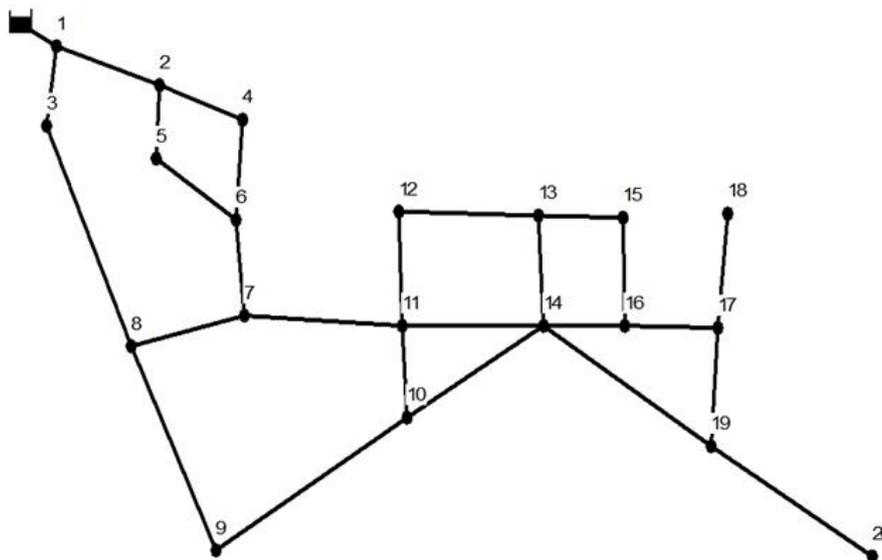


Figure IV.12: Réseau de distribution sur Epanet avant la simulation.

IV-7 Calcule des débits en route

Tableau IV.3 : Résultats des débits en route

Tronçon	Longueur (m)	Débit spécifique (l/s/m)	Débits en route (l/s)	
1-2	140	0,03358	4,7012	
1-3	118		3,96244	
2-4	58		1,94764	
2-5	74		2,48492	
4-6	83		2,78714	
6-7	111		3,72738	
5-6	46		1,54468	
3-8	162		5,43996	
8-7	115,00		3,8617	
8-9	242		8,12636	
7-11	53		1,77974	
9-10	183		6,14514	
10-11	123		4,13034	
11-12	85		2,8543	
12-13	169		5,67502	
11-14	170		5,7086	
10-14	153		5,13774	
13-14	87		2,92146	
13-15	98		3,29084	
15-16	80		2,6864	
14-16	97		3,25726	
14-19	132		4,43256	
16-17	47		1,57826	
17-19	113		3,79454	
17-18	83		2,78714	
19-20	201		6,74958	
Total	3023			101,5123

IV-8 Calcul des débits en nœud

Tableau IV.4 : Résultats des débits nodaux

NŒUD	TRANCON	Débit en route (l/s)	Débit en nœud (l/s)	Débit consommé concentré (l/s)	Débit en nœud totale
1	1-2	4,7012	4,33182	17	21,33182
	1-3	3,96244			
2	2-1	4,7012	4,56688	0	4,56688
	2-4	1,94764			
	2-5	2,48492			
3	3-1	3,96244	4,7012	0	4,7012
	3-8	5,43996			
4	4-2	1,94764	2,36739	0	2,36739
	4-6	2,78714			
5	5-2	2,48492	2,0148	0	2,0148
	5-6	1,54468			
6	6-4	2,78714	4,0296	0	4,0296
	6-5	1,54468			
	6-7	3,72738			
7	7-6	3,72738	4,68441	0	4,68441
	7-8	3,8617			
	7-11	1,77974			

Tableau IV.4 : Résultats des débits nodaux (suite)

NŒUD	TRANCON	Débit en route (l/s)	Débit en nœud (l/s)	Débit consommé concentré (l/s)	Débit en nœud totale
8	8-3	5,43996	8,71401	0	8,71401
	8-7	3,8617			
	8-9	8,12636			
9	9-8	8,12636	7,13575	0	7,13575
	9-10	6,14514			
10	10-9	6,14514	7,70661	0	7,70661
	10-11	4,13034			
	10-14	5,13774			
11	11-10	4,13034	7,23649	0	7,23649
	11-7	1,77974			
	11-12	2,8543			
	11-14	5,7086			
12	12-11	2,8543	4,26466	0	4,26466
	12-13	5,67502			
13	13-12	5,67502	5,94366	0	5,94366
	13-14	2,92146			
	13-15	3,29084			

Tableau IV.4 : Résultats des débits nœuds (suite)

NŒUD	TRANCON	Débit en route (l/s)	Débit en nœud (l/s)	Débit consommé concentré (l/s)	Débit en nœud totale
14	14-11	5,7086	10,72881	0	10,72881
	14-13	2,92146			
	14-16	3,25726			
	14-19	4,43256			
	14-10	5,13774			
15	15-13	3,29084	2,98862	0	2,98862
	15-16	2,6864			
16	16-14	3,25726	3,76096	0	3,76096
	16-15	2,6864			
	16-17	1,57826			
17	17-16	1,57826	4,07997	0	4,07997
	17-19	3,79454			
	17-18	2,78714			
18	18-17	2,78714	1,39357	0	1,39357
19	19-17	3,79454	7,48834	0	7,48834
	19-20	6,74958			
	19-14	4,43256			
20	20-19	6,74958	3,37479	0	3,37479

IV-9 Calculs du réseau de distribution en eau potable

IV-9-1 Présentation du logiciel EPANET

EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression. Un réseau est un ensemble de tuyaux, nœuds (jonctions de tuyau), pompes, vannes, bâches et réservoirs. EPANET calcule le débit dans chaque tuyau, la pression à chaque nœud, le niveau de l'eau dans les réservoirs, et la concentration en substances chimiques dans les différentes parties du réseau, au cours d'une durée de simulation divisée en plusieurs étapes. Le logiciel est également capable de calculer les temps de séjour et de suivre l'origine de l'eau.

EPANET a pour objectif une meilleure compréhension de l'écoulement et de l'usage de l'eau dans les systèmes de distribution. Il peut être utilisé pour différents types d'application dans l'analyse des systèmes de distribution. En voici quelques exemples : définition d'un programme de prélèvement d'échantillons, calage d'un modèle hydraulique, simulation du chlore résiduel, et estimation de l'exposition de la population à une substance. EPANET offre une aide à la recherche de stratégies alternatives pour gérer le réseau, comme par exemple :

- Utilisation en alternance des différentes ressources du système,
- Modifier le régime de pompage ou de marnage des réservoirs,
- Préciser l'usage des stations de recoloration (ou autres retraitements) en réseau,
- Planifier l'entretien et le remplacement de certaines canalisations.

Disponible sous Windows, EPANET fournit un environnement intégré pour l'édition de données de réseau, pour l'exécution de simulations hydrauliques et de simulations qualité, et pour l'affichage des résultats sous plusieurs formats (des cartes avec des codes couleurs, des tableaux et des graphiques). [3]

IV-9-2 Utilisation du logiciel EPANET

Les étapes classiques de l'utilisation d'EPANET pour modéliser un système de distribution d'eau sont les suivantes :

- Dessiner un réseau représentant le système de distribution ou importer une description de base du réseau enregistrée dans un fichier avec un format texte Métafichier.
- Saisir les propriétés des éléments du réseau ;
- Décrire le fonctionnement du système ;
- Sélectionner un ensemble d'options de simulation ;
- Lancer une simulation hydraulique ou une analyse de la qualité ;

- Visualiser les résultats d'une simulation.

IV-9-3 Modélisation du réseau

EPANET modélise un système de distribution d'eau comme un ensemble d'arcs et de nœuds. Les arcs représentent des tuyaux, des pompes, et des vannes de contrôle. Les nœuds représentent des nœuds de demande, des réservoirs et des bâches.

- ⌚ Première étape : Elle consiste au report du tracé qu'on a réalisé avec AUTOCAD sur un fichier compatible avec EPANET.
- ⌚ Deuxième étape Il s'agit de choisir et de définir l'unité de calcul puis d'introduire quelques données de base.
- ⌚ Troisième étape Dans notre projet la modélisation consiste à un introduire les différentes données du réseau.

Au niveau des nœuds

- L'altitude des nœuds par rapport à un plan de référence.
- La demande en eau (débit en route prélevé sur le réseau).

Au niveau des arcs

- Les nœuds initiaux et final, le diamètre, la longueur et le coefficient de rugosité (pour déterminer la perte de charge).
- Au niveau des réservoirs.
- L'altitude du radier.
- Le diamètre.
- Les niveaux initial, minimal et maximal de l'eau.

Le fonctionnement de station de pompage peut être piloté par des commandes simples, (heures de marche/arrêt en fonction du niveau d'un réservoir) ou des commandes élaborées plus complexes.

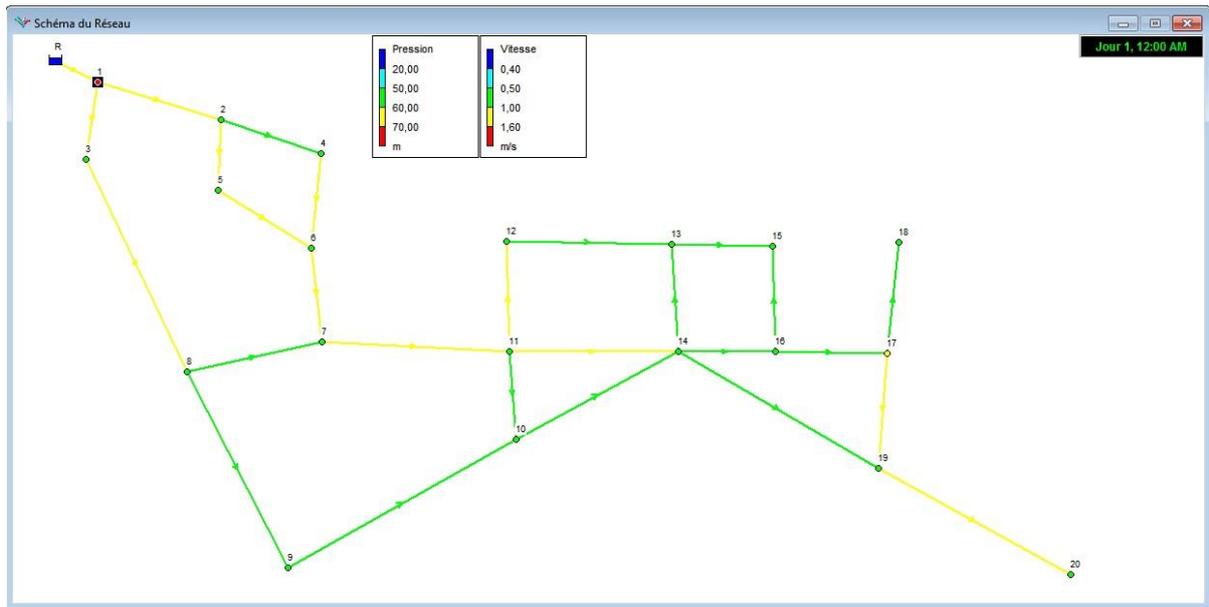


Figure IV.13: Réseau de distribution sur Epanet après la simulation.

Remarque :

On remarque dans le cas de débit de pointe toutes les conduites sont en deux couleurs, vertes et jaunes, cela veut dire que toutes les vitesses sont entre 0,5 m/s et 1,6 m/s.

La même chose pour les nœuds, ils sont tous verts donc toutes les pressions son entre 5 et 7 bar

IV.9.4 Etat des conduites apres la simulation

Les résultats sont dans le tableau suivant :

Tableau IV.5 : Etat des tronçons après la simulation

Tronçon	Longueur	Diamètre Intérieur	Diamètre extérieur	Vitesse
	M	mm	mm	m/s
1-2	140	227,3	250	1,49
2-4	100	181,8	200	0,81
4-6	83	145,5	160	1,12
2-5	74	181,8	200	1,34
5-6	46	181,8	200	1,26
1-3	118	204,5	225	1,12
3-8	162	181,8	200	1,24
8-9	242	145,4	160	0,86
8-7	115	113,6	125	0,9

Tableau IV.5 : Etat des tronçons après la simulation (suite)

Tronçon	Longueur	Diamètre Intérieur	Diamètre extérieur	Vitesse
	M	mm	Mm	m/s
6-7	111	227,3	250	1,17
7-11	53	227,3	250	1,28
11-12	85	100	110	1,32
12-13	169	100	110	0,78
13-15	98	57,2	63	0,57
11-14	170	181,8	200	1,13
14-16	97	181,8	200	0,76
15-16	80	45,4	50	0,94
13-14	87	45,4	50	0,79
9-10	183	127,3	140	0,57
10-11	123	100	110	0,62
10-14	153	100	110	0,56
16-17	47	163,6	180	0,69
17-18	83	45,4	50	0,86
14-19	132	54,4	63	0,8
17-19	113	100	110	1,15
19-20	201	68,2	75	1,07

IV.9.5 Etat des nœuds après la simulation

Les résultats sont dans le tableau suivant :

Tableau IV.6 : Etat des nœuds après la simulation

Nœud	Altitude	Demande Base	Pression
	M	LPS	m
Nœud 1	464,3	21,332	49,95
Nœud 2	457,8	4,567	55,21
Nœud 4	457	2,367	55,65
Nœud 6	457,53	4,03	54,39

Tableau IV.6 : Etat des nœuds après la simulation (suite)

Nœud	Altitude	Demande Base	Pression
	M	LPS	m
Nœud 5	459,35	2,015	52,96
Nœud 3	463,3	4,701	50,25
Nœud 8	456,7	8,714	55,52
Nœud 7	454	4,684	57,3
Nœud 9	451,5	7,136	59,41
Nœud 10	457,3	7,707	53,08
Nœud 11	457,8	7,236	53,15
Nœud 12	457,8	4,265	51,49
Nœud 13	456,5	5,944	51,58
Nœud 15	450,84	2,989	56,45
Nœud 14	455,5	10,729	54,29
Nœud 16	450	3,761	59,48
Nœud 17	449	4,08	60,34
Nœud 18	450,2	1,394	57,2
Nœud 19	456,7	7,488	50,97
Nœud 20	451	3,375	52,01

IV-10 Equipements hydrauliques

Le réseau d'alimentation en eau potable se compose d'un ensemble d'équipements hydrauliques, en particulier les tuyaux, robinetteries et accessoires, pièces spéciales de raccordement. [5]

IV-10-1 Type des tuyaux

Le réseau de distribution sera Constitué d'un assemblage de tuyaux en PEHD, les diamètres utilisés varient entre 40 et 315mm.

IV-10-2 Appareil et accessoires du réseau

Les accessoires doivent être utilisés pour l'équipement du réseau de distribution sont les suivants :

- Les robinets vannes : ils sont placés au niveau de chaque noud et permettent, l'isolement des différents tronçons du réseau lors d'une répartition sur l'un d'entre eux, ils permettent ainsi de régler les débits ; leurs manœuvre s'effectues à partir du sol au moyen d'une clé dit Béquille.
- Les décharges : Ce sont des robinets places aux endroits des points les plus bas du réseau de distribution pour permettre la vidange à l'intérieur d'un regard en maçonnerie.
- Bouches ou poteau d'incendie : les bouches ou poteau d'incendie doivent être raccordés sur les conduites capables d'assurer un débit de 17 l/s.
- Les ventouses : sont des organes qui sont placés au point le plus haut du réseau, pour réduire la formation de vide dans les installations hydrauliques. Les ventouses ont pour le rôle spécial ; l'élimination des poches d'air dans la canalisation des conduites.

IV-10-3 Pièces spéciales de raccordement

- Les Tés : utilisés pour le raccordement des canalisations secondaires aux canalisations principales.
- Les coudes : utilisés en cas de changement de direction.
- Les cônes de réduction : ce sont des organes de raccordement en cas de changement de diamètre.

IV-11 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons réalisé le dimensionnement du réseau de distribution du quartier 2000 logements à Bouira (AADL 2020), qui présente un type de réseau mixte. Les vitesses de circulation d'eau varient entre 0,5 et 1,6 m/s, tandis que les pressions se situent dans une plage de 1 à 6 bars. Ainsi, les vitesses et les pressions observées dans le réseau sont considérées comme acceptables. Pour effectuer cette modélisation, nous avons utilisé le logiciel EPANET.

Chapitre V :

Dimensionnement du réservoir

V-1 Introduction

Dans ce chapitre, nous nous concentrerons sur l'identification et le dimensionnement adéquat du réservoir présent dans notre réseau. Les réservoirs sont des structures hydrotechniques diverses qui nécessitent une étude technique approfondie afin de remplir efficacement les fonctions pour lesquelles ils ont été conçus. Ils sont utilisés comme réserves d'eau et pour réguler les débits et les pressions.

Notre objectif est de calculer la capacité nécessaire du réservoir pour répondre aux besoins de nos agglomérations.

V-2 Fonctions des réservoirs

- Les réservoirs sont essentiels pour réguler la pression et le débit de l'eau entre la production et la consommation.
- Ils stockent l'eau en cas de production excédentaire et la redistribuent en cas de consommation supérieure à la production.
- Les réservoirs offrent une flexibilité pour faire face aux incidents tels que les pannes électriques ou le remplacement de pompes.
- Ils permettent d'optimiser l'utilisation des tarifs d'électricité de nuit.
- Certains réservoirs sont spécialement conçus pour servir de réserve d'incendie avec un système à évent qui se désamorce lorsque le niveau de la réserve est atteint.
- En cas d'extension d'une agglomération, des réservoirs d'équilibre connectés au réservoir principal sont utilisés pour garantir une pression suffisante dans tout le réseau.
- Les réservoirs d'équilibre se remplissent par gravité pendant les périodes de faible consommation et maintiennent une pression régulière pendant la journée.
- Les réservoirs peuvent également agir comme des brise-charges dans le cas d'une distribution étagée.
- Dans certaines situations, les réservoirs peuvent agir en tant que réservoirs tampons ou relais. [3]

V-3 Classification des réservoirs

Selon les critères pris en considération, les réservoirs peuvent être classés de diverses façons :
[3]

V-3-1 Classification selon le matériau de construction

Elle se base sur la nature des matériaux de construction des réservoirs :

- Réservoirs métalliques,
- Réservoirs en maçonnerie,
- Réservoirs en béton armé ou précontraint.

V-3-2 Classification selon la situation des lieux

Les réservoirs, pour accomplir convenablement les fonctions auxquelles ils sont conçus, peuvent occuper les différentes dispositions suivantes par rapport à la surface du sol :

- enterrés,
- semi-enterrés,
- surélevé ou sur tour (château d'eau).

V-3-3 Classification selon l'usage

Vu les nombreux usages des réservoirs on peut les classer en :

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

V-3-4 Classification selon la forme géométrique

Les réservoirs peuvent présenter différentes formes en fonction de leur capacité :

- Les réservoirs rectangulaires ou carrés sont utilisés pour les grandes capacités. Ils permettent une compartimentation facile pour assurer une distribution continue. Ces réservoirs sont généralement construits en béton armé ou précontraint, et chaque compartiment doit être équipé de la même tuyauterie qu'un réservoir unique.
- Les réservoirs cylindriques sont préférés pour les capacités plus petites. Ils sont similaires aux réservoirs rectangulaires en termes de positionnement des tuyaux. Ces réservoirs sont également construits en béton armé ou précontraint. Il existe également des réservoirs de formes non conventionnelles, tels que les réservoirs sphériques ou coniques.

V-4 Choix du type de réservoir

Le choix du type de réservoir est principalement basé sur des considérations économiques, selon le BET Groupement. Les réservoirs enterrés et semi-enterrés offrent les avantages suivants par rapport aux réservoirs surélevés :

- Réduction des coûts de construction.
- Simplification de l'étude architecturale et moins de critiques potentielles.
- Facilité de réalisation de l'étanchéité.
- Maintien de la température constante de l'eau stockée. [3]

V-5 Equipements hydrauliques des réservoirs

Pour assurer leur bon fonctionnement, les réservoirs, qu'ils soient uniques ou compartimentés, doivent être équipés des éléments suivants : [5]

V-5-1 Conduite d'adduction : L'eau peut être introduite dans le réservoir par le haut, par le bas ou par une conduite noyée à partir d'un plan d'eau. À l'endroit où la conduite d'adduction se connecte au réservoir, il doit y avoir un dispositif permettant de fermer l'arrivée d'eau lorsque celle-ci atteint un certain niveau. Cette fermeture peut être assurée par un robinet-vanne en cas d'adduction gravitaire, ou par un dispositif qui arrête la pompe en cas d'adduction par refoulement.

V-5-2 Conduite de distribution : L'orifice de sortie de la conduite de distribution est positionné entre 0,15 et 0,20 m au-dessus du radier du réservoir et à l'opposé de la conduite d'adduction, afin d'éviter l'entrée de boue ou de sable qui pourraient se déposer dans la cuve et perturber l'eau. L'extrémité de la conduite est munie d'une crépine courbée pour empêcher la pénétration de matières en suspension. Pour éviter l'entrée d'air dans la conduite (phénomène de vortex) lorsque le niveau d'eau est au plus bas, un espace minimum de 0,5 m doit être réservé au-dessus de la partie supérieure de la conduite. Cette conduite est équipée d'une vanne à fermeture lente ou d'un robinet-vanne automatique pour une fermeture rapide en cas de rupture de la conduite.

V-5-3 Conduite de trop-plein : Cette conduite a pour fonction d'évacuer le débit d'adduction excédentaire. En cas de défaillance du système d'arrêt des pompes, le trop-plein doit être en mesure d'évacuer la totalité du débit entrant dans le réservoir. À cette fin, un joint hydraulique constitué d'un siphon est aménagé à l'extrémité aval de la conduite.

V-5-4 Conduite de vidange : Il s'agit de la conduite la plus basse dans le réservoir, utilisée pour vider celui-ci en cas de besoin, par exemple pour le nettoyage ou les réparations.

V-5-5 By-pass : Le by-pass est utilisé pour faciliter la manipulation de la vanne à fermeture lente, pour remplir la conduite à un débit réduit avant sa mise en service, et pour relier la conduite d'adduction à la conduite de sortie du réservoir.

V-5-6 Matérialisation de la réserve d'incendie : Il s'agit d'une disposition spéciale de la tuyauterie qui permet d'interrompre l'écoulement une fois que le niveau de la réserve d'incendie est atteint. Deux systèmes couramment utilisés sont le système à deux prises et le système à siphon.

V-5-7 Système à deux prises : Deux conduites sortent du réservoir, l'une au niveau de la réserve d'incendie et l'autre au fond de la réserve d'incendie, munie d'un robinet-vanne. Ces conduites se rejoignent dans une chambre de manœuvre. Lorsque le niveau d'eau dans la cuve atteint le niveau de la consigne d'incendie, l'alimentation en eau est interrompue et la réserve d'incendie est préservée. Le robinet-vanne mentionner précédemment est responsable de cette préservation. Si la réserve d'incendie n'est pas régulièrement renouvelée, la stagnation de l'eau peut entraîner sa détérioration et des dépôts dans le réservoir.

VI.6.8 Système à siphon : Une seule conduite sort du réservoir et part du fond de la réserve d'incendie. Cette conduite est équipée d'un siphon comprenant trois robinets-vannes : un avant le siphon, un à la sortie du siphon et un entre les deux extrémités du siphon. Lorsque le niveau d'eau dans le réservoir atteint la consigne d'incendie, le système se désamorçe grâce à un évent tout en maintenant ouverts le premier et le deuxième robinet-vanne. Le premier et le troisième robinet-vanne sont responsables de la préservation de la réserve d'incendie.

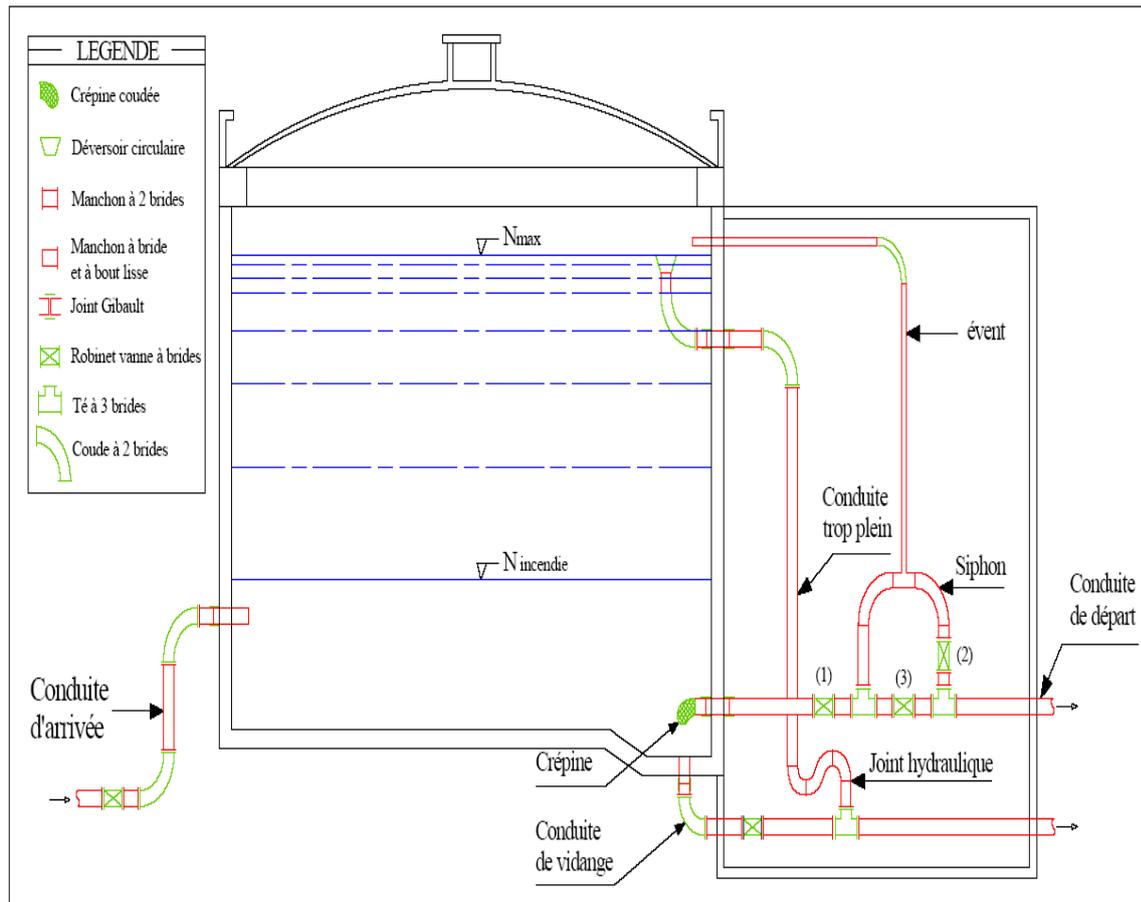


Figure V.14: Equipement du réservoir

V-6 Implantation des réservoirs

Le choix de site d'implantation d'un réservoir est généralement effectué sur la base des considérations techniques et économiques. En effet, l'objectif recherché est de prévoir à réaliser un système d'adduction et de distribution techniquement satisfaisant et peu coûteux. Pour cela on est amené à respecter les conditions suivantes :

- En plaine, ils doivent généralement être au centre de gravité de l'agglomération et surélevés pour que la côte de radier soit supérieure à la côte piézométrique maximale exigée par le réseau de distribution afin d'assurer une alimentation directe par simple gravité ;
- Pour des raisons économiques il est préférable que ce remplissage se fait par gravité, ce qui implique qu'on peut le placer à un niveau bas par rapport à la prise d'eau ;
- Afin de réduire les charges, on est amené à réaliser des réservoirs semi enterrés, pour lesquels les frais de terrassement sont moins onéreux et dont la couverture peut être plus légère.

V-7 Capacité du réservoir :

Pour déterminer la capacité réservoir on utilise la méthode graphique. Cette méthode est basée sur le traçage des courbes de la consommation maximale journalière et celle caractérisant l'apport de la station de pompage ; en additionnant en valeur absolue les écarts de deux extremums de la courbe de consommation par rapport à celle d'apport, on obtiendra le résidu maximal journalier. [3]

Donc :

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

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

$$V_U = \frac{Q_{maxJ} \cdot R_{max}}{100}$$

Donc le volume total sera : $V_t = V_r + V_{inc}$.

Tableau V.1 : calcul de la capacité du réservoir

HEURE	CONSOMATION %	réf%	surplus %	déficit %	reste %
0-1	1,5	0	-----	1,5	4,5
1-2	1,5	0	-----	1,5	3
2-3	1,5	0	-----	1,5	1,5
3-4	1,5	0	-----	1,5	0
4-5	2,5	5	2,5	-----	2,5
5-6	3,5	5	1,5	-----	4
6-7	4,5	5	0,5	-----	4,5
7-8	5,5	5	-----	0,5	4
8-9	6,25	5	-----	1,25	2,75
9-10	6,25	5	-----	1,25	1,5
10-11	6,25	5	-----	1,25	0,25
11-12	6,25	5	-----	1,25	-1

Tableau V.1 : calcul de la capacité du réservoir (suite)

HEURE	CONSOMATION %	réf%	surplus %	déficit %	reste %
12-13	5	5	-----	0	-1
13-14	5	5	-----	0	-1
14-15	5,5	5	-----	0,5	-1,5
15-16	6	5	-----	1	-2,5
16-17	6	5	-----	1	-3,5
17-18	5,5	5	-----	0,5	-4
18-19	5	5	-----	0	-4
19-20	4,5	5	0,5	-----	-3,5
20-21	4	5	1	-----	-2,5
21-22	3	5	2	-----	-0,5
22-23	2	5	3	-----	2,5
23-24	1,5	5	3,5	-----	6

A partir de tableau :

$$V_u = \frac{10 * 5780,494}{100} = 578,0494 \text{ m}^3$$

$$V_T = 578,0494 + 120 = \mathbf{698,0494 \text{ m}^3} \quad \text{avec} \quad V_T = V_U + V_{INC}$$

$$V_N = \mathbf{1000 \text{ m}^3}$$

V-7-1 Dimensionnement du réservoir

Après avoir déterminé la capacité du réservoir et sachant que sa forme est circulaire, on calcule son diamètre.

$$D = \sqrt{\frac{4 * V}{\pi * H}}$$

Avec :

- V : volume du réservoir (m³)
- D : diamètre du réservoir (m)
- H : hauteur d'eau dans le réservoir (hauteur de la cuve en m)

Pour la hauteur « H » peut être variée entre (3 et 6) m cette hauteur peut atteindre 7 à 8m dans les grands ouvrages.

Dans notre cas, on prend H = 4 m.

D'où D= 17.84 m

D= 18 m

V-8 Conclusion

Dans ce chapitre, une description des réservoirs implantés sur le système de distribution été présentée en décrivant l'ensemble de leurs fonctions, classification et implantation ainsi que les prescriptions sanitaires et l'entretien exigées pour assurer la bonne qualité des eaux potables emmagasinées.

Aussi, ce chapitre nous a permet d'évaluer et calculer le volume de réservoir qui est à 1000m³, ce volume il nous donne la possibilité de satisfaire notre zone a alimentée sur l'horizon étudié.

Conclusion générale

Conclusion générale

Dans le cadre de mon mémoire de fin d'étude, j'ai mené une étude complète sur la réalisation d'un projet d'alimentation en eau potable. J'ai accordé une attention particulière à l'aspect technique afin de garantir une pression adéquate et un débit suffisant pour les abonnés.

Au cours de cette étude, j'ai réalisé une analyse du site de la région d'étude, en prenant en compte l'évolution de la ville de Bouira. En tenant compte de l'horizon 2053 et de la population totale estimée à 26 687 habitants, j'ai déterminé les besoins projetés en eau potable. Selon nos estimations, la région aura besoin d'un débit maximum de 4 014,232 m³/jour pour répondre à ses besoins de consommation d'eau. Vu le nombre important de la population nos résultats sont parfaits.

Enfin, j'ai effectué la conception et les calculs du système d'approvisionnement en eau potable, en incluant la distribution et le stockage. Ces travaux m'ont permis d'évaluer et de déterminer la capacité du réservoir nécessaire, qui s'élève à 1 000 m³.

Cette étude et les résultats obtenus constituent une base solide pour la mise en œuvre d'un système d'alimentation en eau potable efficace et adapté aux besoins futurs de la région de Bouira.

Références Bibliographiques

[1] : Algérienne des eaux (ADE)

[2] : Agence Nationale de l'Amélioration et du Développement du Logement (AADL)

[3] : MFE ADDUCTION DE LA VILLE DE SOUAGUI A PARTIR DU TRANSFERT DU BARRAGE KOUDIAT ACERDOUNE- BOUGHZOUL (W. MEDEA) de Mr NECHMI Abd el ouahab.

[4] : A. Dupont : Hydraulique urbaine, ouvrages de transport, élévation et distribution des eaux Tome II, édition Eyrolles, Paris

[5] : Mme REZIG : 'Polycopié alimentation en eau potable' cours AEP génie de l'eau.

Logiciels

1 EPANET

2 AUTOCAD