

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté de Génie de la Construction
Département de Génie Civil



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de
Master professionnel en génie civil

Option : Constructions Hydrauliques et Aménagements

Thème

Réhabilitation du réseau d'alimentation du village
AIT ADELLA commune d'ILLILTEN

Présenté par :

Mme. DEBIANE Messad

Mr. NAROUN Hamza

Proposé par :

DRE de Tizi Ouzou

Encadré par :

Prof. DJEMAI Mohammed

Promotion : 2021/2022



Remerciement

Avant tout, nous remercions Dieu le tout puissant qui nous a donné sagesse et santé pour achever ce modeste travail

Nous tenons à présenter nos respectueux remerciements à Monsieur DJEMAI Mohammed professeur au Département de Génie Civil de l'UMMTO, qui a bien voulu diriger ce mémoire, pour ses précieux conseils et l'intérêt constant qu'il a porté à ce travail.

Nous exprimons nos remerciements à Monsieur HAMMOUM Hocine et Madame BOUZELHA Karima, Professeurs au Département de Génie Civil de l'UMMTO pour leur aide et orientations

Nous adressons nos vifs remerciements à tous nos enseignants du département de génie civil et plus particulièrement les enseignants de notre spécialité (CHA).

Nos sincères remerciements s'adressent aussi aux membres de jury qui, malgré leurs occupations, ont bien voulu examiner et discuter notre travail.

Enfin, nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail

Merci



DEDICACES

J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail :

A mes chers parents pour leur soutien leur patience et leur encouragement durant mon parcours scolaire.

A mes chères sœurs « Lydia », « Nawal » « Kamélia » et « Thanina » et à mon neveu « Adam ».

A tout ma famille

A mon cher mari qui m'a tant aidée et encouragée

A mon fils « Aris » qui est toujours mon courage

A ma belle famille

A la mémoire de tous nos en chères que dieu les accueille dans son vaste paradis, amen

A mes amis

A mon binôme Hamza

D.Messad



DEDICACES

J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail :

A mes chers parents pour leur soutien leur patience et leur encouragement durant mon parcours scolaire.

A mes chères frères « AMIROUCHE » et « ABDELGHANI »

A mes sœurs « SALIHA » et « AMEL »

A toute la famille NAROUN

A tous mes amis

A toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail

N. Hamza

Sommaire

Liste des figures.

Liste des tableaux.

Introduction générale.....1

Chapitre 1 : présentation de la zone d'étude.

Introduction..... 2

1.1. Situation géographique..... 2

1.2. Situation topographique.....3

1.3. Situation géologique et géotechnique.....4

1.4. Situation climatique.....4

Conclusion.....7

Chapitre 2 : Les données existantes de la zone d'étude.

Introduction.....8

2.1. Monographie et situation socio-économique.....8

2.1.1. Population.....8

2.1.2. Equipements et infrastructures.....8

2.1.3. Equipements socio culturels et sportif.....8

2.1.4. Equipements commerciaux et activités.....8

2.2. Les ressources existant en eau potables.....9

2.3. Infrastructures hydrauliques existantes dans la zone d'étude.....9

2.4. Description du schéma hydraulique existant.....9

2.4.1. Adduction gravitaire à partir des captages.....9

2.5. Diagnostic du réseau de distribution.....11

Conclusion.....11

Chapitre 3 : Estimation des besoins en eau.

Introduction.....12

3.1. Evaluation de la population.....12

3.2. La consommation moyenne journalière.....13

3.3. Variation de la consommation.....14

 3.3.1. Consommation maximale journalière.....14

 3.3.1. Consommation minimale journalière.....15

3.4. Consommation maximale horaire (débit de pointe)16

Conclusion.....18

Chapitre 4 : Dimensionnement des réservoirs.

Introduction.....19

4.1. Rôle d'un réservoir.....19

4.2. Classification des réservoirs.....19

4.3. Emplacement des réservoirs.....21

4.5. Exigences technique à satisfaire dans la construction d'un réservoir.....22

4.4. Choix du type du réservoir.....22

4.6. Equipements hydraulique des réservoirs.....22

 4.6.1. Conduite d'adduction (conduite d'arrivée)23

 4.6.2. Conduite de distribution (conduite de départ)23

 4.6.3. La conduite de trop plein.....24

4.6.4. Conduite de vidange.....	24
4.6.5. Conduite de by-pass.....	25
4.6.6. Système de matérialisation de la réserve d'incendie.....	25
4.7. Entretien des réservoirs.....	27
4.8. Hygiène des réservoirs.....	27
4.9. Capacité des réservoirs.....	27
4.10. Dimensionnement du réservoir.....	29
4.11. Détermination de la capacité des réservoirs.....	30
4.11.1. Calcul de la capacité du réservoir 1(réservoir de transit).....	30
4.11.2. Calcul de la capacité du réservoir 2 (réservoir de stockage).....	33
Conclusion.....	36

Chapitre 5 : Etude de l'adduction.

Introduction.....	37
5.1. Types d'adduction.....	37
5.2. Choix du tracé des conduites d'adduction.....	37
5.3. Choix du type des conduites d'adduction.....	38
5.4. Dimensionnement de conduites d'adduction gravitaire.....	38
5.4.1. Hauteur géométrique.....	39
5.4.2. Diamètre économique.....	39
5.4.3. Vitesse d'écoulement.....	40
5.4.4. Pression au sol.....	40
5.5. Organigramme.....	41
5.5.1. Etude de l'adduction gravitaire.....	43
Conclusion.....	46

Chapitre 6 : Eude de la distribution.

Introduction.....	47
6.1. Choix du type de réseau de distribution.....	47
6.1.1. Réseau ramifié.....	47

6.1.2. Réseau maillé.....	47
6.1.3. Réseau mixte.....	48
6.2. Choix du tracé.....	48
6.3. Choix de type de matériaux.....	49
6.4. Equipement du réseau de distribution (appareils et accessoires).....	49
6.5. Quelques figures des appareils et accessoires.....	51
6.6. Déterminations des débits.....	53
6.6.1. Débit spécifique.....	53
6.6.2. Détermination du débit en route.....	53
6.6.3. Les débits de tronçons.....	53
6.6.4. Les débits de conduites en impasse.....	54
Conclusion.....	60

Chapitre 7 : La qualité de l'eau.

Introduction.....	61
7.1. Définition d'une eau potable.....	61
7.2. Qualité de l'eau.....	62
7.3. Résultats des analyses de l'eau brute.....	63
7.4. Interprétation des résultats.....	65
7.4.1. Les paramètres organoleptiques.....	65
7.4.1.1. Couleur.....	65
7.4.1.2. L'odeur et saveur.....	65
7.4.1.3. Gout.....	66
7.4.2. Paramètres physico-chimiques.....	66
7.4.2.1. La température.....	66
7.4.2.2. La turbidité.....	67
7.4.2.3. Potentiel hydrogène (PH).....	67
7.4.2.4. La conductivité.....	68
7.4.2.5. Oxygène dissous (O2).....	68
7.4.2.6. TDS (taux de sels dissouts).....	69

7.4.3. Paramètres de pollution.....	69
7.4.3.1. L'ammonium (NH₄⁺).....	69
7.4.3.2. Nitrites (NO₂⁻).....	70
7.4.3.3. Nitrates (NO₃⁻).....	70
7.4.3.4. Phosphor (PO₃⁻⁴).....	71
7.4.4. Minéralisation globale.....	71
7.4.4.1. Les cations.....	71
7.4.4.2. Les anions.....	73
7.4.4.3. La dureté.....	74
7.4.5. Les paramètres bactériologiques.....	75
Conclusion.....	77
Conclusion générale.....	78
Références Bibliographie.	

Liste des tableaux

Chapitre 1 : présentation de la zone d'étude.

Tableau 1.1 : Température moyennes mensuelles (°C) période (2014-2015)	5
Tableau 1.2 : Pluviométrie moyenne mensuelles (mm) pour la période (2014-2015)	6
Tableau 1.3 : Chute de neige mensuelles (mm) pour la période (2014-2015)	7

Chapitre 2 : Les données existantes de la zone d'étude.

Tableau 2.1 : Les caractéristique du réseau AIT ADELLA (gravitaire).....	10
--	----

Chapitre 3 : Estimation des besoins en eau.

Tableau 3.1 : Evolution de la population de village AIT ADELLA.....	12
Tableau 3.2 : Evolution de la population en fonction du nombre d'habitants.....	12
Tableau 3.3 : Base de calcul des dotations en fonction du nombre d'habitants.....	14
Tableau 3.4 : Estimation des besoins du villages AIT ADELLA.....	14
Tableau 3.5 : Calcul des consommations maximale et minimale journalières.....	15
Tableau 3.6 : Les valeurs de β_{max} en fonction de nombre d'habitants.....	17
Tableau 3.7 : Les valeurs de β_{max} et $K_{max.h}$ en fonction du nombre d'habitants.....	17
Tableau 3.8 : Consommation moyenne horaire du village AIT ADELLA.....	18
Tableau 3.9 : Consommation maximale horaire du village AIT ADELLA.....	18

Chapitre 4 : Dimensionnement des réservoirs.

Tableau 4.1 : Calcul de la capacité du réservoir 1.....	31
Tableau 4.2 : Dimension du réservoir 1.....	33
Tableau 4.3 : calcul de la capacité du réservoir 2.....	34
Tableau 4.4 : Dimension du réservoir 2.....	36

Chapitre 5 : Etude d'adduction.

Tableau 5.1 : Etude du tronçon 1 (captage -réservoir 1).....	43
Tableau 5.2 : Etude du tronçon 2 (réservoir 1- réservoir 2).....	44
Tableau 5.3 : Etude du tronçon 3 (captage 2- réservoir 3).....	45
Tableau 5.4 : Récapitulatif des diamètres et des pressions normalises de notre chaine d'adduction.....	46

Chapitre 6 : Eude de la distribution.

Tableau 6.1 : Estimation de la consommation de pointe.....	54
Tableau 6.2 : Estimation des débits de tronçons.....	55
Tableau 6.3 : Calcul des diamètres et les pressions des conduites (fonctionnements normal du réseau).....	56
Tableau 6.4 : Vérification de la condition d'incendie.....	58
Tableau 6.5 : Estimation de la consommation de pointe.....	59
Tableau 6.6 : Estimation des débits de tronçons.....	59
Tableau 6.7 : Calcul des diamètres des conduites (fonctionnement normal du réseau).....	59
Tableau 6.8 :Vérification de la condition d'incendie.....	59

Chapitre 7 : La qualité de l'eau.

Tableau 7.1 : Paramètres physico-chimiques.....	63
Tableau 7.2 : minéralisation globale.....	63
Tableau 7.3 : Paramètres de pollution.....	64
Tableau 7.4 : Paramètres bactériologiques.....	64
Tableau 7.5 : Eléments indésirables.....	65
Tableau 7.6 : Exigences organoleptique.....	66
Tableau 7.7 : Appréciation de la minéralisation à partir de la conductivité.....	68

<

Liste des figures

Chapitre 1 : présentation de la zone d'étude.

Figure 1.1 : Localisation Géographique de la zone d'étude.....	2
Figure 1.2 : Carte d'état-major de la commune d'ILLILTEN.....	3
Figure 1.3 : Altitude Du village AIT ADELLA.....	4
Figure 1.4 : Courbe des températures moyennes enregistrées dans la période (2014-2022).....	5
Figure 1.5 : températures horaire moyenne, codée par bandes couleurs de la zone d'étude.....	6
Figure 1.6 : Précipitations moyenne et annuelles de la période (2014-2022).....	6
Figure 1.7 : courbe de chutes de neige enregistrées dans la période (2014-2022).....	7

Chapitre 2 : Les données existantes de la zone d'étude

Figure 2.1 : Les captages existant dans la zone d'étude.....	9
Figure 2.2 : Schéma synoptique du réseau.....	10

Chapitre 3 : Estimation des besoins en eau.

Figure 3.1 : Evolution de la population durant la période (2014-2022).....	13
Figure 3.2 : Histogramme de l'évolution de la consommation journalière.....	16

Chapitre 4 : Dimensionnement des réservoirs.

Figure 4.1 : Réservoir surélevé.....	20
Figure 4.2 : Réservoir pose au sol.....	20
Figure 4.3 : Réservoir semi enterre.....	21

Figure 4.4 : Emplacement d'un réservoir.....	21
Figure 4.5 : Adduction avec chute libre.....	23
Figure 4.6 : Adduction noyée.....	23
Figure 4.7 : Conduite de distribution.....	24
Figure 4.8 : Conduite de trop-plein.....	24
Figure 4.9 : Schéma trop-plein et vidange.....	25
Figure 4.10 : Schéma By-pass.....	25
Figure 4.11 : Matérialisation de la réserve d'incendie.....	26
Figure 4.12 : Schéma générale d'un réservoir d'eau.....	26
Figure 4.13 : Capacité graphique du réservoir 1.....	32
Figure 4.14 : Capacité graphique du réservoir 2.....	35

Chapitre 5 : Etude d'adduction.

Figure 5.1 : Adduction gravitaire.....	39
--	----

Chapitre 6 : Eude de la distribution.

Figure 6.1 : schéma du réseau ramifié.....	47
Figure 6.2 : schéma du réseau maillé.....	48
Figure 6.3 : schéma du réseau mixte.....	48
Figure 6.4 : clapet anti retour.....	51
Figure 6.5 : Ventouse.....	51
Figure 6.6 : Robinet vanne à opercule.....	52
Figure 6.7 : Pièces spéciales.....	52
Figure 6.8 : Le réseau de distribution du village AIT ADELLA par autocad.....	60

Chapitre 7 : La qualité de l'eau.

Figure 7.1 : Eau potable.....	61
Figure 7.2 : Les analyses de l'eau brute.....	62

Liste des abréviations

α : Taux d'accroissement de la population (%) ;

AEP : alimentation en eau potable ;

A.P.C : Assemblée Populaire Communale

RGPH : Office national des statistiques

P.D.A.U : Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme

n : nombre d'années séparant l'année de référence de l'horizon voulu ;

P_n : population à l'horizon d'étude ;

P₀ : population de l'année actuelle ou de référence ;

Q_{moyj} : consommation moyenne journalière (m³ /j) ;

D : Dotation journalière (l/j/hab.) ;

N : Nombre de consommateurs. (Hab.) ;

Q_{moyj} : Consommation moyenne journalière (m³/j) ;

K_{maxj} : Coefficient d'irrégularité journalière maximum ;

Q_{moyh} : Débit moyen horaire (m³/h) ;

Q_{maxj} : Débit maximal journalier (m³/j)

K_{max h} : Coefficient d'irrégularité horaire maximum ;

α_{max} : Coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et de régime du travail ;

B_{max} : Coefficient dépend du nombre d'habitants ;

α_{min} : Coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et du régime de travail ;

β_{min} : coefficient dépend du nombre d'habitants ;

Q_{max.h} : Le débit horaire (l/h) ;

Q_{max j} : débit maximal journalier (l/h) ;

V_r : Volume maximal de stockage pour la consommation (m³) ;

V_t : Volume total du réservoir (m³) ;

D : diamètre (m) ;

V : volume (m³) ;

H : hauteur (m) ;

S : surface (m²) ;

Dr : Diamètre du réservoir (m);

Vr : Volume réel du réservoir (m³);

H : C'est la hauteur de l'eau dans le réservoir ;

L : Longueur de la conduite (m) ;

V : Vitesse (m/s) ;

g : Accélération de la pesanteur (g= 9,81 m/s²) ;

PN : pression normalisé (barre)

DN : diamètre normalisé (mm) ;

K : Rugosité absolue des tuyaux neufs ;

j : perte de charge unitaire

J : Pertes de charge linéaires

J' : Pertes de charge singulières

Δh : Pertes de charge totales

HMT : Hauteur manométrique (m) ;

Hg : Hauteur géométrique qui correspond à la différence de niveau(m) ;

Q_{pt} : débit de pointe (l/s) ;

Q_{sp} : débits spécifiques (l/s) ;

Q_r : débits en route (l/s) ;

Q_p : besoins du lotissement (l/s) ;

L: Longueur du tronçon (m) ;

Σ Li : somme des Longueurs des tronçons du réseau (m) ;

K : Coefficient dépendant de la nature de la conduite);

OMS : organisation mondiale de la santé

°C: degré Celsius

°f : degré Faraday

Introduction générale

Introduction générale

L'eau est une source naturelle indispensable à la vie. Cela est prouvé par les activités de tous les jours qui nous montrent que sans eau, la vie est pratiquement impossible. Il faut donc la protéger et la traiter que ce soit pour produire une eau propre à la boisson ou à des usages spécifiques industriels ou autres. De ce fait, nous nous intéressons spécifiquement à l'alimentation en eau potable dont les besoins de la population s'accroissent quantitativement et qualitativement d'un jour à l'autre suite au développement socio-économique de la vie.

Dans ce contexte, l'objectif du présent travail est l'étude d'alimentation en eau potable du village **AIT ADELLA** de la commune **ILLILTEN** à partir de deux captages. Afin de satisfaire la demande en eau de la population pour l'horizon d'étude (2052).

Afin d'aboutir aux objectifs, notre travail sera articulé sur les points suivants :

- ✚ Le premier chapitre sera consacré sur la présentation du site du projet dont le but de décrire les différentes situations : géotechnique, topographique, géologique et enfin climatique.
- ✚ Le deuxième chapitre sera consacré au données existantes sur la zone d'étude
- ✚ Le troisième chapitre consistera essentiellement à l'estimation des différents besoins en eau et aux variations du débit, aux divers horizons en se basant sur le nombre d'habitants et sur les équipements existants dans cette région ;
- ✚ Le quatrième chapitre sera consacré au dimensionnement des réservoirs, soit pour le stockage ou bien pour la transition, et de comparer leurs capacités avec celles des réservoirs existants ;
- ✚ Dans le cinquième chapitre, nous allons effectuer une étude technico-économique pour le dimensionnement des différents tronçons de la chaîne d'adduction d'où on déterminera les diamètres les plus économiques ;
- ✚ Par la suite, le sixième s'intéressa au réseau de distribution. Le calcul du réseau s'effectuera avec Excel par la méthode linéaire et HARDY-CROSS, le dessin du réseau avec AutoCad
- ✚ Le septième chapitre se portera sur la qualité d'eau qui sera distribuer ;
- ✚ Enfin, une conclusion générale dans laquelle seront soulignés les principaux résultats.

Chapitre 1 : Présentation de la zone d'étude

Introduction

Pour les besoins du projet, et afin de ressortir les paramètres caractéristiques de la région d'étude, nous consacrons ce premier chapitre à la présentation de la zone d'étude (AIT ADELLA commune D'ILLILTEN) du point de vue géographique topographique, géologique et géotechnique, et enfin climatique.

1.1. Situation géographique

Le village de AIT ADELLA est rattaché administrativement à la commune d'ILLILTEN Daïra IFERHOUNENE willaya TIZI-OUZOU

La commune d'ILLILTEN est située à 70 km au sud-est du chef –lieu de la wilaya de TIZI-OUZOU.

Les limites territoriales de la commune d'ILLILTEN se présentent comme suite :

- ✓ A l'Ouest : la commune d'IFERHOUNENE
- ✓ A l'Est : la commune d'ILLOULA OUMALOU
- ✓ Au Nord : les communes d'ILLOULA et IFERHOUNENE
- ✓ Au Sud : la wilaya de BEJAIA (communes d'IGHREM de MELLIKECHE)

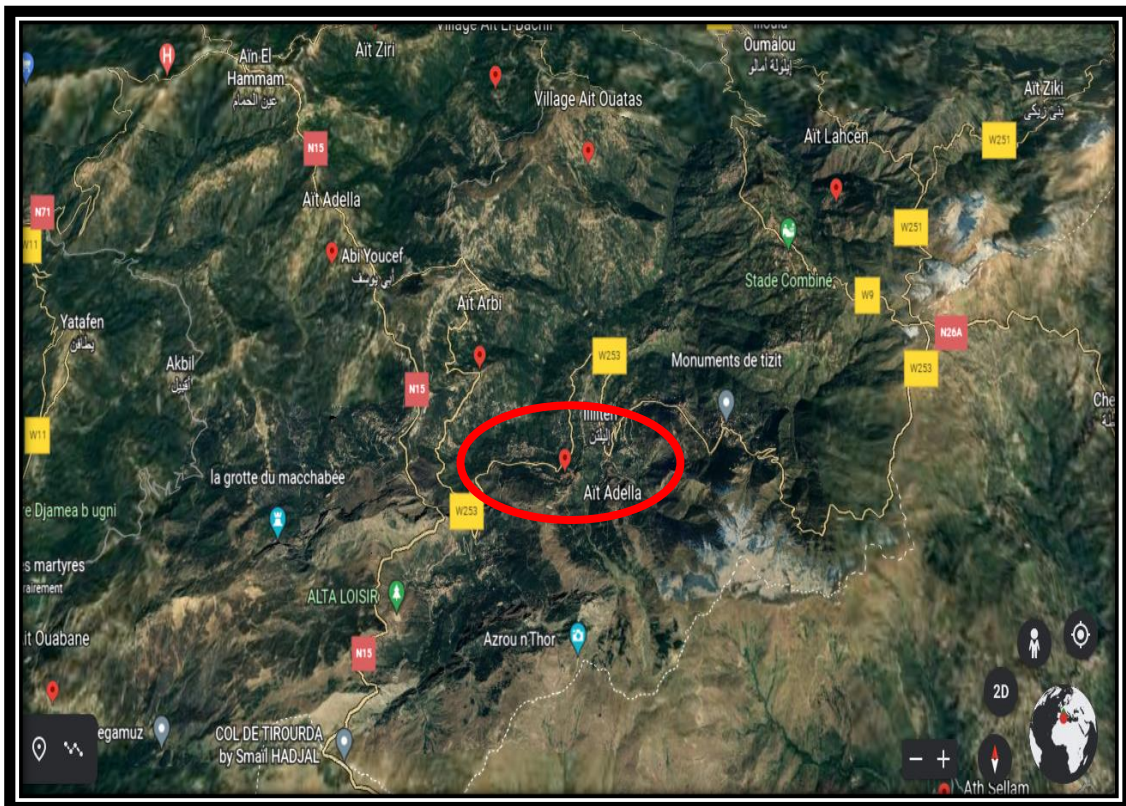


Figure 1.1 : Localisation géographique de la zone d'étude(Google earth)

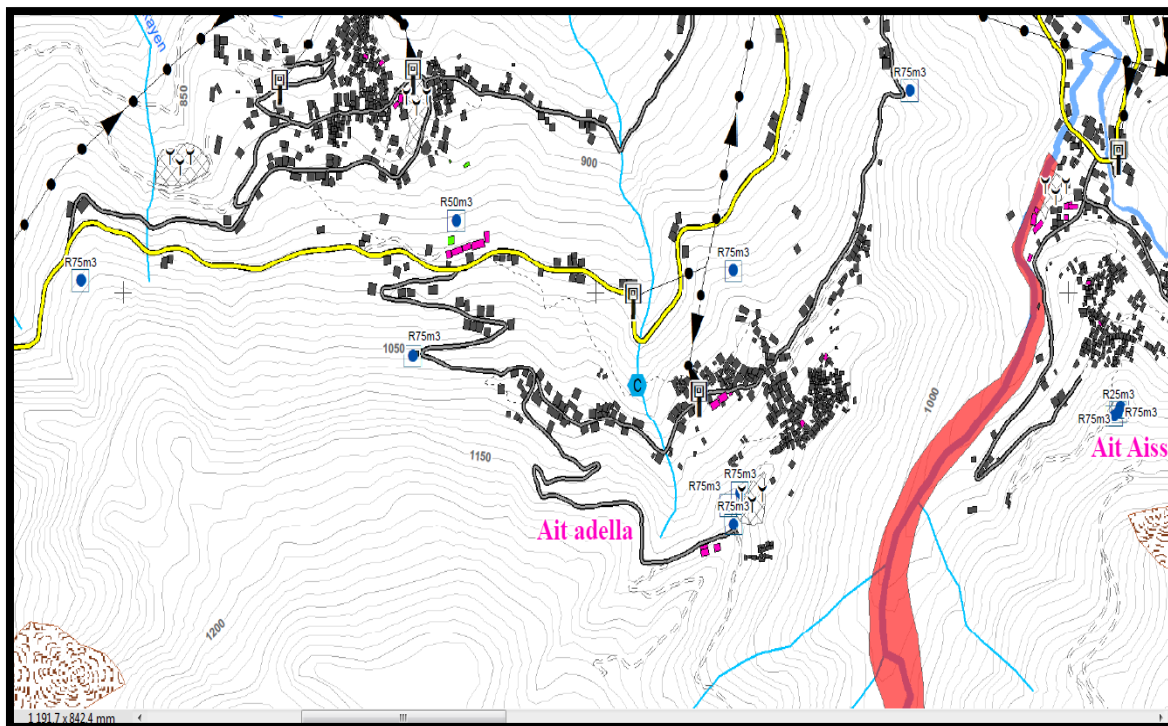


Figure 1.2 : carte d'état-major de la commune ILLILTEN (PDAU d'ILLILTEN ,2015)

1.2. Situation topographique

La commune d'ILLILTEN se situe dans la zone de moyenne montagne (étage supérieur) avec des altitudes moyennes de 800m à 1200m. Son relief se présente par :

- ✓ Inférieure à 800m : est observée à la limite Nord et occupe une superficie de 420,75ha, soit 15,76% du territoire de la commune.
- ✓ 800m-1200m : elle s'étend sur une superficie de 1059,56ha, soit 39,49% du territoire de la commune sa partie centrale.
- ✓ Supérieure à 1200m : est observée au sud avec une superficie de 1178,30ha, soit 44,75% du territoire de la commune

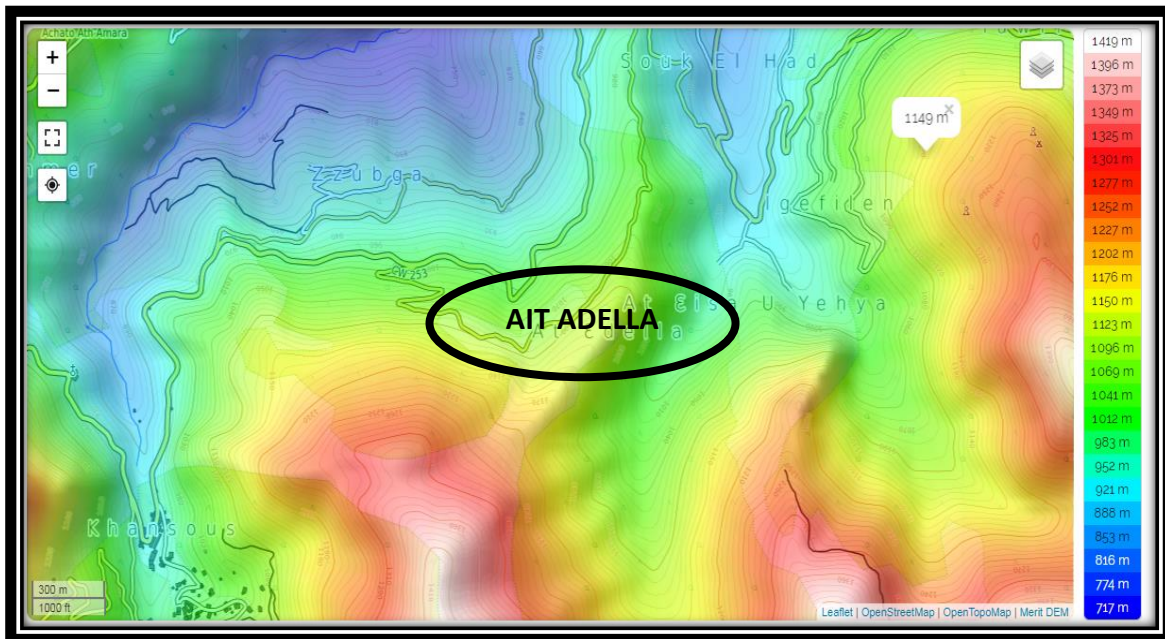


Figure 1.3 : Altitude du village AIT ADELLA -<https://fr-fr.topographic-map.com/maps/6tbt/Tizi-Ouzou/>

1.3. Situation géologique et géotechnique

La commune d'ILLILTEN appartient aux zones internes dites domaine kabyle. D'après la lithologie établie de la carte géologique, la commune dispose de potentialités à fournir des matériaux de construction et d'empierrement en gisement de calcaire, grès rouge et calcaire dolomitique.

L'enquête de terrain nous a permis de noter ce qui suit :

Aucune étude géotechnique d'urbanisation n'a été réalisée à travers le territoire communal d'ILLILTEN. Néanmoins, la commune est affectée par un glissement de terrain actif de type coulée de boue qui s'est manifesté sur le versant Est d'Azrou N'Thor.

L'analyse de la carte lithologique et de la carte des pentes fait ressortir la dominance de terrains de bonne consistance favorables à l'urbanisation (schistes, calcaires, grès). Quant aux sols défavorables, ils correspondent aux zones d'éboulis et terrains présentant des talus à forte déclivité. Ces zones doivent faire l'objet d'études géotechniques. (PDAU 2015).

1.4. Situation climatique

a-Climat

La commune d'ILLILTEN est caractérisée par un climat méditerranéen et montagnard, avec une période hivernale très rude : fortes pluies et neiges. En périodes

de neige, les températures descendent en dessous de 0°, les routes deviennent impraticables engendrant l'isolement total de la commune, notamment les villages. Quant à la période estivale, elle est chaude et sèche, tempérée en hauteur par l'effet de l'altitude.

b-Température

La température moyenne du mois le plus froid est de 5,5°C.

La température moyenne du mois le plus chaud est de 22°C.

Tableau 1.1 : Températures moyennes mensuelles (en °C), période (2014 à 2022).

<https://fr.weatherspark.com/y/50139/M%C3%A9t%C3%A9o-moyenne-%C3%A0-%E2%80%99A%C3%AFn-el-Hammam-Alg%C3%A9rie-tout-au-long-de-l'ann%C3%A9e#Sections-Source>

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
T.moy	19,5	15	10	6,5	5,5	6	7	10,5	14	18,5	22	22
T.min	13	9	4	1	-0	-0	2	4	8	12	15	15
T.max	26	21	16	12	11	12	14	17	20	25	29	29

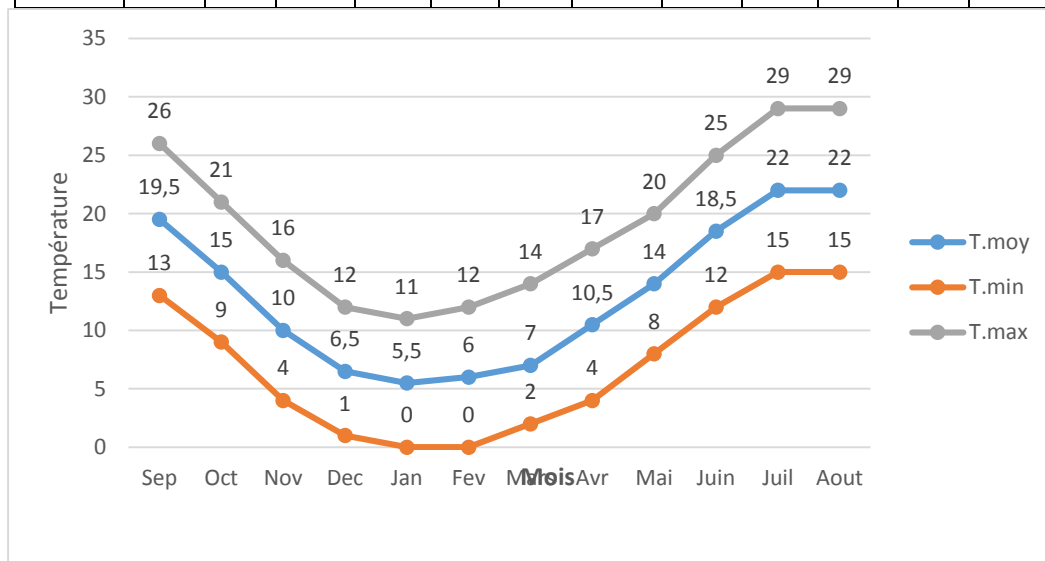


Figure 1.4: courbes des températures moyennes enregistrées dans la période (2014-2022)

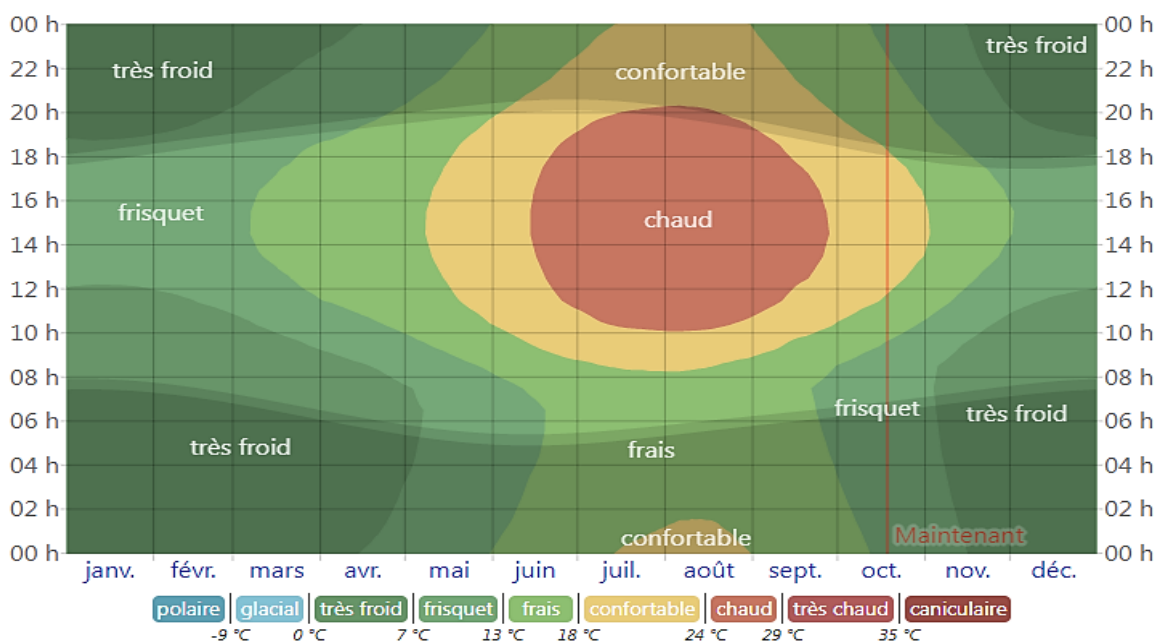


Figure 1.5 : Température horaire moyenne, codée par bandes couleurs de la zone d'étude.

<https://fr.weatherspark.com/y/50139/M%C3%A9t%C3%A9o-moyenne-%C3%A0-%E2%80%99A%C3%AFn-el-Hammam-Alg%C3%A9rie-tout-au-long-de-l'ann%C3%A9e#Sections-Source>

c-La pluviométrie

Les valeurs des précipitations enregistrées au niveau de la station de AIN EL HAMMAM pour la période (2014-2022) sont représentées dans le tableau 1.2 suivant

Tableau 1.2 : Pluviométrie moyenne mensuelles(mm) pour la période (2014-2022)

<https://fr.weatherspark.com/y/50139/M%C3%A9t%C3%A9o-moyenne-%C3%A0-%E2%80%99A%C3%AFn-el-Hammam-Alg%C3%A9rie-tout-au-long-de-l'ann%C3%A9e#Sections-Source>

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
P (mm)	29,8	43,4	68,2	81,1	78,4	66,8	61,5	55,8	40,9	13,2	4,4	10,4

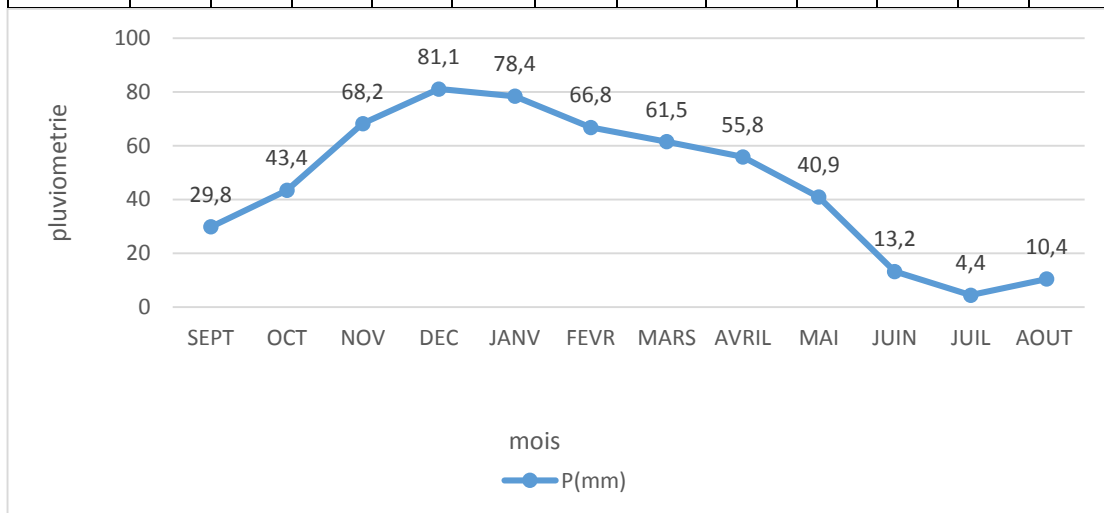


Figure 1.6 : Précipitations moyennes et annuelles de la période (2014-2022)

d-La neige

Les chutes de neige enregistrées au niveau de la station de AIN EL HAMMAM pour la période (2014-2022) sont représentées dans le tableau 1.3 suivant

Tableau 1.3. : chute de neige mensuelles(mm) pour la période (2014-2022)

<https://fr.weatherspark.com/y/50139/M%C3%A9t%C3%A9o-moyenne-%C3%A0-%E2%80%99A%C3%AFn-el-Hammam-Alg%C3%A9rie-tout-au-long-de-l'ann%C3%A9e#Sections-Source>

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
N (mm)	0,0	0,0	4,9	29,8	66,1	78,2	16,9	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0

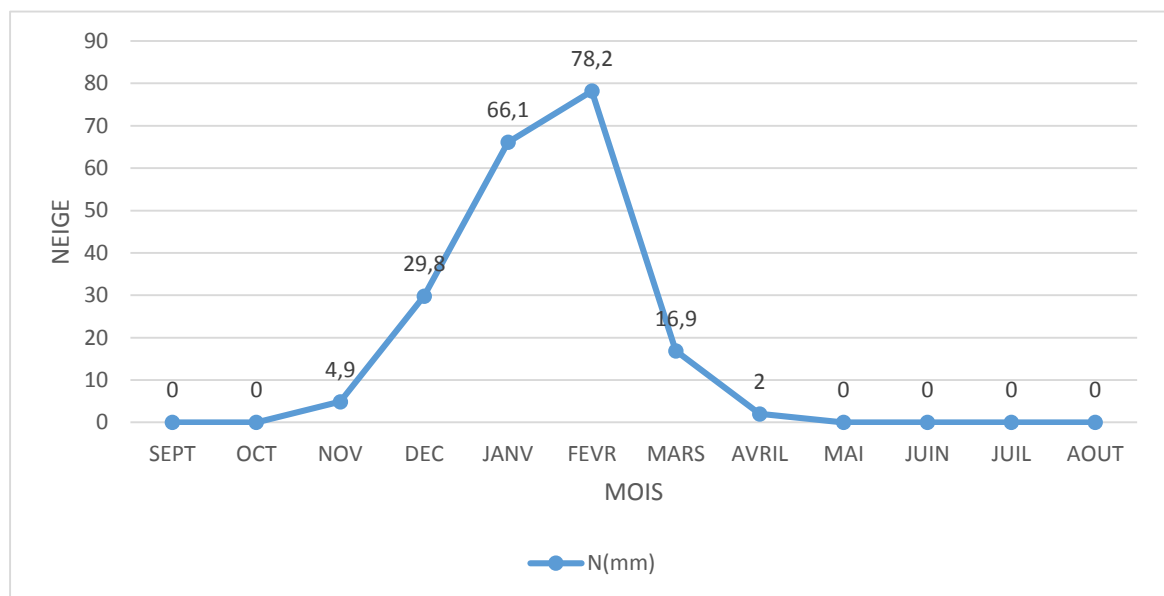


Figure 1.7 : courbes de chutes de neige enregistrées dans la période (2014-2022)

Conclusion

Dans notre étude, nous avons décrit les différentes situations de la zone d'étude tels que :

- ✓ Le site du projet se localise dans une zone moyennement montagneuse ;
- ✓ Le climat de la commune est de type méditerranéen se caractérise principalement par deux saisons : une saison hivernale où le climat est froid et humide, une saison estivale où le climat est chaud et sec ;
- ✓ Les précipitations annuelles sont irrégulières et peuvent être décuplées d'une année à l'autre.

Chapitre 2 : Les données existantes de la zone d'étude

Introduction :

Dans cette partie on étudie les données existantes du village AIT ADELLA telle que :

La situation socio-économique, les ressources existantes en eau potable, infrastructures hydraulique existantes dans la zone d'étude, description du schéma hydraulique existant, diagnostic du réseau de distribution

2.1. Monographie et situation socio-économique**2.1.1 Population**

L'aire d'étude est définie comme étant, la zone incluse dans le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU 2015), Cette aire, abrite 765 habitants (D'après le RGPH de 2008) et, pour un taux d'accroissement annuel de la population $\alpha=0.87\%$

2.1.2. Equipements et infrastructures**➤ Education**

La localité de Ait ADILLA est dotée :

- D'une Ecole

➤ Santé publique

La couverture sanitaire d'AIT ADILLA est dotée :

- Une (01) salle de soins.
- Une 01 salle de soin projetée.

2.1.3. Equipements socio culturels et sportifs

Sur l'ensemble de l'aire d'étude, nous avons recensé l'équipements suivants :

- Cimetière Musulman
- Une Mosquée.

2.1.4. Equipements commerciaux et activités

Les équipements commerciaux sont de diverses natures. Ils sont situés à l'intérieur de la zone d'étude tels que ; les commerces de détails représentés par l'alimentation générale, bureaux de tabacs, ... etc.

2.2. Les ressources existant en eau potable

Le village AIT ADELLA est alimenté à partir de 2 captages (Alma Ivaache ,Thala goumsadh)



Figure2.1 : Les captages existants dans la zone d'étude.

2.3. Infrastructures hydraulique existantes dans la zone d'étude

- 2 réservoir de stockage d'une capacité 500m³ chacun
- 1 réservoir de transit d'une capacité 500m³
- La bêche a eau : non exploitable.

2.4. Description du schéma hydraulique existant

2.4.1 Adduction gravitaire à partir des captages

AIT ADELLA est alimenté à partir de 3 réservoir (posé au sol) d'une capacité de stockage totale de 1500 m³ qui sont à leur tour alimenté gravitairement à partir du captage 1 pour le réservoir 1 qui à son rôle alimente le réservoir 2, et le réservoir 3 est alimenté par un 2ème captage.

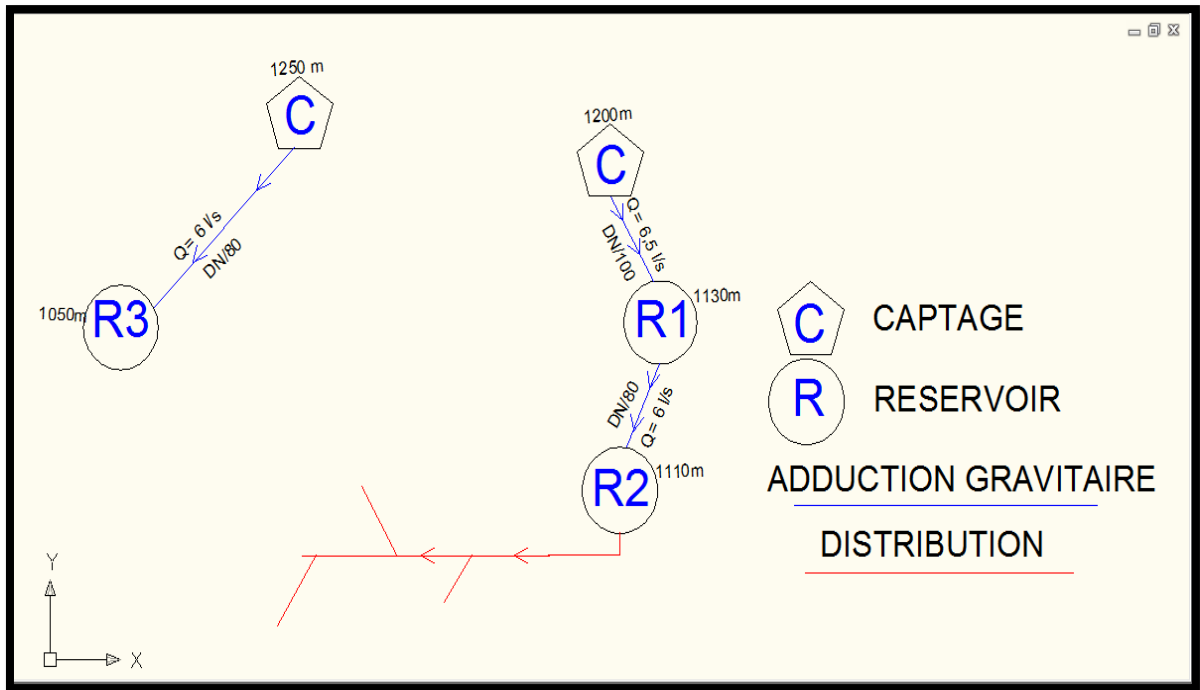


Figure 2.2 : Schéma synoptique du réseau

Tableau 2.1 : Les caractéristiques du réseau AIT ADELLA (gravitaire)

Conduite		Diamètre(mm)	Matériau	Type d'adduction
De	Vers			
Captage 1	Réservoir 1	100	Acier noir	Gravitaire
Captage 2	Réservoir 3	100	Acier noir	Gravitaire
Réservoir 1	Réservoir2	80	Acier noir	Gravitaire

Source de la DHW

2.5 Diagnostic du réseau de distribution

Le village de AIT ADELLA ne dispose pas d'un réseau de distribution bien précis ce dernier est marqué par plusieurs fuites apparentes, le réseau en question est de type ramifié qui date des années 1970.

Les diamètres et les pressions ne sont pas conformes aux normes, en effet les pressions au niveau des habitations non vérifiées ce qui cause des désagréments pour les abonnés surtout en période estivale.

Conclusion :

Le réseau d'AEP du village AIT ADELLA est défaillant donc notre projet a pour but la réhabilitation du réseau de distribution.

Chapitre 3 : Estimation des besoins en eau

Introduction

L'estimation des besoins en eau du village AIT ADELLA fait l'objet de ce chapitre. Cette estimation dépend de plusieurs facteurs (évolution de la population, des équipements sanitaires, du niveau de vie de la population...). Elle diffère aussi d'une période à une autre et d'une agglomération à une autre.

3.1. Evolution de la population

Afin d'estimer la population pour un horizon futur à moyen et à long terme, il est nécessaire d'étudier le mode d'évaluation de la dite population. Cette croissance est analysée à partir des statistiques des recensements, qui obéissent à une évolution **géométrique**, exprimée par la relation (3.1), suivante :

$$P_n = P_o \cdot (1 + \alpha)^n \quad (3.1)$$

Avec ;

P_n : Population pour l'horizon considéré ;

P_o : Population à l'année de référence ;

n : Nombre d'années séparant l'année de référence à l'horizon considéré ;

α : Taux d'accroissement annuel de la population

Tableau 3.1 : Evolution de la population du village AIT ADELLA (source : PDAU 2008)

Agglomération	Population de référence (2008)	Taux d'accroissement (%)
AIT ADELLA	765	0.87

Compte tenu de la relation (3.1) et du nombre d'habitant (P_o) donné par le RGPH 2008, nous présentons dans le tableau 3.2, l'évaluation de la population, à court, moyen et long terme, pour les différents horizons.

Tableau 3.2 : Evolution de la population à différents horizons

Années	Estimations			
	2008	2022	2042	2052
AIT ADELLA	765	864	942	1120

La figure ci-dessous représente l'évolution de la population pour les différents horizons d'étude (10 et 30 ans) :

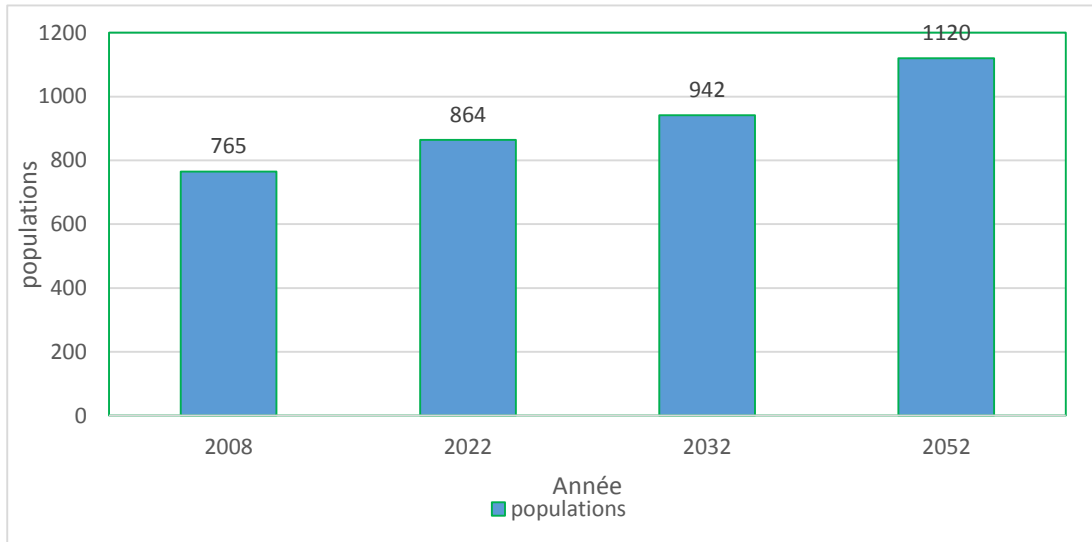


Figure 3.1 : Evolution de la population durant la période 2022-2052

3.2. La consommation moyenne journalière

La consommation moyenne journalière, tient compte de toutes les catégories de consommation. Elle est donnée en (m³/j) par la formule (3.2) :

$$Q_{\text{moy/j}} = \frac{N \times D}{1000} \tag{3.2}$$

Avec :

- Q_{moy/j} : Débit maximal journalier (M3/j) ;
- N : nombre d'habitants (hab.).
- D : Dotation (L/j/hab.).

On peut prendre comme base de calcul les dotations illustrées dans le tableau N° 3, ci-après :

Tableau 3.3: Base de calcul des dotations en fonction du nombre d’habitants.

Population	Dotation (L/j/h)
P < 2000	125
2000 < P < 20.000	150 - 200
20.000 < P < 100.000	200 - 300
P > 100.000	300 - 400

Les estimations des différents besoins en eau du village de AIT ADELLA aux différents horizons, compte tenu des pertes estimées à 20% (Bureau d’étude MENHOUK) sont représentées dans le tableaux ci-dessous :

Tableau 3.4 : Estimation des besoins du village AIT ADELLA.

Horizons	Populations	Dotations	Besoins domestiques	Besoins d’équipements 20%	Besoins Total	Perte 20%	Qmoy
	Hab	l/j/hab	m3/j	m3/j	m3/j	m3/j	m3/j
Population (2008)	765	150	114.75	22.95	137.7	27.54	165.24
Population (2022)	864	150	129.6	25.92	155.52	31.1	186.62
Population (2032)	942	150	141.3	28.26	169.56	33.91	203.47
Population (2052)	1120	150	168	33.6	201.6	40.32	241.92

3.3. Variation de la consommation

Les débits de consommation sont soumis à plusieurs fluctuations dans le temps (annuelles, mensuelles, hebdomadaires, journalières et horaires). La consommation varie en présentant des minimums et des maximums. Ces variations sont caractérisées par des coefficients d’irrégularités (de pointes) K_{min} et K_{max} .

3.3.1. Consommation maximale journalière

En phase de réalisation d’un projet d’AEP, les ouvrages et les équipements du réseau doivent être conçus pour pouvoir satisfaire adéquatement la consommation maximale journalière ; il s’agit des ouvrages de production (prises d’eau, stations de traitement, stations de pompage) et les ouvrages d’adduction (conduites, stations de reprise).

On entend alors par

la consommation maximale journalière le débit maximum du jour le plus chargé de l'année, soit :

$$Q_{max,j} = K_{max,j} * Q_{moy,j} \tag{3.3}$$

avec :

$Q_{max,j}$: Consommation maximale journalière en (m³/j) ;

$Q_{moy,j}$: Consommation moyenne journalière en (m³/j) ;

$K_{max,j}$: coefficient de variation maximale journalière (1.2 à 1.5).

Dans notre cas nous considérons $K_{max,j} = 1,3$

3.3.2. Consommation minimale journalière

Elle est déterminée en fonction de la consommation moyenne journalière et du coefficient d'irrégularité journalière minimum $K_{min,j}$. Soit :

$$K_{min,j} = \frac{Q_{min,j}}{Q_{moy,j}} \tag{3.4}$$

Ce coefficient permet de déterminer le débit minimum journalier, en envisageant une sous consommation dans le réseau, $K_{min,j}$ varie entre **0.7** et **0.9**. Dans le cadre de ce projet nous considérons $K_{min,j} = 0.8$

Les résultats des consommations maximales et minimales à l'horizon de 2052 (44 ans) sont représentés dans le tableau ci-dessous

Tableau 3.5 : Calcul des consommations maximales et minimales journalières

Horizon	Qmoy.j (m3/j)	Qmoy.j (l/s)	Kmin.j	Qmin.j (m3/j)	Qmin.j (l/s)	Kmax.j	Qmax.j (m3/j)	Qmax.j (l/s)
Population (2008)	165.24	1.91	0,8	132.192	1.528	1,3	214.81	2.48
Population (2022)	186.62	2.15	0,8	149.296	1.72	1,3	242.60	2.79
Population (2032)	203.47	2.35	0,8	162.776	1.88	1,3	264.51	3.05
Population (2052)	241.92	2.8	0,8	193.536	2.24	1,3	314.49	3.64

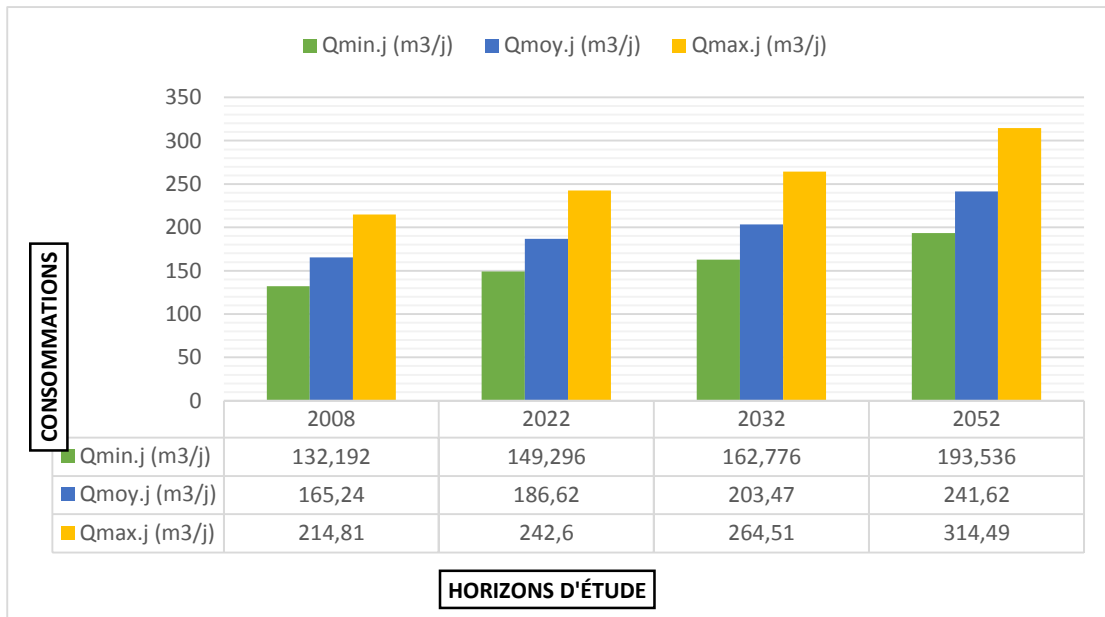


Figure 3.2 : Histogramme de l'évolution de la consommation journalière

3.4. Consommation maximale horaire (débit de pointe)

Le débit maximal horaire correspond à un débit de consommation pendant l'heure la plus chargée de la journée. Il est utilisé pour le dimensionnement des ouvrages de distribution (réseau de distribution). Il est donné par la relation suivante :

$$Q_{max.h} = Q_{moy.h} * K_{max.h} \tag{3.5}$$

Et :

$$Q_{moy.h} = \frac{Q_{max.j}}{24} \tag{3.6}$$

$Q_{moy.h}$: Consommation moyenne horaire (m^3/h) ;

$Q_{max.h}$: Consommation maximale horaire (m^3/h) ;

$K_{max.h}$: Coefficient qui représente l'augmentation de la consommation durant les heures de la journée. Ce coefficient tient compte de l'accroissement de la population ainsi que le degré du confort et du régime de travail de l'industrie. Il est donné avec la relation (3.7)

$$K_{max.h} = \alpha_{max} * \beta_{max} \tag{3.7}$$

avec :

α_{max} : Coeffic

ient qui dépend du niveau de vie et du confort, il varie de **1.2** à **1.4**.

Dans le cadre de notre étude nous considérons : $\alpha_{max} = 1.3$

β_{max} : Coefficient lié étroitement à l'accroissement de la population, et qui sera déterminé par interpolation à l'aide du tableau suivant :

Tableau 3.6: Les valeurs de β_{max} en fonction de nombre d'habitants

Habitant	<1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	30000	100000	300000
β_{max}	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1.1	1,03

Pour le cas où le nombre d'habitants dépasse 1000 habitants on utilise la formule suivante :

$$\beta_{max} = \frac{\beta_{max1}*(P2-P) + \beta_{max2}*(P-P1)}{(P2-P1)} \tag{3.8}$$

Dans notre cas, le nombre d'habitants est égal à 1120 habitants, compris entre 1000 et 1500.

On procède alors à une interpolation linéaire :

$$\beta_{max} = 2(1500-1120) + 1.8 (1120-1000) / (1500-1000)$$

$$\beta_{max} = 1.95$$

Les valeurs de β_{max} obtenues pour les autres communes ainsi que les résultats de $K_{max.h}$ compte tenu de la valeur de $\alpha_{max} = 1.3$, sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau 3.7 : Les valeurs de β_{max} et de $K_{max.h}$ en fonction de nombre d'habitants.

Horizon	Nbre d'habitants	β_{max}	$K_{max.h}$
Population (2008)	765	2	2.6
Population (2022)	864	2	2.6
Population (2032)	942	2	2.6
Population (2052)	1120	1.95	2.6

Pour obtenir la répartition de $Q_{max,j}$ sur les 24 heures, nous utilisons le tableau (3.8) qui représente la variation de la consommation horaire (donnée %) en fonction de $K_{max.h}$

Tableau 3.8 : Consommation moyenne horaire du village AIT ADELLA

Horizon	Qmax,j (m ³ /j)	Qmoy,h (m ³ /h)	Qmoy,h (l/s)
Population (2008)	214.81	8.95	2.48
Population (2022)	242.60	10.10	2.80
Population (2032)	264.51	11.02	3.06
Population (2052)	314.49	13.10	3.64

Tableau 3.9 : Consommation maximale horaire du village AIT ADELLA.

Horizon	Qmoy,h (m ³ /h)	Kmax,h	Qmax,h (m ³ /h)	Qmax,h (l/s)
Population (2008)	8.95	2.6	23.27	6.46
Population (2022)	10.10	2.6	26.26	7.29
Population (2032)	11.02	2.6	28.65	7.96
Population (2052)	13.10	2.6	34.06	9.46

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons estimé les différents besoins en eau potable pour le village de AIT ADELLA.

Après l'évaluation des besoins en eau à l'horizon 2052, la consommation maximale journalière du village est estimée à $314.49(\text{m}^3/\text{j}) = 3.64(\text{l/s})$, ce débit servira pour le dimensionnement de la conduite d'adduction ainsi que l'évaluation de capacités optimales des réservoirs de distribution tout cela afin de garantir le bon fonctionnement du système et d'assurer des quantités d'eau suffisantes.

Chapitre 4 : Dimensionnement des réservoirs

Introduction

L'installation d'adduction et de distributions d'eau comportent un ouvrage très important dans un réseau d'alimentation en eau potable. Cet ouvrage hydraulique est destiné au stockage, et a pour fonction essentiel la régulation entre le débit consommé et celui approvisionné. Dans ce chapitre, nous nous intéressons au dimensionnement des réservoirs existants et de déterminer leur capacité de stockage et leurs diamètres.

4.1. Rôle d'un réservoir

On peut regrouper les diverses fonctions des réservoirs sous deux rubriques principales

❖ Fonctions techniques :

- **Régulation de débit** : entre le régime d'adduction et le régime de distribution.
- **Régulation de pression** en tout point du réseau. Il permet de fournir une pression suffisante indépendamment de la consommation.
- **Simplification de l'exploitation** : la présence d'un réservoir permet l'arrêt momentané des équipements de production, de pompage et même du réseau pour réparations et maintenance.
- **Réacteur de traitement** : permet d'assurer un temps de contact avec un agent désinfectant.
- Permettre une sécurité en matière de protection contre l'incendie.

❖ Fonctions économiques :

- Réduction des investissements sur les ouvrages de production.
- Réduction des investissements sur les réseaux de distribution.
- Réduction des dépenses d'énergie.

4.2. Classification des réservoirs

Les réservoirs peuvent être classés selon :

- ❖ La nature des matériaux utilisés :
 - Les réservoirs métalliques ;

- Les réservoirs en maçonnerie ;
 - Les réservoirs en béton armé ou en béton précontraint.
- ❖ La forme :
- Les réservoirs circulaires ;
 - Les réservoirs carrés ;
 - Les réservoirs rectangulaires ;
 - Les réservoirs de forme quelconques (sphériques, coniques).

Généralement, la forme des réservoirs est circulaire, et est rarement carrée ou rectangulaire.

- ❖ La topographie de l'emplacement du réservoir :
- Réservoirs enterrés ;
 - Réservoirs semi-enterrés ;
 - Réservoirs surélevés.



Figure 4.1 : Réservoir surélevé



Figure 4.2 : Réservoir posé au sol

Source (HAMMOUM 2012)



Figure 4.3 : Réservoir semi enterré. Source (HAMMOUM 2012)

Dans notre cas, nos réservoirs sont **posés au sol**, en **béton armée** et de **forme Circulaire**.

4.3. Emplacement des réservoirs

Le meilleur des réservoirs n'est déterminé qu'après une étude technico-économique approfondie, afin de réaliser un système d'adduction et de distribution techniquement satisfaisant et moins onéreux, pour cela on est amené à respecter les conditions suivantes :

- Le réservoir d'eau doit être situé le plus près possible de l'agglomération à alimenter.
- La cote du radier doit être supérieure à la plus grande cote piézométrique exigée dans le réseau pour assurer une alimentation de simple gravité.
- Eviter d'avoir des pressions trop importantes sur les points les plus bas du réseau.
- La topographie et la nature du sol jouent un rôle important dans le choix de l'emplacement d'un réservoir. Il est indispensable, en effet, d'établir un réservoir sur un sol parfaitement résistant.

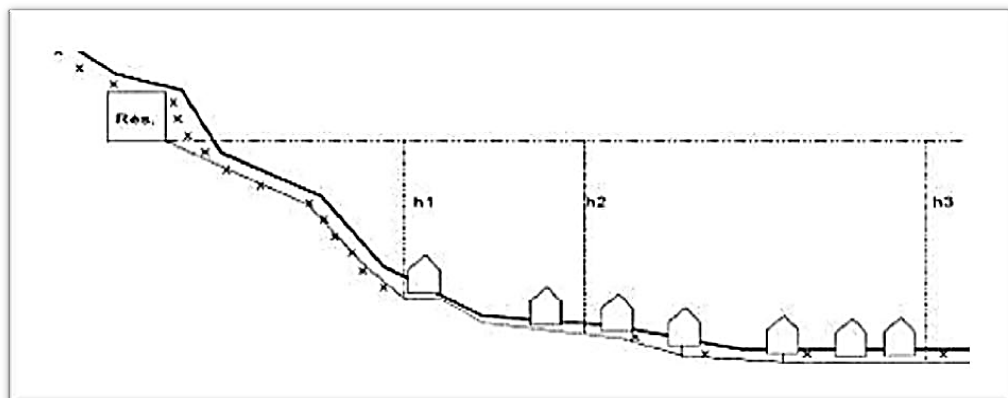


Figure 4.4 : Emplacement d'un réservoir

4.4. Choix du type du réservoir

Le choix de type du réservoir est basé sur les avantages suivants :

- Économie sur les frais de construction ;
- Étanchéité plus facile à réaliser ;
- Étude architecturale très simplifiée ;
- Conservation de la température constante de l'eau emmagasinée.

L'utilisation de réservoir circulaire, semi enterré répond bien aux différents problèmes technico-économique.

4.5. Exigences techniques à satisfaire dans la construction d'un réservoir

Un bon réservoir doit satisfaire aux conditions suivantes :

- **Résistance** : le réservoir doit équilibrer en toutes ces parties les efforts auxquels il est soumis.
- **Étanchéité** : les parois de réservoir doivent être étanches pour éviter les fuites d'eau
- **Durabilité** : le réservoir doit durer dans le temps ; dans ce cas le béton doit conserver ces propriétés initiales.

4.6. Equipements hydrauliques des réservoirs

Un réservoir doit être équipé par :

- Conduite d'adduction (conduite d'arrivée) ;
- Conduite de distribution (conduite de départ) ;
- Conduite de vidange ;
- Conduite de trop plein ;

- Conduite by-pass entre adduction et distribution ;
- Système de matérialisation de la réserve d'incendie.

4.6.1. Conduite d'adduction (conduite d'arrivée)

La conduite d'adduction à son débouché dans le réservoir, doit pouvoir s'obturer quand l'eau atteint dans la cuve son niveau maximal.

- ✓ Obturation par robinet flotteur si l'adduction est gravitaire.
- ✓ Un dispositif permettant l'arrêt du moteur si l'adduction s'effectue par refoulement.

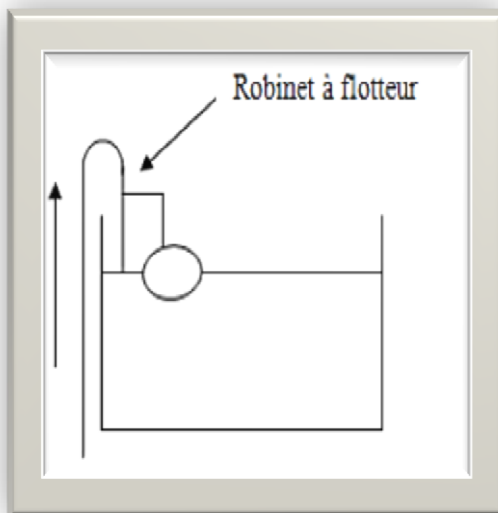


Figure 4.5 : Adduction avec chute libre

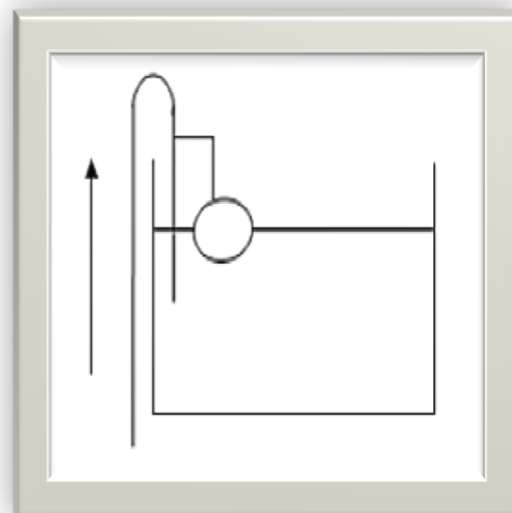


Figure 4.6 : Adduction noyée

4.6.2. Conduite de distribution (conduite de départ)

Le départ de la distribution sera disposé à l'opposé de l'arrivée pour faciliter le brassage de l'eau dans le réservoir, cette conduite sera placée à quelque 20 cm au-dessus du fond pour éviter l'entraînement des dépôts. L'orifice du départ est muni d'une crépine pour empêcher la pénétration des matières en suspension.

Le schéma de distribution ou de départ est représenté dans la figure ci-dessous :

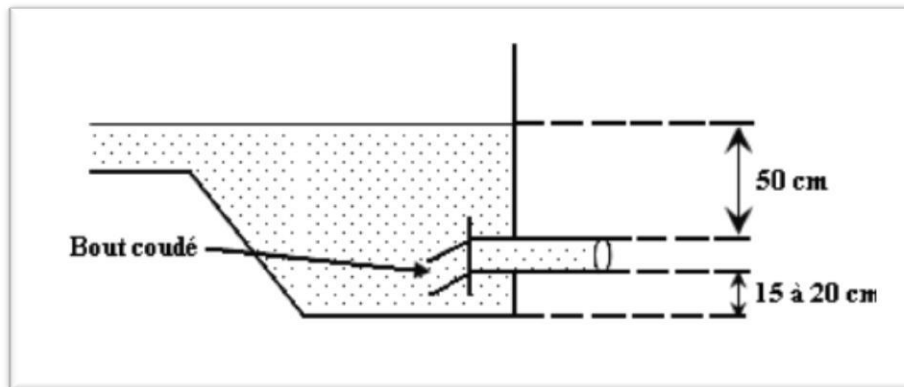


Figure 4.7 : Conduite de distribution

4.6.3. La conduite de trop plein

Cette conduite devra évacuer l'excès d'eau arrivant au réservoir quand l'eau atteint sa limite maximale ou en cas de défaillance du système d'arrêt des pompes, la canalisation de trop plein débouchera à un exutoire voisin. Afin d'éviter la pollution ou une introduction d'animaux qui pourrait pénétrer dans le réservoir, on ménage un joint hydraulique constitué par un siphon avec une garde d'eau suffisante.

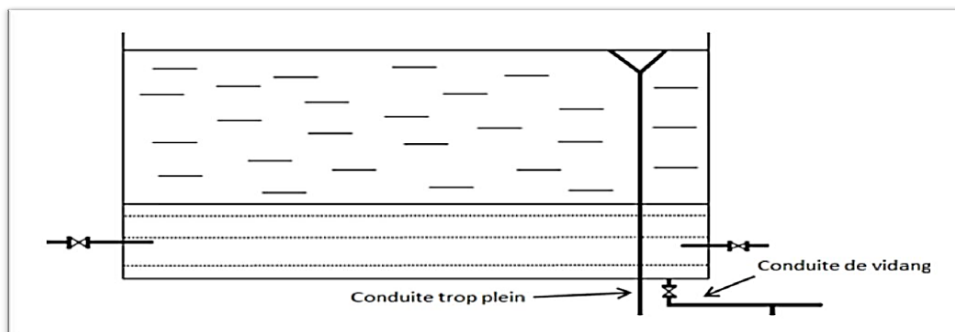


Figure 4.8 : Conduite de trop-plein

4.6.4. Conduite de vidange :

Cette conduite se trouve au plus bas point du réservoir. Elle permet la vidange du réservoir pour son nettoyage ou sa répartition. A cet effet, le radier du déversoir est réglé en pente vers son origine. Elle est raccordée à la conduite de trop-plein, et comporte un robinet vanne avant le raccordement sur cette dernière.

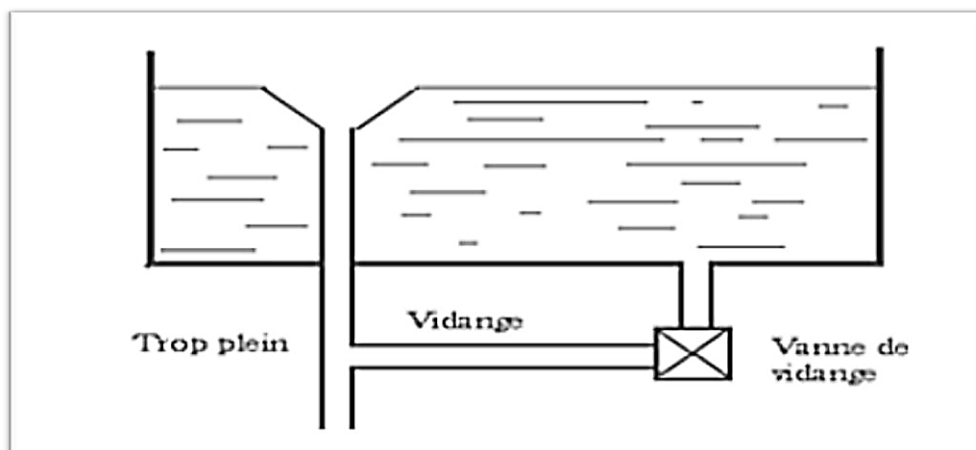


Figure 4.9 : Schéma trop-plein et vidange

4.6.5. Conduite de By-pass

Le By-pass est un dispositif reliant la conduite d'amenée d'eau à la conduite de départ, on l'utilise lorsqu'on désire assurer la distribution pendant la vidange ou la réparation du réservoir.

- En temps normal 1 et 3 sont ouvertes et la 2 est fermée.
- En By-pass on ferme 1 et 3 et on ouvre 2.

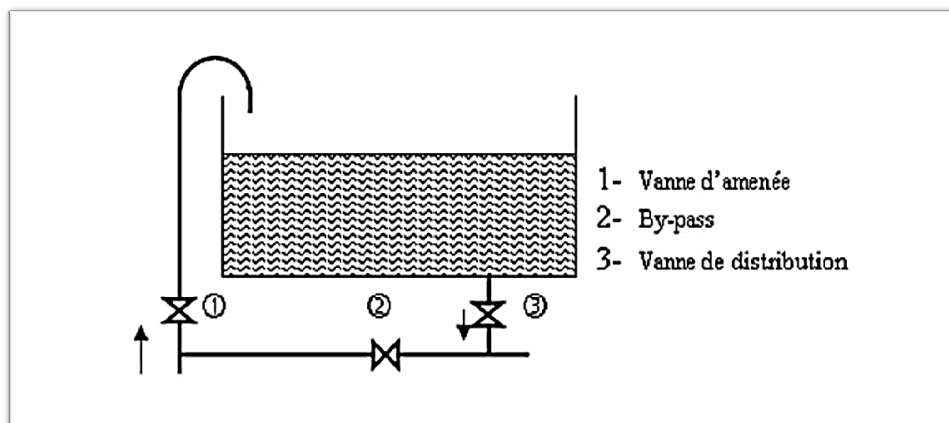


Figure 4.10 : Système By-pass

4.6.6. Système de matérialisation de la réserve d'incendie

La réserve d'incendie doit être toujours disponible afin de répondre aux besoins urgents dus aux éventuels sinistres (incendies). Pour éviter que la réserve d'incendie puisse passer dans la distribution nous adopterons un dispositif qui est schématisé dans la figure (4.11) et qui fonctionne de la manière suivante :

En service normal, la vanne (1) est ouverte, le siphon se désamorce dès que le niveau de la réserve d'incendie est atteint et ce grâce à l'évent ouvert à l'air libre ; ainsi l'eau se trouvant au voisinage du fond est constamment renouvelé.

- En cas d'incendie, on ouvre la vanne (2) pour pouvoir exploiter cette réserve, une vanne (3) supplémentaire est prévue pour permettre les répartitions sans vider le réservoir.

Le schéma de la matérialisation de la réserve d'incendie est présenté dans la figure (4.11) :

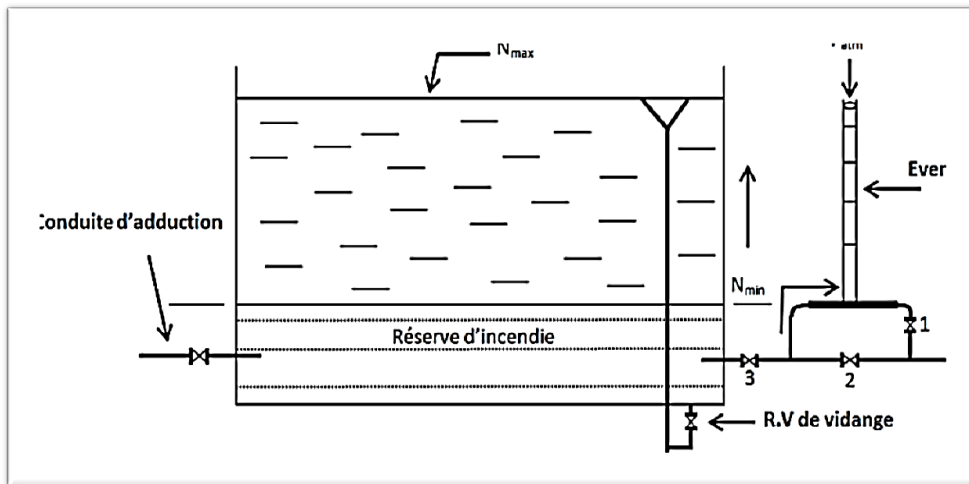


Figure 4.11 : Matérialisation de la réserve d'incendie

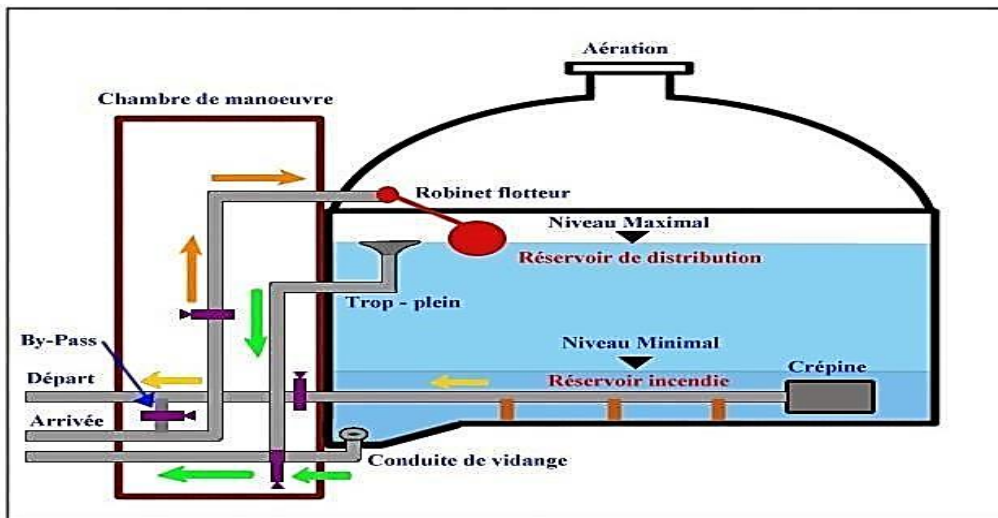


Figure 4.12 : Schéma général d'un réservoir d'eau

4.7. Entretien des réservoirs

Les structures du réservoir doivent faire l'objet d'une surveillance régulière en ce qui concerne toutes les fissures, ainsi que les phénomènes de corrosion sur les parties métalliques en raison de l'atmosphère humide qui y règne.

Un soin particulier doit être apporté au nettoyage des cuves ; opération comportant plusieurs étapes telles que :

- Isolement et vidange de la cuve ;
- Elimination des dépôts sur les parois ;
- Examen et réparation éventuelles des parois ;
- Désinfection à l'aide des produits chlorés.

4.8. Hygiène et sécurité

Les réservoirs d'eau potable doivent être couverts, la couverture protège l'eau contre les variations de température et contre l'introduction de corps étrangers.

- Etre éclairés en laissant quelques ouvertures munies d'épais plaques de verre afin de laisser la lumière.
- Avoir les robinets de puisage et cela pour faciliter l'exécution des prélèvements nécessaires aux contrôles des eaux de consommation.
- Avoir un périmètre de protection afin d'éviter tout rapprochement d'animaux ou d'individus étrangers (sauf le personnel exploitant).
- Etre aérés par des orifices de grillage.

4.9. Capacité des réservoirs

Pour satisfaire au rôle qu'il doit jouer, le réservoir doit avoir une capacité de stockage suffisante. Elle est définie comme étant la capacité correspondante à une journée de consommation, augmentée de la réserve d'incendie. Elle doit être estimée en tenant compte des variations des débits à l'entrée et à la sortie, c'est-à-dire, du régime d'approvisionnement et de distribution.

Le calcul de la capacité se fait par deux méthodes :

- Méthode graphique ;
- Méthode analytique.

❖ Méthode graphique

C'est une méthode rapprochée à la méthode analytique. Elle tient compte de la courbe de consommation totale déduite à partir de coefficients de variations horaires de la consommation et de la courbe d'apport du débit pompé en fonction de la durée de pompage. La capacité est déduite à partir des extremums des cumuls de la consommation vis-à-vis de celle des apports. On trace, sur un même graphique, les courbes cumulées des débits d'apports et de consommation en fonction du temps. Le volume maximal de stockage est obtenu en sommant en valeur absolue les écarts des deux extremums par rapport à la courbe d'apport.

$$P_{\max} = |\Delta V_{+}| + |\Delta V_{-}| \quad (4.1)$$

❖ Méthode analytique

Cette méthode consiste à déterminer les excès (ΔV_{+}) et les insuffisances (ΔV_{-}) d'eau pendant les différentes heures de la journée en coefficients horaires (a_h) qui varient suivant les différentes heures de desserte et l'importance de la population.

Généralement, on utilise les coefficients de distribution suivants :

- de 6 heures à 7 heures = **a** ;
- de 7 heures à 11 heures = **3,5a** ;
- de 11 heures à 16 heures = **0,4a** ;
- de 16 heures à 18 heures = **2a** ; - de 18 heures à 22 heures = **0,5a** ;
- de 22 heures à 6 heures = **0,125a**.

Le volume total du réservoir est correspondu à la somme des plus grands excès

($\Delta V_{+} \max$) de la journée avec le plus grand déficit ($\Delta V_{-} \max$) d'un autre moment de cette journée, à laquelle on doit ajouter la réserve d'incendie, nous donne le volume du réservoir et s'écrit :

$$V_r = |\Delta V_{+} \max| + |\Delta V_{-} \max| + V_{ri} \quad (4.2)$$

Avec :

- V_r : Volume total du réservoir en (m^3) ;
- ΔV : Volume apport (volume max journalier) – volume consommé en (m^3) ;
- V_{ri} : Volume de la réserve d'incendie en (m^3).

Avant tout, il y a lieu de choisir un régime de variation de l'alimentation des réservoirs :

- Soit une adduction continue de débit horaire constant égal à ($a = Q_{\max,j} / 24$) ;
- Soit un pompage variable durant les 24 heures de la journée ;
- Soit un pompage de nuit (de durée 10h seulement ; de 20h à 6h) de débit horaire égal à ($2.4 a = Q_{\max,j} / 10$).

❖ **Le débit moyen horaire de distribution (a)**

Le débit moyen horaire « a » est calculé à partir de la relation suivante :

$$a = \frac{Q_{\max,j}}{24} \quad (4.3)$$

4.10. Dimensionnement du réservoir

➤ **Section de réservoir existant**

Elle est déterminée par la formule suivante :

$$V_r = S.h \quad \Longrightarrow \quad S = \frac{V_r}{h} \quad (4.4)$$

Avec :

- V_r : Volume réel du réservoir en (m^3)
- S : section de réservoir en (m^2)
- h : Hauteur de la colonne d'eau = 4 m.

➤ Diamètre du réservoir

Le diamètre du réservoir sera déterminé par la formule :

$$D = \sqrt{\frac{4.V_r}{\pi.h}} \quad (4.5)$$

Avec :

- **D** : Diamètre du réservoir en (m).

➤ Hauteur de la réserve d'incendie

La hauteur de la réserve d'incendie est donnée **par la relation suivante** :

$$H_{inc} = \frac{4.V_{inc}}{\pi.D^2} \quad (4.6)$$

Avec :

- **H_{inc}**: hauteur de la réserve d'incendie dans le réservoir en (m) ;
- **V_{inc}**: le volume de la réserve d'incendie égale à 120 m³.

4.11. Détermination de la capacité des réservoirs

4.11.1. Calcul de la capacité du réservoir 1 (réservoir de transit)

a) Méthode analytique

Le réservoir 1 est alimenté gravitairement à partir de captage avec un débit **Q_{max}=518.4m³/j**, ce réservoir a une arrivée et une sortie

Le débit horaire est :

$$a_1 = \frac{518.4}{24} = 21.6m^3/j$$

Le temps de remplissage étant fixé à 24 heures

Le résultat de calcul de la capacité réservoir 1 est donné par le tableau suivant

Tableau 4.1 : Calcul de la capacité du réservoir 1

heure	arrivée (qa)		arrivée cummulé		Consommation (qc)		cons cummulé		(qa_qc)cummulé	
0-1	a ₁	21,6	a ₁	21,6	a ₂	13,10375	a ₂	13,10375	a ₁ -a ₂	8,49625
1-2	a ₁	21,6	2a ₁	43,2	a ₂	13,10375	2a ₂	26,2075	2a ₁ -2a ₂	16,9925
2-3	a ₁	21,6	3a ₁	64,8	a ₂	13,10375	3a ₂	39,31125	3a ₁ -3a ₂	25,48875
3-4	a ₁	21,6	4a ₁	86,4	a ₂	13,10375	4a ₂	52,415	4a ₁ -4a ₂	33,985
4-5	a ₁	21,6	5a ₁	108	a ₂	13,10375	5a ₂	65,51875	5a ₁ -5a ₂	42,48125
5-6	a ₁	21,6	6a ₁	129,6	a ₂	13,10375	6a ₂	78,6225	6a ₁ -6a ₂	50,9775
6-7	a ₁	21,6	7a ₁	151,2	a ₂	13,10375	7a ₂	91,72625	7a ₁ -7a ₂	59,47375
7-8	a ₁	21,6	8a ₁	172,8	a ₂	13,10375	8a ₂	104,83	8a ₁ -8a ₂	67,97
8-9	a ₁	21,6	9a ₁	194,4	a ₂	13,10375	9a ₂	117,93375	9a ₁ -9a ₂	76,46625
9-10	a ₁	21,6	10a ₁	216	a ₂	13,10375	10a ₂	131,0375	10a ₁ -10a ₂	84,9625
10-11	a ₁	21,6	11a ₁	237,6	a ₂	13,10375	11a ₂	144,14125	11a ₁ -11a ₂	93,45875
11-12	a ₁	21,6	12a ₁	259,2	a ₂	13,10375	12a ₂	157,245	12a ₁ -12a ₂	101,955
12-13	a ₁	21,6	13a ₁	280,8	a ₂	13,10375	13a ₂	170,34875	13a ₁ -13a ₂	110,45125
13-14	a ₁	21,6	14a ₁	302,4	a ₂	13,10375	14a ₂	183,4525	14a ₁ -14a ₂	118,9475
14-15	a ₁	21,6	15a ₁	324	a ₂	13,10375	15a ₂	196,55625	15a ₁ -15a ₂	127,44375
15-16	a ₁	21,6	16a ₁	345,6	a ₂	13,10375	16a ₂	209,66	16a ₁ -16a ₂	135,94
16-17	a ₁	21,6	17a ₁	367,2	a ₂	13,10375	17a ₂	222,76375	17a ₁ -17a ₂	144,43625
17-18	a ₁	21,6	18a ₁	388,8	a ₂	13,10375	18a ₂	235,8675	18a ₁ -18a ₂	152,9325
18-19	a ₁	21,6	19a ₁	410,4	a ₂	13,10375	19a ₂	248,97125	19a ₁ -19a ₂	161,42875
19-20	a ₁	21,6	20a ₁	432	a ₂	13,10375	20a ₂	262,075	20a ₁ -20a ₂	169,925
20-21	a ₁	21,6	21a ₁	453,6	a ₂	13,10375	21a ₂	275,17875	21a ₁ -21a ₂	178,42125
21-22	a ₁	21,6	22a ₁	475,2	a ₂	13,10375	22a ₂	288,2825	22a ₁ -22a ₂	186,9175
22-23	a ₁	21,6	23a ₁	496,8	a ₂	13,10375	23a ₂	301,38625	23a ₁ -23a ₂	195,41375
23-24	a ₁	21,6	24a ₁	540	a ₂	13,10375	24a ₂	314,49	24a ₁ -24a ₂	225,51
Total	24a₁	518,4				314,49				

D'après ce tableau nous avons :

$$V_r = \Delta V_{\max}$$

$$V_r = 225,51 \text{ m}^3$$

Le volume total de réservoir tenant compte d'incendie est égal :

$$V_{\text{tot}} = V_r + V_{\text{ri}} \text{ Avec :}$$

$$V_{\text{ri}} = 120 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{tot}} = 225,51 + 120$$

D'où :

$$V_{\text{tot}} = 345,51 \text{ m}^3$$

b) La méthode graphique

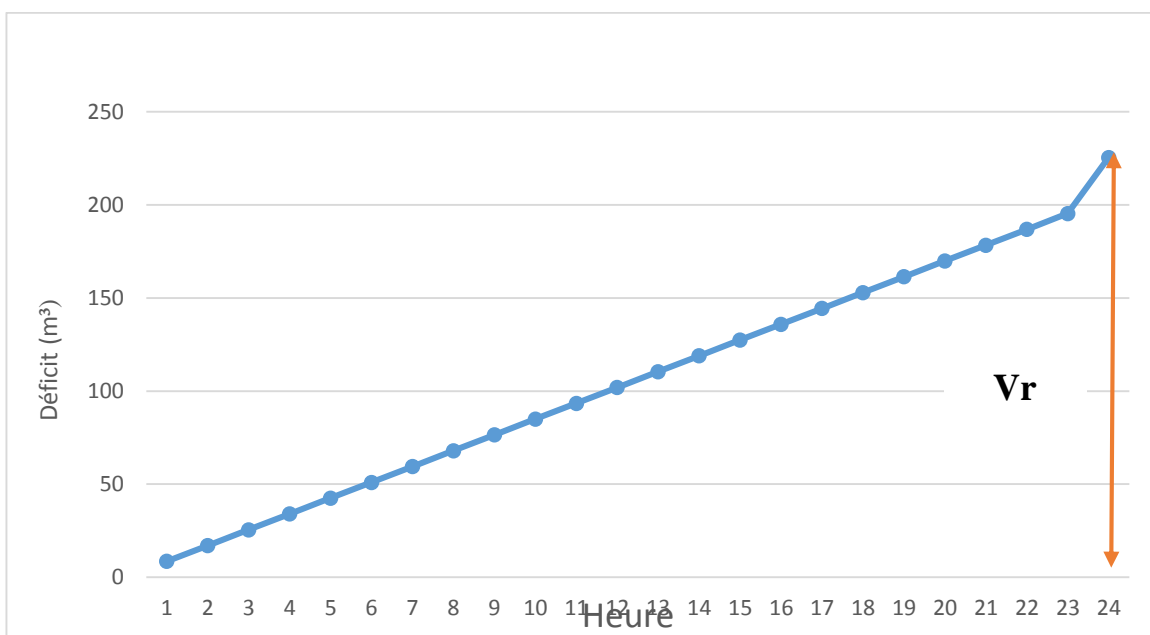


Figure 4.13 : Capacité graphique réservoir 1

Les dimensions de ce réservoir sont calculées à partir des relations (4.4-4.5 et 4.6) et présentées dans le tableau 3.14 ci-après :

Tableau 4.2 : Dimensions du réservoir 1

Caractéristiques	Valeur	Unité
Volume du réservoir calculé	345.51	m ³
Hauteur d'eau dans le réservoir h	4	m
Section du réservoir S	86.37	m ²
Diamètre du réservoir D	10.48	m
Hauteur d'incendie H_{inc}	1.39	m

4.11.2. Calcul de la capacité du réservoir 2 (réservoirs de stockage)

a) Méthode analytique

Le réservoir 2 est alimenté gravitairement à partir de réservoir 1 ;

Ce réservoir il a une seule arrivé et une seule sortie

Le débit horaire est :

$$a_2 = \frac{314.49}{24} = 13.10375 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le temps de remplissage étant fixé à 24 heures.

Le résultat de calcul de la capacité du réservoir 2 est donné par le tableau suivant :

Tableau 4.3 : Calcul de la capacité du réservoir 2

heure	arrivée (qa)		arrivée cummulé		Consommation (qc)		cons cummulé		Déficit (qa - qc) cummulé	
0-1	a ₂	13,10375	a ₂	13,10375	0,125a ₂	1,63796875	0,125a ₂	1,63797	0,875a ₂	11,4658
1-2	a ₂	13,10375	2a ₂	26,2075	0,125a ₂	1,63796875	0,250a ₂	3,27594	1,750a ₂	22,9316
2-3	a ₂	13,10375	3a ₂	39,31125	0,125a ₂	1,63796875	0,375a ₂	4,91391	2,625a ₂	34,3973
3-4	a ₂	13,10375	4a ₂	52,415	0,125a ₂	1,63796875	0,500a ₂	6,55188	3,50a ₂	45,8631
4-5	a ₂	13,10375	5a ₂	65,51875	0,125a ₂	1,63796875	0,625a ₂	8,18984	4,375a ₂	57,3289
5-6	a ₂	13,10375	6a ₂	78,6225	0,125a ₂	1,63796875	0,750a ₂	9,82781	5,250a ₂	68,7947
6-7	a ₂	13,10375	7a ₂	91,72625	a ₂	13,10375	1,750a ₂	22,9316	5,250a ₂	68,7947
7-8	a ₂	13,10375	8a ₂	104,83	3,5a ₂	45,863125	5,250a ₂	68,7947	2,750a ₂	36,0353
8-9	a ₂	13,10375	9a ₂	117,93375	3,5a ₂	45,863125	8,750a ₂	114,658	0,250a ₂	3,27594
9-10	a ₂	13,10375	10a ₂	131,0375	3,5a ₂	45,863125	12,25a ₂	160,521	2,25a ₂	-29,483
10-11	a ₂	13,10375	11a ₂	144,14125	3,5a ₂	45,863125	15,75a ₂	206,384	4,75a ₂	-62,243
11-12	a ₂	13,10375	12a ₂	157,245	0,4a ₂	5,2415	16,15a ₂	211,626	4,15a ₂	-54,381
12-13	a ₂	13,10375	13a ₂	170,34875	0,4a ₂	5,2415	16,55a ₂	216,867	3,55a ₂	-46,518
13-14	a ₂	13,10375	14a ₂	183,4525	0,4a ₂	5,2415	16,95a ₂	222,109	2,95a ₂	-38,656
14-15	a ₂	13,10375	15a ₂	196,55625	0,4a ₂	5,2415	17,35a ₂	227,35	2,35a ₂	-30,794
15-16	a ₂	13,10375	16a ₂	209,66	0,4a ₂	5,2415	17,75a ₂	232,592	1,75a ₂	-22,932
16-17	a ₂	13,10375	17a ₂	222,76375	2a ₂	26,2075	19,75a ₂	258,799	2,75a ₂	-36,035
17-18	a ₂	13,10375	18a ₂	235,8675	2a ₂	26,2075	21,75a ₂	285,007	3,75a ₂	-49,139
18-19	a ₂	13,10375	19a ₂	248,97125	0,5a ₂	6,551875	22,25a ₂	291,558	3,25a ₂	-42,587
19-20	a ₂	13,10375	20a ₂	262,075	0,5a ₂	6,551875	22,75a ₂	298,11	2,75a ₂	-36,035
20-21	a ₂	13,10375	21a ₂	275,17875	0,5a ₂	6,551875	22,25a ₂	291,558	2,25a ₂	29,4834
21-22	a ₂	13,10375	22a ₂	288,2825	0,5a ₂	6,551875	23,75a ₂	311,214	1,75a ₂	-22,932
22-23	a ₂	13,10375	23a ₂	301,38625	0,125a ₂	1,63796875	23,875a ₂	312,852	0,875a ₂	-11,466
23-24	a ₂	13,10375	24a ₂	314,49	0,125a ₂	1,63796875	24a ₂	314,49	0	0
Total	24a₂	314,49				314,49				

D'après ce tableau nous avons :

$$V_r = |\Delta V_{\max+}| + |\Delta V_{\max-}| = |68.7947| + |-62.243|$$

$$V_r = 130.99 \text{ m}^3$$

Le volume total de réservoir tenant compte d'incendie est égal :

$$V_{tot} = V_r + V_{ri} \text{ Avec :}$$

$$V_{ri} = 120\text{m}^3$$

$$V_{tot} = 130.99 + 120$$

D'où :

$$V_{tot} = 250.99\text{m}^3$$

Ainsi, le réservoir existant qui est de 500 m³ est largement suffisant pour satisfaire les besoins de la population

b) La méthode graphique

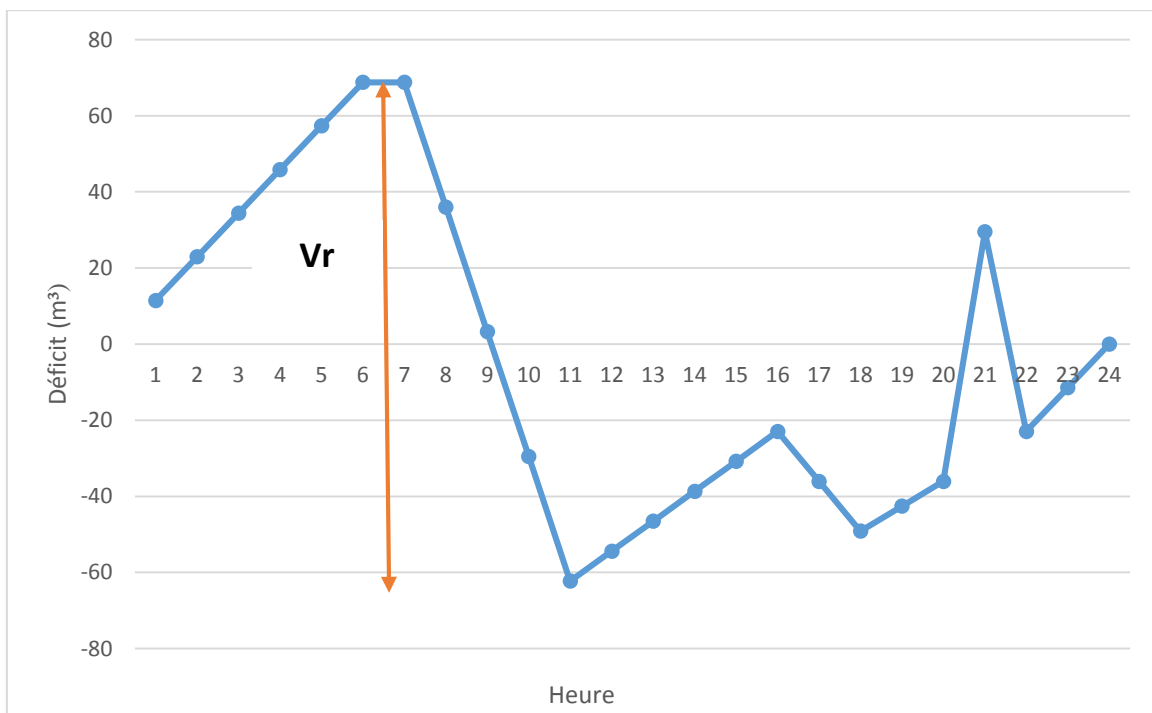


Figure 4.14 : Capacité graphique du réservoir 2

Les dimensions de ce réservoir sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 4.4 : Dimensions des réservoirs 2

Caractéristiques	Valeur	Unité
Volume du réservoir calculé	250.99	m ³
Hauteur d'eau dans le réservoir h	4	m
Section du réservoir S	125	m ²
Diamètre du réservoir D	12.62	m
Hauteur d'incendie H_{inc}	0.48	m

Conclusion :

Après le calcul des réservoirs nous avons remarqué qu'un seul réservoir (500m³) satisfait les besoins de village à l'horizon 2052

Pour cela on prend le réservoir2 comme un réservoir de distribution, le réservoir3 on l'utilise pour de grandes incendies vue que la zone d'étude est forestière.

Chapitre 5 : Etude de l'adduction

Introduction

Le but de ce chapitre est de faire une étude techno-économique pour dimensionner le réseau d'adduction du village AIT ADELLA commune D'ILLILTEN.

L'adduction d'eau potable comprend toutes les opérations de puisage et de transport de l'eau depuis la source d'approvisionnement (zones de captages, stations de traitements) vers les lieux de consommation à travers un réseau de conduites ou ouvrages architecturaux (canaux ouvert et éventuellement tunnels ou galeries), ces conduites doivent véhiculer un débit maximal journalier satisfaisant aux besoins de la population

5.1. Types d'adduction

On distingue généralement deux types d'adduction :

- **Adduction gravitaire** : le point de captage se situe à une altitude supérieure à celle du réservoir de desserte de l'agglomération. L'écoulement peut être à surface libre ou en charge.
- **Adduction par refoulement** : le point de captage se situe plutôt à un niveau inférieur à celui du réservoir d'accumulation. L'écoulement est alors en charge et les eaux de captage sont relevées par une station de pompage dans cette conduite.

Les conditions techniques imposent de rechercher un profil en long aussi régulier que possible. Il y'a lieu d'éviter en effet de courtes pentes, qui au droit du point haut ainsi formé, peuvent donner lieu, en exploitation, à des cantonnements d'air plus au moins difficile à évacuer.

Dans notre étude, l'adduction est **une adduction gravitaire**

5.2. Choix du tracé des conduites d'adduction

Le choix de tracé du profil de la conduite se fait toujours en tenant compte de certains impératifs d'ordre technique et économique tels que:

❖ Conditions techniques

- Le tracé à adopter doit être le plus régulier.
- Éviter les contres pentes, qui peuvent donner lieu en exploitation à des cantonnements d'air plus au moins difficile à évacuer.

- Eviter la traversée de propriétés privées nécessitant des expropriations et suivre les voies publiques pour faciliter la pose de canalisation et leur exploitation et permettre un accès rapide pour l'entretien et la réparation.
- Pour les conduites de longueur importante, il sera bon de prévoir quelques robinets ou vannes de sectionnement en vue de faciliter la réparation éventuelle.
- Il serait préférable de suivre l'accotement des routes, pour faciliter les travaux ainsi que l'acheminement des travaux.

❖ Conditions économiques

- Le profil doit être le plus court possible pour réduire les frais d'investissement.
- La conduite de refoulement et la station de pompage sont liées.
- En effet, plus le diamètre de la conduite augmente plus les pertes de charge et les frais d'exploitation diminuent ou l'inverse.

5.3. Choix du type des conduites d'adduction

Le choix du type de canalisation convenable est lié à des facteurs d'ordre technique et économique.

La gamme de tuyaux présente au marché est très large de point de vue nature de la matière de fabrication, les plus utilisés sont:

- ✓ Plastique (PVC et PEHD) ;
- ✓ Métallique (tuyau en fonte, acier galvanisé) ;
- ✓ Base ciment (AC).

Dans le cas de notre projet, on a opté pour des conduites en **acier noir**

5.4. Dimensionnement de conduites d'adduction gravitaires

Soit L la longueur et S la section d'une canalisation devant véhiculer gravitairement un débit Q d'un réservoir source situé à la cote C_d au réservoir d'arrivée se trouvant à la cote C_a ($C_d > C_a$). Le problème consiste en la détermination des caractéristiques géométriques

(Diamètre de la canalisation), mécanique (Nature et résistance de la conduite) et hydrauliques (vitesse, pertes de charges et coup de bélier de la conduite).

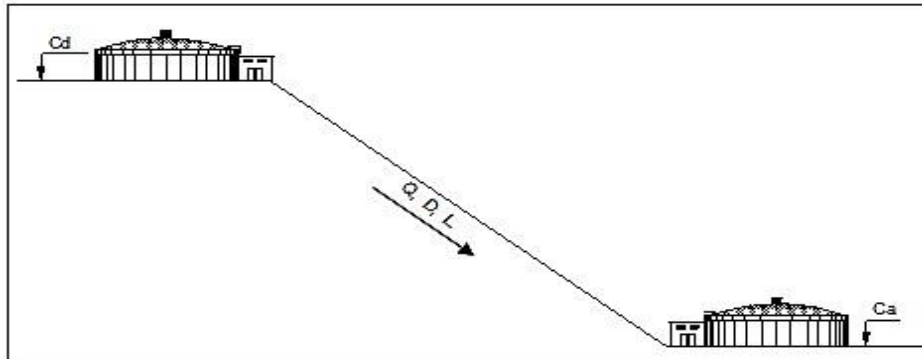


Figure 5.1 : Adduction gravitaire

5.4.1. Hauteur géométrique

La hauteur géométrique est définie par la relation suivante :

$$H_{\text{géo}} = C_d - C_a \quad (5.1)$$

avec :

C_d : cote du radier du réservoir départ [m]

C_a : cote du radier du réservoir d'arrivée [m]

5.4.2. Diamètre économique

Plusieurs relations sont utilisées pour la détermination du diamètre économique de la conduite (D_{ec}) en mètre (m), en tenant compte du débit Q véhiculé par la conduite en m^3/s , telles que :

Formule de Bonnin : $D_{\text{ec}} = \sqrt{Q}$ (5.2)

Formule de Bresse : $D_{\text{ec}} = 1.50 \sqrt{Q}$ (5.3)

Formule de Pavlovski : $D_{\text{ec}} = 1.38 Q^{0.48}$ (5.4)

Formule classique : $D_{\text{ec}} = 1.24 \sqrt{Q}$ (en prenant V égale 1 m/s) (5.5)

5.4.3 Vitesse d'écoulement

Dans les différents problèmes relatifs à l'écoulement dans les canalisations, il faut toujours calculer la vitesse moyenne dans la conduite par la relation de continuité, de manière à s'assurer qu'elle est acceptable :

$$V = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} \quad (5.6)$$

En effet, si la vitesse est trop grande il peut en résulter certains inconvénients d'ordre pratique (risque de coup de bélier trop violent en cas de changement brusque du régime d'écoulement, difficultés d'alimenter correctement les branchements) et risque de dépôts solide pour de faibles vitesses entraînant ainsi l'obturation de la conduite. Dans la pratique des adductions d'eau, nous veillerons toujours à ce que les vitesses correspondantes aux diamètres optimums répondent à ces critères. On donne sur le tableau ci-dessous la variation des vitesses en fonction des diamètres.

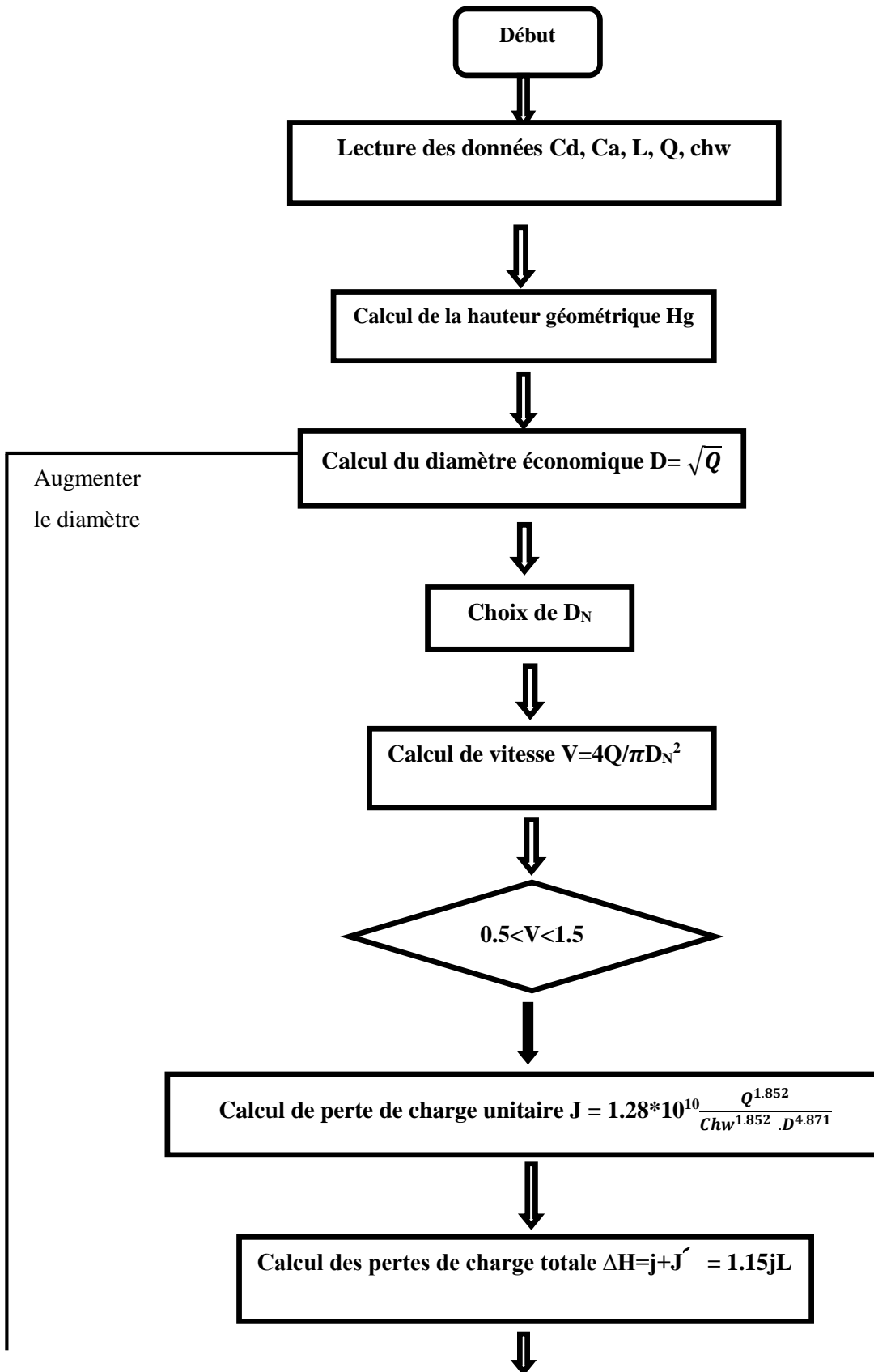
5.4.4 Pression au sol

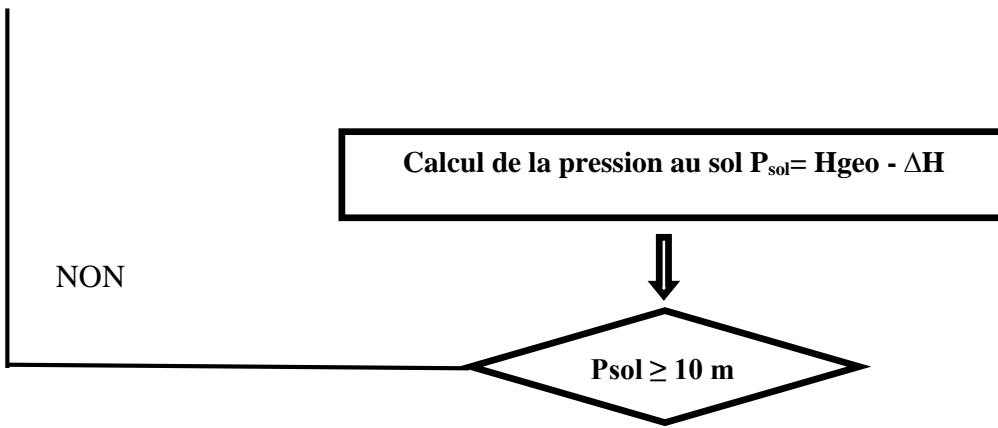
Pour que l'eau puisse rentrer dans le réservoir d'arrivée, la conduite doit assurer une pression minimale d'au moins 10 m. Cette pression au sol est donnée par l'expression suivante ;

$$P_{\text{sol}} = H_{\text{géo}} - \Delta H = \text{cote piézométrique} - \text{cote du terrain naturel} \quad (5.7)$$

ΔH : étant la perte de charge totale.

5.5 Organigramme





5.5.1 Etude d'adduction gravitaire

➤ Tronçon 1 (captage1 - réservoir 1)

Tableau 5.1 : Etude du tronçon 1 (captage1 - réservoir 1)

N°	Désignation de la variable	Valeur	Unité
<i>DONNEES DU PROBLEME</i>			
1	Cote radier du reservoir source Cd	1200,00	m
2	Cote tradier du reservoir arrivé Ca	1130,00	m
3	Débit à véhiculer à travers la conduite Q	6,50	l/sec
4	Longueur de la conduite L	3000,00	m
13	Coefficient de rugosité equivalente Chw	95,00	
<i>PHASE DE CALCUL</i>			
5	Hauteur géométrique Hgeo	70,00	m
6	Calcul du diamètre économique Deco	80,62	mm
7	Nature du matériaux de la conduite k	acier	
8	Introduire le coefficient K	0,50	

9	Introduire le diamètre normalisé	DN	80,00	100,00	mm
12	Introduire l'épaisseur de la conduite	e	4,00	4,00	mm
10	Vitesse d'écoulement de l'eau	V	1,29	0,83	m/sec
11	TEST DE LA VITESSE		vitesse correcte	vitesse correcte	
14	Perte de charge unitaire	j	0,0455478	0,0153610	m/ml
15	Pertes de charge linéaires	J	136,64	46,08	m
16	Pertes de charge singulières	J'	20,50	6,91	m
17	Pertes de charge totales	Δh	157,14	53,00	m
18	Pression au sol au reservoir d'arrivée	Psol	-87,14	17,00	m
19	TEST DE LA PRESSION		augmenter le diametre	pression correcte	
20	Célérité de l'onde de choc	a		1263,43	
21	Valeur du coupr de bélier	B		106,59	
22	Surpression maximale	Pmax		10,66	Bars
23	Dépression maximale	Pmin		-10,66	Bars
24	Choix de la pression nominale	PN		PN10	Bars

➤ Tronçon 2 (réservoir1 -réservoir 2)

Tableau 5.2 : Etude du tronçon 2 (réservoir1 - réservoir 2)

N°	Désignation de la variable	Valeur	Unité
DONNEES DU PROBLEME			
1	Cote radier du reservoir source Cd	1130,00	m
2	Cote tradier du reservoir arrivé Ca	1110,00	m
3	Débit à véhiculer à travers la conduite Q	6,00	l/sec
4	Longueur de la conduite L	60,00	m
13	Coefficient de rugosité equivalente Chw	95,00	
PHASE DE CALCUL			
5	Hauteur géométrique Hgeo	20,00	m
6	Calcul du diamètre économique Deco	77,46	mm
7	Nature du matériaux de la conduite k	acier	
8	Introduire le coefficient K	0,50	
9	Introduire le diamètre normalisé DN	80,00	mm

12	Introduire l'épaisseur de la conduite e	4,00	mm
10	Vitesse d'écoulement de l'eau V	1,19	m/sec
11	TEST DE LA VITESSE	vitesse correcte	
14	Perte de charge unitaire j	0,0392724	m/ml
15	Pertes de charge linéaires J	2,36	m
16	Pertes de charge singulières J'	0,35	m
17	Pertes de charge totales Δh	2,71	m
18	Pression au sol au réservoir d'arrivée Psol	17,29	m
19	TEST DE LA PRESSION	pression correcte	
20	Célérité de l'onde de choc a	1289,96	
21	Valeur du coup de bélier B	156,96	
22	Surpression maximale Pmax	17,70	Bars
23	Dépression maximale Pmin	-13,70	Bars
24	Choix de la pression nominale PN	PN20	Bars

➤ Tronçon 3 (captage 2 - réservoir 3)

Tableau 5.3 : Etude du tronçon 3 (captage 2 - réservoir 3)

N°	Désignation de la variable	Valeur	Unité
DONNEES DU PROBLEME			
1	Cote radier du réservoir source Cd	1250,00	m
2	Cote tradier du réservoir arrivé Ca	1050,00	m
3	Débit à véhiculer à travers la conduite Q	6,00	l/sec
4	Longueur de la conduite L	2000,00	m
13	Coefficient de rugosité équivalente Chw	95,00	
PHASE DE CALCUL			
5	Hauteur géométrique Hgeo	200,00	m
6	Calcul du diamètre économique Deco	77,46	mm
7	Nature du matériaux de la conduite k	acier	
8	Introduire le coefficient K	0,50	
9	Introduire le diamètre normalisé DN	80,00	mm
12	Introduire l'épaisseur de la conduite e	4,00	mm
10	Vitesse d'écoulement de l'eau V	1,19	m/sec

11	TEST DE LA VITESSE		vitesse correcte	
14	Perte de charge unitaire	j	0,0392724	m/ml
15	Pertes de charge linéaires	J	78,54	m
16	Pertes de charge singulières	J'	11,78	m
17	Pertes de charge totales	Δh	90,33	m
18	Pression au sol au reservoir d'arrivée	Psol	109,67	m
19	TEST DE LA PRESSION		pression correcte	
20	Célérité de l'onde de choc	a	1289,96	
21	Valeur du coup de bélier	B	156,96	
22	Surpression maximale	Pmax	35,70	Bars
23	Dépression maximale	Pmin	4,30	Bars
24	Choix de la pression nominale	PN	PN40	Bars

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons dimensionné les conduites d'adduction gravitaire, nous avons calculé les différents paramètres, tel que la vitesse d'écoulement, les pertes de charge, afin de définir une solution favorable du point de vue technique et économique.

Le diamètre et la pression normalisés de chaque tronçon sont illustrés dans le tableau (5.8) suivant :

Tableau 5.4 : Récapitulatif des diamètres et des pressions normalisées de notre chaine d'adduction

Type d'adduction	Tronçon	Débit de dimensionnement (l/s)	DN (mm)	Matériau et PN
Adduction gravitaire	captage1 - réservoir1	6.5	100	Acier PN(10)
Adduction gravitaire	réservoir 1 – réservoir2	6	80	Acier PN(20)

Adduction gravitaire	Captage2 – réservoir3	6	80	Acier PN(40)
-----------------------------	-----------------------	---	-----------	---------------------

Chapitre 6 : Etude de la distribution

Introduction

À travers l'intitulé de ce chapitre, il s'agit de décrire le fonctionnement hydraulique de notre réseau.

L'acheminement de l'eau vers les usagers doit se faire en qualité et quantité et avec des pressions satisfaisantes

6.1. Choix du type de réseau de distribution

Les réseaux de distribution peuvent être classés comme suit :

- Réseau ramifié ;
- Réseau maillé ;
- Réseau mixte.

6.1.1. Réseau ramifié

Le réseau ramifié, dans lequel les conduites ne comportent aucune alimentation en retour, présente l'avantage d'être économique, mais il manque de sécurité et de souplesse en cas de rupture : un accident sur la conduite principale prive d'eau tous des abonnés d'aval .

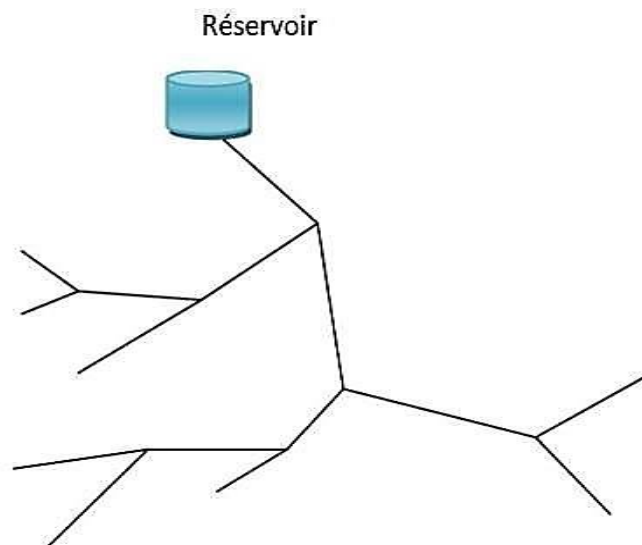


Figure 6.1 : Schéma de réseau ramifié

6.1.2. Réseau maillé

Le réseau maillé permet, une alimentation en retour, au contraire du réseau ramifié, une simple manœuvre de robinets permet d'isoler le tronçon accidenté et de poursuivre néanmoins l'alimentation des abonnés d'aval. Il est, bien entendu, plus coûteux d'établissement, mais, en raison de la sécurité qu'il procure, il doit être toujours préféré au réseau ramifié .

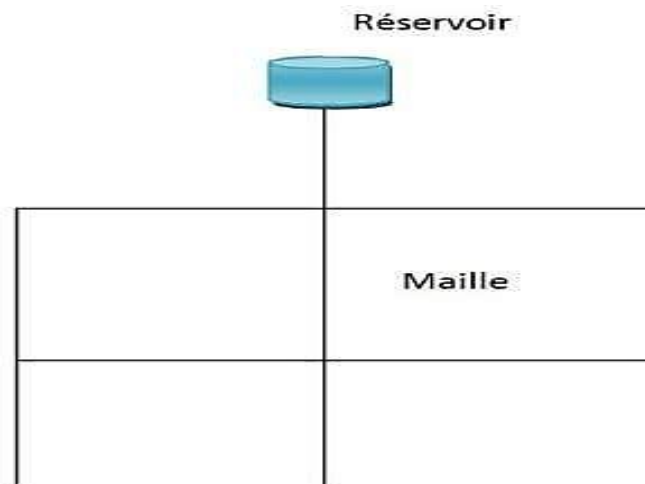


Figure 6.2 : Schéma de réseau maillé

6.1.3. Réseau mixte

Un réseau est dit mixte (maillé-ramifié), lorsque ce dernier constitue une partie ramifiée et une autre maillée. Ce type de schéma est utilisé pour desservir les quartiers en périphérie de la ville par les ramifications issues des mailles utilisées dans le centre-ville.

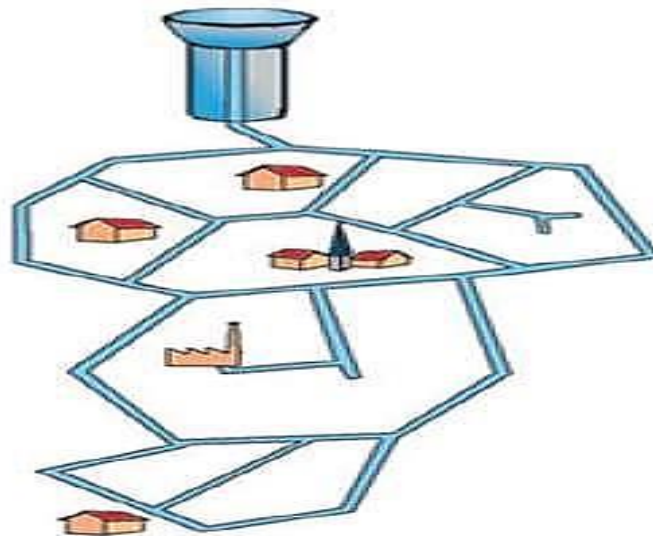


Figure 6.3 : Schéma de réseau mixte

Dans notre cas d'étude nous avons opté pour un réseau ramifié

6.2. Choix du tracé

Pour définir le tracé définitif, il est important de penser aux points suivants :

- Minimiser le nombre de passages difficiles (traversée de route, de ravine...etc.) ;
- Eviter les pentes trop fortes ;
- Eviter les zones rocheuses : une tranchée devra être creusée ;

- Préférer les zones accessibles, le long des chemins existants (routes, ...etc.) ;
- Penser aux problèmes de propriété de terrain et d'autorisation.

6.3. Choix de type de matériaux

Pour faire le choix du type de matériau à utiliser dans la construction des conduites, il faut prendre en considération les critères suivants :

- 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.

Dans notre cas nous avons opté pour les conduites en PEHD vu les caractéristiques mécaniques et hydrauliques que ce matériau présente, on peut citer :

- Facilité de pose (grande flexibilité) ;
- Fiables au niveau des branchements (pas de fuites) ;
- Répond parfaitement aux normes de potabilité ;
- Durée de vie prouvée par l'expérience et le test de vieillissement (théoriquement de 50 ans à une température de 20°C) ;
- Bonne caractéristique hydraulique (coefficient de rugosité très faible) ;
- Résiste à la corrosion interne, externe et microbologique et à l'entartrage ;
- Disponibilité sur le marché.

6.4. Equipement du réseau de distribution (Appareils et accessoires)

Le réseau de distribution est doté des accessoires qui devront être utilisés pour l'équipement de celui-ci. On en cite :

- **Les canalisations** : Les réseaux de distribution sont constitués de :
 - Conduites principales qui ont pour origine un réservoir ou une station de pompage. Elles assurent l'approvisionnement des conduites secondaires.
 - Conduites secondaire qui assurent la liaison entre les conduites principales et les branchements.

- **Robinets vannes** : Ils sont placés au niveau de chaque nœud, et permettent l'isolement des différents tronçons du réseau lors d'une réparation sur le réseau. Ils permettent ainsi de régler les débits, leur manœuvre s'effectue à partir du sol au moyen d'une clé dite « béquille », Celle-ci est introduite dans une bouche à clé placée sur le trottoir (facilement accessible).
- **Bouches ou poteau d'incendie** : Les bouches ou les poteaux d'incendie doivent être raccordés sur les conduites capables d'assurer un débit minimum 17 (l/s) avec une pression de 10 m (1 bar). Ces derniers seront installés en bordure des trottoirs espacés de 200 à 300 m et répartis suivant l'importance des risques imprévus.
- **Clapets** : Les clapets ont pour rôle d'empêcher l'eau d'aller en sens contraire de l'écoulement prévu.
- **Ventouses** : Les ventouses sont des organes qui sont placés aux points les plus hauts du réseau pour réduire la formation du vide dans les installations hydrauliques. Les ventouses sont pour formation spéciale l'alimentation des poches d'air dans la canalisation des conduites en cas de vidange par pénétration d'air.
- **Régulateurs de pression** : Ce sont des dispositifs permettant le réglage de la pression de façon à ne fournir au réseau de distribution que les pressions désirées.
- **Robinets de vidange (décharge)** : Ce sont des robinets placés aux endroits des points les plus bas du réseau de distribution pour permettre la vidange ; et seront posés à l'intérieur d'un regard en maçonnerie.
- **Pièces spéciales de raccord** : Ce sont des composants permettant d'adapter la conduite au tracé prévu au projet :
 - **Les Tés** : On envisage des tés à deux ou trois emboîtements permettant le raccordement des conduites présentant des diamètres différents. Il est nécessaire de prévoir un cône de réduction pour les placer.
 - **Les coudes** : Utilisés en cas de changement de direction.
 - **Les cônes de réduction** : Ce sont des organes de raccord en cas d'existence des diamètres différents.

6.5. Quelques figures des Appareils et accessoires :

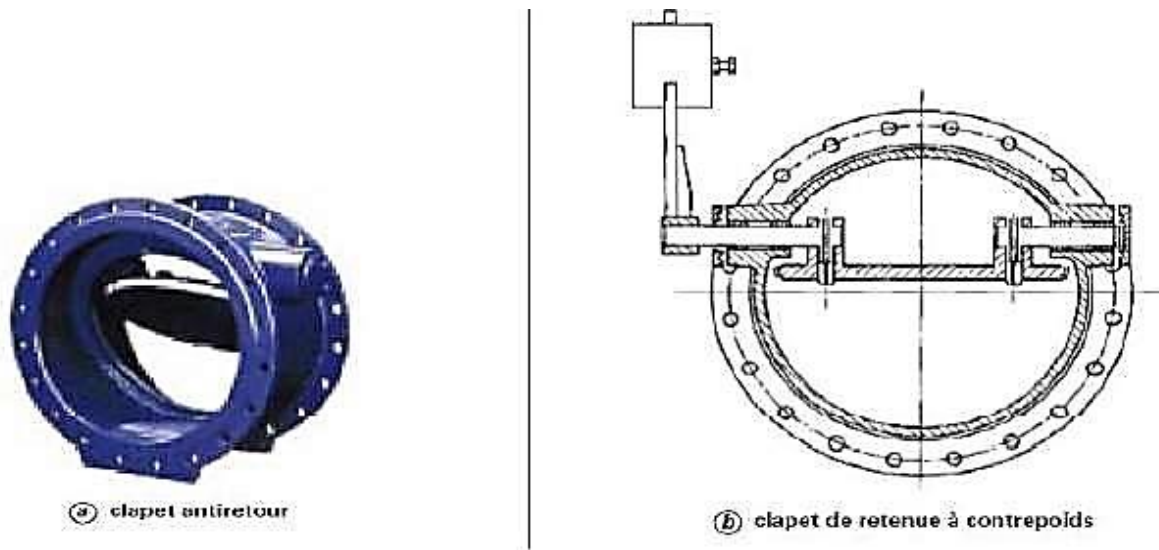


Figure 6.4 : clapet anti retour (Source : Guide technique VEOLIA environnement)

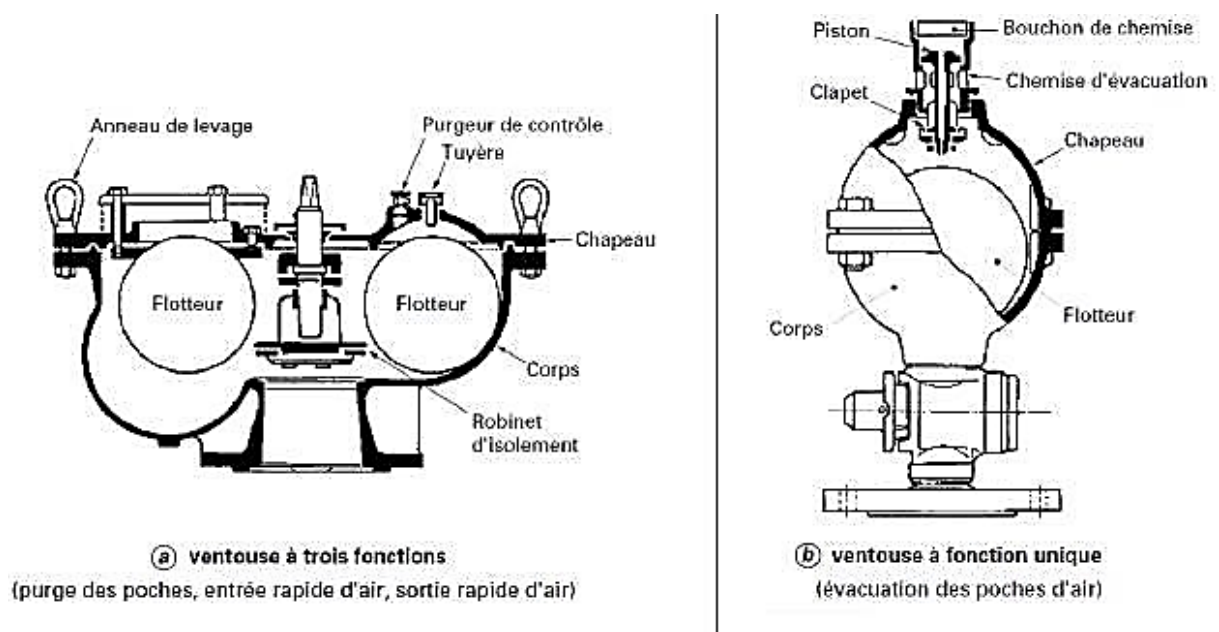
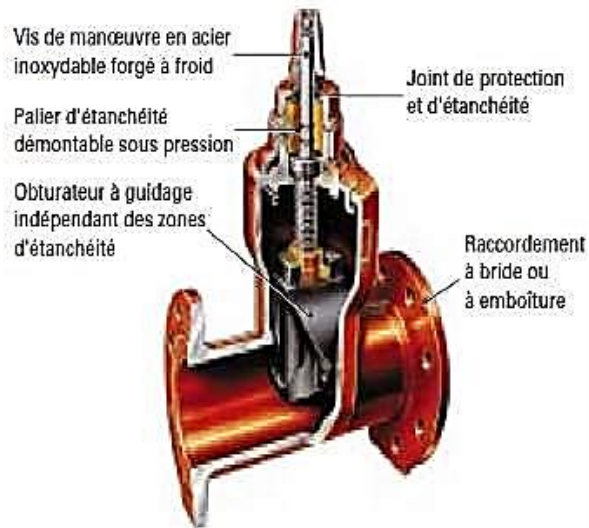
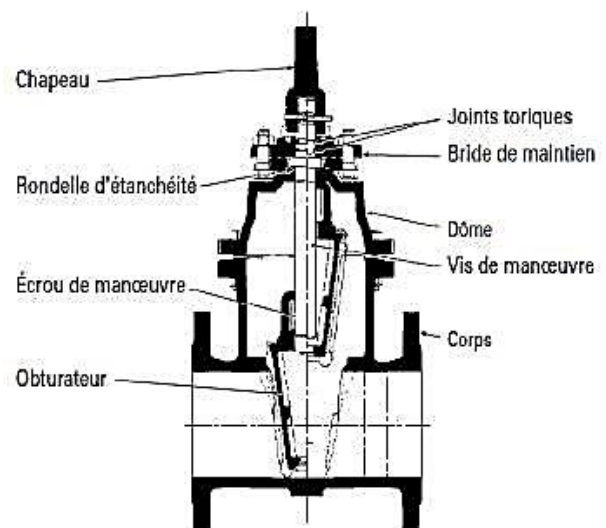


Figure 6.5: ventouse (Source : Guide technique VEOLIA environnement)



(a) robinet vanne à opercule (d'après document Pont-à-Mousson)



(b) robinet vanne à opercule élastomère (d'après document GHM)

Figure 6.6 : Robinet vanne à opercule (Source : Guide technique VEOLIA environnement)



Figure 6.7 : Pièces spéciales (Source : Guide technique VEOLIA environnement)

6.6. Détermination des débits

➤ Par la méthode des débits spécifiques

6.6.1. Débit spécifique

Pour le calcul on admet l'hypothèse selon laquelle les besoins domestiques sont uniformément répartis sur toute la longueur du réseau de distribution en utilisant le débit spécifique en l/s/ml. Le débit spécifique qui est fonction du linéaire se calcule comme suit :

$$Q_{sp} = Q_p / LT \quad (6.1)$$

Avec :

- Q_{sp} : débit spécifique (l/s/ml).
- Q_p : besoins du lotissement

LT : somme des longueurs L_i du réseau ($LT=2561,01m$)

6.6.2. Détermination du débit en route :

Le débit en route est le produit du débit spécifique par la longueur du tronçon ;

$$Q_{ri} = Q_{sp} \cdot l_i \quad (6.2)$$

- L_i : longueur du tronçon numéro (i), (m) ;
- Q_{ri} : débit de route du tronçon numéro (i), (l/s) ;

6.6.3. Les débits de tronçons :

Les débits de tronçons sont obtenus comme suit :

$$Q_t = Q_r + p \quad (6.3)$$

Q_t : Débits de tronçons (l/s) ;

P : Débit aval (l/s) ;

Q_r : Débits de route (l/s) ;

6.6.4. Les débits de conduites en impasse :

Sont obtenus comme suit :

$$q = p + 0,55Q_r \quad (6.4)$$

- q : Débit de conduites en impasse (l/s) ;
- p : Débit aval (l/s);
- Q_r : débit de route (l/s)

Tableau 6.1 : Estimation de la consommation de pointe

Nombre de lots	187	
Nombre d'habitants par lot	6	
Nombre d'habitants total du lotissement	1120	
Dotation par habitant	150	
Coefficient de point	3	
Besoins du lotissement	5,83333333	l/s
Longueur totale	2561,01	ml
Débit spécifique	0,00227775	l/s/ml

Tableau 6.2 :Estimation des débits de tronçons

<i>Tronçon</i>	<i>longueur</i>	<i>Débts de route</i>	<i>Débit Aval</i>	<i>Débit de tronçons</i>	<i>q</i>
28 - 30	215,300	0,490	0,000	0,490	0,2697194
28 - 29	278,310	0,634	0,000	0,634	0,3486559
26 - 28	166,230	0,379	1,124	1,503	1,3325652
26 - 27	88,040	0,201	0,000	0,201	0,1102931
24 - 26	16,090	0,037	1,703	1,740	1,7236385
24 - 25	91,070	0,207	0,000	0,207	0,1140889
22 - 24	53,170	0,121	1,948	2,069	2,0141743
22 - 23	29,470	0,067	0,000	0,067	0,0369189
17 - 22	81,500	0,186	2,136	2,321	2,237898
17 - 21	129,000	0,294	0,000	0,294	0,1616062
18 - 20	239,000	0,544	0,000	0,544	0,2994099
18 - 19	31,500	0,072	0,000	0,072	0,039462
17 - 18	52,000	0,118	0,616	0,735	0,6812742
13 - 17	23,000	0,052	3,350	3,402	3,3786507
14 - 16	36,230	0,083	0,000	0,083	0,0453875
14 - 15	25,510	0,058	0,000	0,058	0,0319579
13 - 14	264,910	0,603	0,141	0,744	0,472497
9 - 13	50,000	0,114	4,146	4,260	4,2088896
10 - 12	16,700	0,038	0,000	0,038	0,0209211
10 - 11	16,000	0,036	0,000	0,036	0,0200442
9 - 10	20,900	0,048	0,074	0,122	0,100665
3 - 9	68,600	0,156	4,382	4,538	4,4681656
6 - 8	46,900	0,107	0,000	0,107	0,0587545
6 - 7	35,000	0,080	0,000	0,080	0,0438466
4 - 6	20,000	0,046	0,187	0,232	0,2116027
4 - 5	59,260	0,135	0,000	0,135	0,0742386
3 - 4	12,790	0,029	0,367	0,396	0,3831045
1 - 3	59,000	0,134	4,935	5,069	5,0086066
1 - 2	229,530	0,523	0,000	0,523	0,2875462
R - 1	215,000	0,490	5,592	6,082	5,8612357

Tableau 6.3 : Calcul les diamètres et les pressions des conduites (fonctionnement normal du réseau)

Tronçon	L (m)	Débit (l/s)	Dec(m m)	DN(m m)	j (m/ml)	DH (m)	V (m/s)	CTN Amont	CTN Aval	Hamo nt	Haval	Pamo nt	Paval
R - 1	229,53	6,082	77,985	120	0,0056	1,47	0,538	495,07	463,72	495,07	493,60	0,00	29,88
1 - 2	59	0,288	16,957	25	0,0408	2,77	0,586	463,72	456,63	493,60	490,82	29,88	34,19
1 - 3	12,79	5,069	71,197	100	0,0097	0,14	0,646	463,72	461,34	493,60	493,45	29,88	32,11
3 - 4	59,26	0,396	19,905	40	0,0075	0,51	0,315	461,34	462,99	493,45	492,94	32,11	29,95
4 - 5	20	0,074	8,616	25	0,0033	0,08	0,151	462,99	454,95	492,94	492,87	29,95	37,92
4 - 6	106	0,232	15,235	30	0,0113	1,38	0,329	462,99	466,00	492,94	491,56	29,95	25,56
6 - 7	35	0,044	6,622	25	0,0013	0,05	0,089	466,00	462,80	491,56	491,51	25,56	28,71
6 - 8	46,9	0,059	7,665	25	0,0022	0,12	0,120	466,00	471,17	491,56	491,45	25,56	20,28
3 - 9	68,6	4,538	67,368	100	0,0079	0,62	0,578	461,34	444,48	493,45	492,83	32,11	48,35
9 - 10	20,9	0,122	11,049	40	0,0008	0,02	0,097	444,48	447,74	492,83	492,81	48,35	45,07
10 - 11	16	0,020	4,477	25	0,0003	0,01	0,041	447,74	443,21	492,81	492,80	45,07	49,59
10 - 12	16,7	0,021	4,574	25	0,0003	0,01	0,043	447,74	449,28	492,81	492,80	45,07	43,52
9 - 13	50	4,260	65,270	100	0,0070	0,40	0,543	444,48	432,68	492,83	492,43	48,35	59,75
13 - 14	264,91	0,744	27,277	40	0,0241	7,33	0,592	432,68	406,97	492,43	485,09	59,75	78,12
14 - 15	25,51	0,032	5,653	25	0,0007	0,02	0,065	406,97	418,76	485,09	485,07	78,12	66,31
14 - 16	36,23	0,045	6,737	25	0,0013	0,06	0,093	406,97	404,09	485,09	485,04	78,12	80,95
13 - 17	23	3,402	58,329	80	0,0137	0,36	0,677	432,68	427,00	492,43	492,06	59,75	65,06
17 - 18	52	0,735	27,103	40	0,0235	1,41	0,585	427,00	413,59	492,06	490,66	65,06	77,07
18 - 19	31,5	0,039	6,282	25	0,0010	0,04	0,080	413,59	413,07	490,66	490,62	77,07	77,55
18 - 20	239	0,299	17,303	25	0,0440	12,10	0,610	413,59	395,56	490,66	478,56	77,07	83,00
17 - 21	129	0,162	12,712	25	0,0140	2,08	0,329	427,00	396,32	492,06	489,98	65,06	93,66
17 - 22	81,5	2,321	48,181	60	0,0275	2,57	0,821	427,00	413,59	492,06	489,49	65,06	75,90
22 - 23	29,47	0,037	6,076	25	0,0009	0,03	0,075	413,59	418,01	490,66	490,63	77,07	72,62
22 - 24	53,17	2,069	45,483	60	0,0222	1,36	0,732	413,59	408,00	490,66	489,30	77,07	81,30
24 - 25	91,07	0,114	10,681	25	0,0074	0,77	0,233	408,00	401,73	489,30	488,53	81,30	86,80
24 - 26	16,09	1,740	41,715	60	0,0161	0,30	0,616	408,00	405,21	489,30	489,00	81,30	83,79
26 - 27	88,04	0,110	10,502	25	0,0069	0,70	0,225	405,21	384,35	489,00	488,30	83,79	103,95
26 - 28	166,23	1,503	38,768	60	0,0123	2,35	0,532	405,21	408,30	489,00	486,65	83,79	78,35
28 - 29	278,31	0,349	18,672	25	0,0584	18,68	0,711	408,30	432,13	486,65	467,98	78,35	35,85
28 - 30	215,3	0,270	16,423	25	0,0363	8,98	0,550	408,30	422,37	486,65	477,67	78,35	55,30

• **Interprétation des résultats**

Il existe des vitesses satisfaisantes ($0.5 < V < 1.5$) mais on remarque des vitesses faibles que on ne peut pas éviter en réduisant les diamètres vu qu'il existe pas des diamètres moins de 25 mm sur le marché, alors une vidange périodique de réseau est nécessaire pour éviter le dépôt des matières indésirable et éviter le colmatage des conduites.

Tableau 6.4 : Vérification de la condition d'incendie

Tronçon	L (m)	Débit (l/s)	Dec(m)	DN(mm)	j (m/ml)	DH (m)	V (m/s)	CTN Amont	CTN Aval	Hamont	Haval	Pamont	Paval
R - 1	229,53	17,000	130,384	150	0,0126	3,34	0,962	495,07	463,72	495,07	491,73	0,00	28,01
1 - 2	59	17,000	130,384	150	0,0126	0,86	0,962	463,72	456,63	491,73	490,87	28,01	34,24
1 - 3	12,79	17,000	130,384	150	0,0126	0,19	0,962	463,72	461,34	491,73	491,55	28,01	30,21
3 - 4	59,26	17,000	130,384	150	0,0126	0,86	0,962	461,34	462,99	491,55	490,68	30,21	27,69
4 - 5	20	17,000	130,384	150	0,0126	0,29	0,962	462,99	454,95	490,68	490,39	27,69	35,44
4 - 6	106	17,000	130,384	150	0,0126	1,54	0,962	462,99	466,00	490,68	489,14	27,69	23,14
6 - 7	35	17,000	130,384	150	0,0126	0,51	0,962	466,00	462,80	489,14	488,63	23,14	25,83
6 - 8	46,9	17,000	130,384	150	0,0126	0,68	0,962	466,00	471,17	489,14	488,46	23,14	17,29
3 - 9	68,6	17,000	130,384	150	0,0126	1,00	0,962	461,34	444,48	488,46	487,46	27,12	42,98
9 - 10	20,9	17,000	130,384	150	0,0126	0,30	0,962	444,48	447,74	487,46	487,16	42,98	39,42
10 - 11	16	17,000	130,384	150	0,0126	0,23	0,962	447,74	443,21	487,16	486,93	39,42	43,72
10 - 12	16,7	17,000	130,384	150	0,0126	0,24	0,962	447,74	449,28	487,16	486,92	39,42	37,64
9 - 13	50	17,000	130,384	150	0,0126	0,73	0,962	444,48	432,68	486,92	486,19	42,44	53,51
13 - 14	264,91	17,000	130,384	150	0,0126	3,85	0,962	432,68	406,97	486,19	482,34	53,51	75,37
14 - 15	25,51	17,000	130,384	150	0,0126	0,37	0,962	406,97	418,76	482,34	481,97	75,37	63,21
14 - 16	36,23	17,000	130,384	150	0,0126	0,53	0,962	406,97	404,09	482,34	481,81	75,37	77,72
13 - 17	23	17,000	130,384	150	0,0126	0,33	0,962	432,68	427,00	481,81	481,47	49,13	54,47
17 - 18	52	17,000	130,384	150	0,0126	0,76	0,962	427,00	413,59	481,47	480,72	54,47	67,13
18 - 19	31,5	17,000	130,384	150	0,0126	0,46	0,962	413,59	413,07	480,72	480,26	67,13	67,19
18 - 20	239	17,000	130,384	150	0,0126	3,48	0,962	413,59	395,56	480,72	477,24	67,13	81,68
17 - 21	129	17,000	130,384	150	0,0126	1,88	0,962	427,00	396,32	481,47	479,60	54,47	83,28
17 - 22	81,5	17,000	130,384	150	0,0126	1,19	0,962	427,00	413,59	481,47	480,29	54,47	66,70
22 - 23	29,47	17,000	130,384	150	0,0126	0,43	0,962	413,59	418,01	480,29	479,86	66,70	61,85

22 - 24	53,17	17,000	130,384	150	0,0126	0,77	0,962	413,59	408,00	479,86	479,09	66,27	71,09
24 - 25	91,07	17,000	130,384	150	0,0126	1,32	0,962	408,00	401,73	479,09	477,76	71,09	76,03
24 - 26	16,09	17,000	130,384	150	0,0126	0,23	0,962	408,00	405,21	477,76	477,53	69,76	72,32
26 - 27	88,04	17,000	130,384	150	0,0126	1,28	0,962	405,21	384,35	477,53	476,25	72,32	91,90
26 - 28	166,23	17,000	130,384	150	0,0126	2,42	0,962	405,21	408,30	476,25	473,83	71,04	65,53
28 - 29	278,31	17,000	130,384	150	0,0126	4,05	0,962	408,30	432,13	473,83	469,78	65,53	37,65
28 - 30	215,3	17,000	130,384	150	0,0126	3,13	0,962	408,30	422,37	469,78	466,65	61,48	44,28

• **Interprétation des résultats**

On remarque des diamètres et des vitesses insuffisantes pour satisfaire la condition d'incendie. C'est pour ça que nos décidant d'alimenté le réseau d'incendie à partir de R3 a fin de de ne pas avoir des perturbations sur le réseau de distribution.

➤ **Par la méthode d'HARDY CROSS**

Tableau 6.5 : Estimation de la consommation de pointe

<i>Tronçon</i>	<i>Nbre habitants</i>	<i>Dotation</i>	<i>Qm (l/sec)</i>	<i>Qp (l/sec)</i>
R - 1	114	150	0,198	0,594
1 - 2	30	150	0,052	0,156

Tableau 6.6 : Estimation des débits de tronçons

<i>Tronçon</i>	<i>Débits de route</i>	<i>Débit Aval</i>	<i>Débit de tronçons</i>	<i>q</i>
R - 1	0,594	5,240	5,833	5,566
1 - 2	0,156	0,000	0,156	0,086

Tableau 6.7 : Calcul des diamètres des conduites (fonctionnement normal du réseau)

<i>Tronçon</i>	<i>L (m)</i>	<i>Débit (l/s)</i>	<i>Dec (mm)</i>	<i>DN(mm)</i>	<i>j (m/ml)</i>	<i>DH (m)</i>	<i>V (m/s)</i>	<i>CTN Amont</i>	<i>CTN Aval</i>	<i>Hamont</i>	<i>Haval</i>	<i>Pamont</i>	<i>Paval</i>
R - 1	229,53	5,833	76,376	120	0,0052	1,37	0,516	495,07	463,72	495,07	493,70	0,00	29,98
1 - 2	59	0,086	9,270	25	0,0044	0,30	0,175	463,72	456,63	493,70	493,41	29,98	36,78

Tableau 6.8 : Vérification de la condition d'incendie

<i>Tronçon</i>	<i>L (m)</i>	<i>Débit (l/s)</i>	<i>Dec(l/s)</i>	<i>DN(l/s)</i>	<i>j (m/ml)</i>	<i>DH (m)</i>	<i>V (m/s)</i>	<i>CTN Amont</i>	<i>CTN Aval</i>	<i>Hamon t</i>	<i>Haval</i>	<i>Pamont t</i>	<i>Paval</i>
R - 1	229,53	17,000	130,384	150	0,1616	42,67	0,962	495,07	463,72	495,07	452,40	0,00	-11,32
1 - 2	59	17,000	130,384	150	0,1616	10,97	0,962	463,72	456,63	452,40	441,44	-11,32	15,19

6.7. La comparaison des résultats entre la méthode linéaire et la méthode d’HARDY CROSS (les pressions) :

<i>Pamont</i>	<i>Paval</i>
0,00	29,88
29,88	34,19

la méthode des débits spécifiques

<i>Pamont</i>	<i>Paval</i>
0,00	29,98
29,98	36,78

la méthode d’HARDY CROSS

Remarque

Les résultats des pressions sont presque les mêmes avec les deux méthodes (Des débits spécifiques et d’HARDY CROSS)

Conclusion

En conclusion, on peut dire que le réseau d'alimentation en eau potable de la zone étudiée fonctionne normalement, la pression de service est assurée aux points les plus défavorables, les vitesses sont acceptables, et pour fournir de l’eau en quantité suffisante et à des pressions appropriées aux besoins. Cependant certains tronçons ont des vitesses faibles, donc nous préconisons des vidanges périodiques pour éviter le colmatage et la sédimentation dans ces conduits

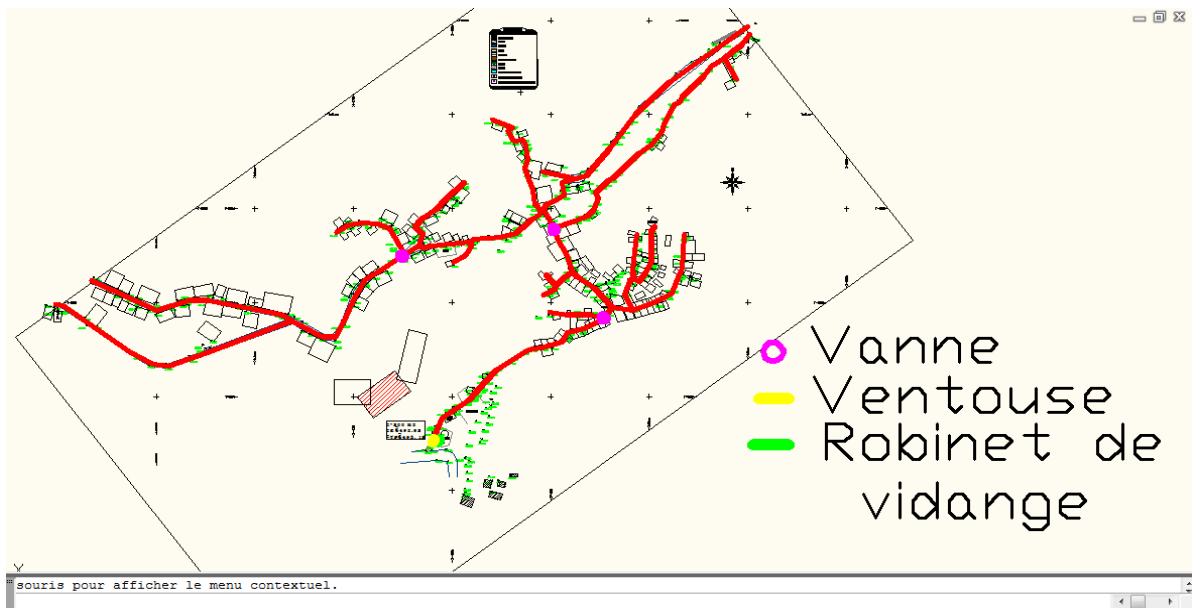


Figure 6.8 : Le réseau de distribution du village AIT ADELLA par autocad

Chapitre 7 : La qualité de l'eau

Introduction

Dans tous les cas, l'eau mise à la disposition du consommateur dans le réseau de distribution, doit être traitée.

Il est nécessaire de traiter l'eau à chaque fois que l'un des paramètres analytiques est supérieur aux normes en vigueur dans le pays considéré. L'OMS (l'Organisation Mondiale de la Santé) établit pour chaque paramètre, des recommandations qui doivent être adoptées dans chaque pays, en fonction de l'état sanitaire et des considérations économiques de ce pays, pour aboutir aux normes réglementaires nationales.

Pour l'Algérie l'eau destinée à la consommation humaine doit répondre aux normes adoptées par l'OMS (Genève 1986).

7.1. Définition d'une eau potable

L'eau est potable lorsqu'elle ne présente aucun danger ou un risque à la santé de ceux qui la consomme, elle ne doit pas contenir en quantité nuisible, ni substances chimiques, ni germes nocifs à la santé (vibrion cholérique, streptocoques fécaux...)

Une eau d'alimentation doit être fraîche de saveur. Elle doit répondre aux normes de potabilité de tous les paramètres qu'ils soient :

- Organoleptique ;
- Physico-chimiques ;
- Bactériologiques.



Figure 7.1 : Eau potable <https://sante.lefigaro.fr/mieux-etre/environnement/eau-potable/definition-generalites>

7.2. Qualité de l'eau

Notre région d'étude est alimentée à partir du captage ALMA LVAACHE et du captage THALA GOUMSADH

D'après le service de la subdivision de l'hydraulique d'IFERHOUNENE, le comité du village de AIT ADELLA, intervient dans la gestion du réseau de distribution et que le service d'hygiène et sécurité de l'APC d'ILLILTEN assure la bonne qualité de l'eau. Cette eau qui vient de ces deux captages doit répondre aux normes. Ces normes définissant une eau de qualité sont variables suivant la législation en vigueur et suivant qu'il s'agisse d'une eau industrielle ou destinée à la consommation. Par conséquent, une analyse physico-chimique et bactériologie est indispensable. Les Résultats des analyses de l'eau brute ont été réalisés au niveau du laboratoire privé qui se situe à TIZI-OUZOU après des échantillon donnée par le service d'hygiène et sécurité de l'APC. Les premiers échantillons ont été prélevés au mois de Mai 2017 (prélèvement Estival) ; les seconds au mois de Février 2018 (prélèvement printanier).



Figure 7.2 : Les analyses de l'eau brute

<https://www.pthorticulture.com/fr/zone-du-savoir/procedures-dechantillonnage-pour-lanalyse-de-leau-et-dune-solution-dengrais/>

7.3. Résultats des analyses de l'eau brute

Les résultats des analyses sont indiqués dans les tableaux ci-après :

Tableau 7.1 : Paramètre physico-chimiques

Paramètres	Unité	Valeurs		Normes
		Résultats du premier prélèvement (05-2017)	Résultats du premier prélèvement (02-2018)	Les normes de l'OMS (admissibles)
Ph	/	8.25	8.59	6.5 à 9.0
Potentiel redox	Mv	/	/	/
Conductivité	µs /cm	240	300	2800
Température	°C	17.80	14.50	/
Turbidité	NTU	0.80	0.70	05
Oxygène dissous	Mg/l	/	/	/
Salinité	‰	/	/	/
CO2 Libre	mg/l	/	/	/
Résidus sec à 105 °C	mg/l	/	599.80	1500
MES à 105 °C	mg/l	/	/	00
TDS	mg/l	/	/	/

Source : APC d'ILLILTEN

Tableau 7.2: Minéralisation globale

Paramètres	Unité	Valeurs		Normes
		Résultats du premier prélèvement (05-2017)	Résultats du premier prélèvement (02-2018)	Les normes de l'OMS (admissibles)
Calcium Ca ⁺⁺	mg/l	53	70	200
Magnésium Mg ⁺²	mg/l	7	10	/
Sodium Na ⁺	mg/l	5.5	12	200
Potassium k ⁺	mg/l	0.54	0.54	12
Chlorures Cl	mg/l	11	12	500
Sulfate SO ₄ ⁻²	mg/l	7	13	400

Carbonate CO_3^{-2}	mg/l	/	/	/
Bicarbonates HCO_3^-	mg/l	160	170	/
Dureté total TH	mg/lcaco ₃	80	72	500
Dureté permanente	mg/lcaco ₃	/	/	/
Titre alcalin TA	mg/lcaco ₃	00	00	/
Titre alcalin TAC	mg/lcaco ₃	159	170	500

Source : APC d'ILLILTEN

Tableau 7.3 : Paramètre de pollution

Paramètres	Unité	Valeurs		Normes
		Résultats du premier prélèvement (05-2017)	Résultats du premier prélèvement (02-2018)	Les normes de l'OMS (admissibles)
Ammonium NH_4^+	mg/l	00	00	0.5
Nitrite NO_2^-		00	00	0.2
Nitrate NO_3^-		1.1	3.9	50
Phosphate PO_4^{3-}		00	00	05
Matière.Org.acide		0.3	0.1	05
Matière.Org.Basique		/		/

Source : APC d'ILLILTEN

Tableau 7.4: Paramètres bactériologiques

Paramètres	Unité	Valeurs		Normes	
		Résultats du premier prélèvement (05-2017)	Résultats du premier prélèvement (02-2018)	Les normes de l'OMS (admissibles)	
Germe totaux	à 22°C	UFC/ml	/	<01	100
	à 37°C	UFC /ml	/	<01	10
Coliformes totaux	UFC /100ml	00/100	00/100	10	
Streptocoques fécaux	UFC /100ml	00/100	00/100	00	
Anaérobies Sulfito-réducteur	S /100ml	/	00	00	
CTT (E-Coli)	UFC /100ml	00/100	00/100	00	

Source : APC d'ILLILTEN

Tableau 7.5 : Eléments Indésirables

Paramètres	Unité	Valeurs		Normes
		Résultats du premier prélèvement (05-2017)	Résultats du premier prélèvement (02-2018)	Les normes de l'OMS (admissibles)
Fer total	mg/l	/	/	
Fer Fe ⁺²		0.05	0.03	0.3
Manganèse Mn ⁺²		00	/	0.05
Fluor		/	/	1.5

Source : APC d'ILLILTEN

7.4. Interprétation des résultats

Pour dire que l'eau est potable et de qualité. Elle doit être dans l'intervalle des valeurs Réglementée par les organismes chargés d'établir les valeurs limites de concentration des Substances toxiques susceptibles de polluer l'eau des consommateurs. Cette réglementation ne concerne que l'eau du robinet.

7.4.1. Les paramètres organoleptiques

L'eau doit être agréable à boire, claire, fraîche et sans odeur. C'est principalement par ces aspects que le consommateur apprécie la qualité d'une l'eau.

7.4.1.1. Couleur

La couleur de l'eau est due à des acides humiques, grosses molécules contenant des cycles aromatiques avec des fonctions hydroxyles ou acides. Ces Molécules correspondent à des fins de dégradation de la matière organique et sont dans la plupart des cas très peu biodégradables.

Il est donc possible d'éliminer la couleur de deux façon :

Par élimination des molécules responsables ou encore par transformation des molécules colorées en molécules incolores.

7.4.1.2. L'odeur et saveur

Une eau destinée à la l'alimentation doit être inodore. En effet, toute odeur est un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décompositions, le sens olfactif peut seul dans une certaine mesure les déceler.

Les échantillons doivent être prélevés dans des récipients en verre hermétique, l'examen consiste à diluer l'eau prélevée jusqu'à ce que le goût, ou l'odeur, initialement présents soit amenés au seuil de perceptibilité insipide et inodore.

7.4.1.3. Gout

Peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives. A l'état naturel, l'eau à une concentration normale de minéralisation offre un goût plus au moins accentué. S'il y a absence ou une faible concentration des sels habituels sa saveur sera douce, c'est le cas des eaux ayant une longue durée de stockage par exemple : eaux des citernes ; un goût saumâtre de l'eau, provient de l'existence de chlorures en abondance et on aura un goût amer si l'eau renferme beaucoup de sels de magnésium.

Tableau 7.6 : Exigences organoleptiques

Paramètres organoleptique	Résultats du premier prélèvement (05-2017)	Résultats du premier prélèvement (02-2018)	Unité	Référence de qualité
Couleur	00	00	Unité p/C	15 mg/l de platine
Gout	/	/	S/p à 25 °c	Acceptable
Odeur	/	/	S/p à 25 °c	Acceptable

Source : APC d'ILLILTEN

D'après les résultats des analyses données par APC d'ILLILTEN l'eau qui alimente le village AIT ADELLA possède un goût agréable avec l'absence d'odeur, l'absence de couleur.

7.4.2. Paramètres physico-chimiques

L'eau ne doit pas contenir d'éléments physico-chimiques indésirables qui entraîneraient des risques sanitaires à court, moyen, et long terme. Il existe des paramètres réglementés et d'autres qui ne le sont pas. Dans le règlement de la qualité d'eau potable, on distingue les paramètres physico-chimiques réglementés suivantes :

7.4.2.1. La température

La température est un critère physique important dans l'appréciation d'une eau. Elle joue un rôle dans :

- ✓ La solubilité des sels qui influe sur la conductivité et le Ph ;
- ✓ La solubilité des gaz : l'augmentation de la température s'accompagne d'une diminution de la concentration de l'oxygène dissous ;
- ✓ Elle favorise le développement des parasites et des algues qui génèrent des toxines et entraînent des goûts et des odeurs désagréables.

La température idéale de l'eau de l'alimentation se situe entre 9°C et 12°C, avec une valeur maximale qui peut aller jusqu'à 25°C.

Dans notre cas, elle est de 17,8°C pour le premier prélèvement (estival) et 14,5°C pour le second (hivernal).

Ces températures répondent à la norme requise pour les eaux de consommation.

7.4.2.2. La turbidité

La turbidité de l'eau est due à la présence des matières en suspension et des matières Colloïdales. Toutes les eaux sont turbides, mais une turbidité très importante provoque un rejet de la part de l'utilisateur.

La turbidité doit être éliminée pour d'autres raisons :

- ✓ Permettre une bonne désinfection de l'eau ;
- ✓ Éliminer tout polluant adsorbé sur les matières en suspension (métaux lourds) ;
- ✓ Éviter tout dépôt dans le réseau de distribution.

La norme s'établit à 5 unités NTU (Normes de l'OMS), les résultats de deux analyses ont une valeur de turbidité qui ne dépasse pas la valeur requise, elles sont de 0,8 et 0,7 NTU donc sont acceptables.

7.4.2.3. Potentiel hydrogène (pH)

Le potentiel hydrogène, plus connu sous le nom de PH permet de mesurer l'acidité . Le ph de l'eau pure à 25°C, qui est égale à 7 et le PH des eaux naturelles est compris entre 5,5 et 10. Le PH d'une solution est le logarithme décimal de l'inverse de sa concentration en ions hydrogènes. La réglementation de l'OMS considère comme acceptable, les valeurs du PH comprises entre 6,5 et 9.

Pour notre région d'étude, on distingue une eau alcaline de PH, répondant au norme de potabilité.

Le PH varie de 8,25 en hiver et 8,59 en été.

7.4.2.4. La conductivité

La conductivité d'une eau est généralement mesurée en micro-Siemens par cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$). C'est la capacité d'une solution à transmettre le degré de minéralisation d'une eau. La conductivité électrique d'une eau est un principe simple. Plus une eau est dite pure plus son taux de conductivité sera bas. Une eau douce assure généralement une conductivité basse et bien au contraire une eau dite dure affichera une conductivité élevée. L'eau pure est donc en réalité un isolant.

Le tableau suivant indique quelque indicateur sur la relation existante entre la minéralisation et la conductivité :

Tableau 7.7: Appréciation de la minéralisation à partir de la conductivité

C : conductivité ($\mu\text{s} / \text{cm}$)	Minéralisation
C < 100	Très faible
100 < C < 200	Faible
200 < C < 333	Moyenne
333 < C < 666	Moyenne accentuée
666 < C < 1000	Importante
C < 1000	Excessive

Source : APC d'ILLILTEN

Les valeurs de la conductivité des eaux analysées et enregistrées dans le premier prélèvement : 240 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour les eaux hivernales et 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour les eaux estivales pour la source. La minéralisation de l'eau est moyenne

7.4.2.5. Oxygène dissous (O₂)

L'oxygène représente environ 35% des gaz dissous dans l'eau. Elle est fonction de la température de l'eau, de l'air, de la pression atmosphérique et de la salinité de l'eau. Les résultats sont exprimés en teneur en oxygène dissous (mg/l).

Dans le cas de l'eau de consommation, bien qu'un taux élevé d'oxygène dissous contribue à un meilleur goût, on essaye de maintenir ce niveau à un taux bas pour éviter la corrosion des canalisations.

Dans notre cas les analyses de l'oxygène dissous n'ont pas été effectuées.

7.4.2.6. TDS (Taux de sels dissouts)

Le TDS signifie le taux de sels dissoutes et représente la concentration totale des substances dissoutes dans l'eau. Le TDS est composé de sels inorganiques et de quelques matières organiques, reflète la concentration d'une eau en sels solubles par le biais de son pouvoir électrolytique.

Une haute concentration de TDS n'est pas dangereuse pour la santé.

Dans une étude réalisée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), un jury de dégustateurs est venu à la conclusion sur la quantité de TDS préférable dans l'eau. Les fortes quantités de peuvent aussi tacher les appareils ménagers, corroder les tuyaux et avoir un goût métallique. L'eau calcaireuse dégrade les filtres à eau plus rapidement ceci est due à la quantité de minéraux dans l'eau. Ces mêmes minéraux qui peuvent causer des problèmes lorsqu'ils se développent dans les tuyaux et les installations.

Dans nos analyses les résultats sont dans les normes admissibles d'OMS.

7.4.3. Paramètres de pollution

Toutes les formes d'azote (nitrite, ammoniacale et organique) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par processus d'oxydation biologique. Ce sont des produits naturels, utiles à la vie aquatique mais dangereux parfois s'ils sont en excès. (Nutriments organiques provoquant une sorte « d'indigestion ») et des produits directement nocifs (toxicité) ou au-delà d'une certaine quantité (produit chimiques...).

L'eau « lave tout », évacue tout... il peut donc se trouver dans l'eau une grande quantité de produit et donc de polluants : composants naturels issus du bassin versant et entraînés par les eaux (sels minéraux provenant des roches, matières organiques de la décomposition des

organismes vivants...) mais aussi des pollutions induites par des rejets en excès de matières organiques ou de produits chimiques provenant des activités humaines (agriculture, industrie, agglomérations).

Il existe des dizaines de milliers de polluants potentiels et leur nombre augmente constamment puisqu'on invente chaque jour de nouvelles molécules est parmi ces paramètres :

7.4.3.1. L'Ammonium (NH₄⁺)

L'azote ammoniacal est relativement fréquent dans les eaux et traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique. Il peut aussi être apporté par certains engrais utilisés en agriculture ou les eaux usées.

Sa teneur dans les eaux de surface est faible et il se transforme assez rapidement en nitrates et nitrites. Il n'est pas nocif mais peut engendrer divers inconvénients comme des troubles intestinaux.

Ce paramètre peut être l'indice d'une contamination fécale. S'il est démontré que l'ammonium a une origine naturelle, la valeur à respecter est de 0.5 mg/l pour les eaux souterraines.

Dans notre cas les résultats des prélèvements de l'Ammonium sont de 00 mg/l donc elles répondent aux normes requises.

7.4.3.2. Nitrites (NO₂⁻)

La présence de nitrites est d'origine industrielle (traitement de surface, chimie, colorants). Une eau contenant des nitrites est suspecte car cette présence est souvent liée à une détérioration de la qualité microbiologique. Les nitrites peuvent se former à partir d'une réduction des nitrates ou à partir d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque.

Les nitrites sont dangereux pour la santé car ils peuvent provoquer une réduction de l'hémoglobine du sang (qui est alors incapable de transporter l'oxygène) notamment chez les jeunes enfants. Ce symptôme se nomme la méthémoglobinémie ou cyanose du nourrisson.

Donc le taux doit toujours être de 00 mg/l.

Les précautions d'usage fixées par l'O.M. S sont les suivantes :

- Au-delà de 50 mg/l : eau déconseillée aux nourrissons et aux femmes enceintes.
- Au-delà de 100 mg/l : eau déconseillée pour toutes les catégories de population.

Dans notre cas les résultats des prélèvements de l'ammonium sont de 00 mg/l donc elles répondent aux normes requises.

7.4.3.3. Nitrates (NO⁻³)

Les nitrates se trouvent naturellement en concentration faible dans les eaux. Mais ils peuvent aussi avoir une origine artificielle due à leur utilisation en tant que fertilisants pour les cultures (engrais minéraux et organiques, déjections animales...). Les excès non absorbés par les plantes sont lessivés par les pluies et rejoignent les eaux souterraines et les eaux superficielles. Ils peuvent également être apportés par les aliments : certains légumes sont en effet très concentrés (betteraves, radis, courgettes, épinards...). Ils ne sont pas dangereux pour la santé mais c'est leur transformation en nitrites dans l'appareil digestif qui est problématique.

Dans notre cas les échantillons analysés ne révèlent pas la présence des nitrates.

7.4.3.4. Phosphore (PO³⁻⁴)

C'est la forme organique très présente dans les organismes vivants et les plantes ainsi que dans les sédiments. Cette forme ne peut pas être directement utilisée par les algues, mais le phosphore peut à nouveau se transformer en phosphate dans de mauvaises conditions (manque d'oxygène, changement brusque de PH...). Un taux proche de zéro est idéal car les algues se développent dès 0.3 mg/l de phosphore dans l'eau.

Les échantillons analysés ne révèlent pas la présence du phosphore.

7.4.4. Minéralisation globale

Les cations et les anions sont les deux éléments majeurs qui reflètent l'analyse chimique des eaux par leur concentration en sels solubles. Cette concentration est généralement d'autant plus forte que l'eau a circulé plus profondément dans le sol.

Les éléments principaux sont :

- Cation : Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺⁺, K⁺⁺, ...etc.
- Anion : Cl⁻, SO⁴⁻⁻, Hco³⁻, ...etc.

7.4.4.1. Les cations

A) Sodium (Na⁺)

Sodium abondant naturellement (croûte terrestre, eaux), ce métal se trouve toujours associé à d'autres éléments chimiques. Sous forme de sels de sodium, il est très employé en cuisine, pour

le salage des routes et dans de nombreuses industries. Une des sources possibles peut être les traitements d'adoucissement par échange d'ions (osmose inverse, distillation).

Dans notre cas les teneurs en sodium sont : 12 mg /l pour le prélèvement hivernal et de 5.5 mg/l pour le prélèvement estival, pour la source Thala goumsadh.

Les valeurs obtenues donc elles répondent à la norme requise.

B) Potassium (K⁺)

Le potassium est l'élément clé de la concentration musculaire. Les besoins journaliers sont assez faibles et généralement couverts par une alimentation équilibrée. La concentration de potassium est assez faible dans la plupart des eaux. Ce minéral joue un rôle-clé dans la concentration des muscles et du cœur, mais aussi dans la transmission de l'influx nerveux. Il intervient dans le fonctionnement neuro musculaire et combat les crampes. Le potassium participe également au bon fonctionnement des reins, et des glandes surrénales qui régulent le stress et la production d'énergie.

L'OMS provient des normes limites de 12 mg/l, donc les valeurs trouvées sont très loin de la valeur maximale admissible.

C) Le calcium Ca²⁺

Le calcium est un constituant de l'os et joue aussi un rôle dans la concentration musculaire. Les besoins en calcium sont donc importants pendant la croissance, chez l'enfant et l'adolescent, mais aussi chez les femmes enceintes et qui allaitent, ainsi que chez les personnes âgées dont les os sont fragilisés. Une eau enrichie en calcium contribue à prévenir l'ostéoporose.

Pourtant, quand l'eau est dite « dure », les ions calcium dissous dans l'eau peuvent former des dépôts dans les canalisations.

Les eaux qui dépassent 200 milligrammes par litre de calcium présentent de sérieuses difficultés. La teneur admissible est d'environ 200 mg /l.

Dans notre cas les teneurs en calcium sont 98,60 Mg /l pour le prélèvement hivernal et de 125,05 mg/l pour le prélèvement estival, pour la source Thala goumsadh .

D) Le Magnésium (Mg⁺⁺)

Le magnésium joue un rôle essentiel dans la transmission des messages nerveux entre les neurones et dans la relaxation musculaire. Le magnésium peut également être utilisé pour lutter contre la fatigue, la dépression et les angoisses, pour réduire les crampes et les spasmes

musculaires ou pour traiter la constipation. Il peut être responsable de la formation de dépôt dans les canalisations (eau « dure »).

Selon l'OMS, la concentration maximum admissible pour le magnésium est de 50 mg/l. De fortes concentrations provoquent des troubles gastro-intestinaux et peuvent donner un goût désagréable à l'eau.

Dans notre cas les teneurs en magnésium sont :

10 mg/l pour le prélèvement hivernal et de 7 mg/l pour le prélèvement estival, pour la source Thala goumsadh .

7.4.4.2. Les anions

A) Les Chlorures (Cl⁻)

Ce sont des paramètres caractéristiques dus à la désinfection au chlore de l'eau dans l'objectif est d'éliminer tous les micro-organismes pathogènes. La teneur en chlorures ne doit pas dépasser 500 mg/l pour une eau potable. Avec le sodium et le potassium, il participe à la bonne répartition de l'eau dans le corps et contribue à équilibrer le pH dans l'organisme.

Il participe aussi à la formation de l'acide chlorhydrique déversé dans l'estomac. Enfin, il contribue au transport du CO₂ dans le sang.

Dans notre cas les teneurs en chlorures sont :

179.1 mg/l pour le prélèvement hivernal et de 159.7 mg/l pour le prélèvement estival, pour la source Thala goumsadh.

B) Les sulfates (SO₄²⁻)

Les sulfates présents naturellement dans les eaux (concentration inférieure à 1 g/l) peuvent se lier avec de nombreux cations (calcium, magnésium, sodium,).

L'origine de ces sulfates peut également être humaine : pollution d'industries papetières, textiles, minières ou traitement pour la potabilisation de l'eau (sulfates d'aluminium et de fer utilisés pour la floculation).

Selon l'OMS, la concentration maximum admissible pour les sulfates est de 400 mg/l. De fortes concentrations provoquent des troubles gastro-intestinaux et peuvent donner un goût désagréable à l'eau.

Dans notre cas les teneurs en sulfates sont :

7 mg/l pour le prélèvement hivernal et de 13 mg/l pour le prélèvement estival, pour la source Thala goumsadh .

Les valeurs observées des échantillons sont très loin de la valeur maximale admissible.

C) Les bicarbonates et les carbonates (HCO_3^-) (CO_3^{2-}) :

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence d'hydrogencarbonates ou bicarbonates (HCO_3^-), de carbonates (CO_3^{2-}) d'ions hydroxydes (HO^-) et d'une façon plus limitée, aux ions silicates (HSiO_3^-) ou encore aux espèces moléculaires des acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité, exprimée en HCO_3^- , varie de 10 à 350 mg/l.

D'un point de vue minéralogique, les bicarbonates prédominent dans la composition de la plupart des eaux de surfaces. C'est la mesure du pH qui permet de déterminer la présence de ces éléments.

Les bicarbonates sont trouvés en général entre 6.4 et 10.3 alors que les carbonates sont trouvés au-delà et en dessous de 6.4 ; les bicarbonates et les carbonates sont remplacées par des CO_2 libre.

Les valeurs obtenues, répondent aux normes requises.

7.4.4.3. La dureté

La dureté de l'eau est due principalement à la présence de sels de calcium et de magnésium. Pour une eau idéale, la dureté est comprise entre 15 et 25 °f. On distingue :

A) La dureté totale (TH)

Les principales sources naturelles de la dureté de l'eau sont les roches sédimentaires ainsi que l'infiltration dans le sol et le ruissellement.

La dureté totale de l'eau est la mesure du calcium et du magnésium contenu dans l'eau. Ces deux éléments combinés forment du carbonate de calcium. Notre corps a besoin de calcium (Ca^{2+}) et de magnésium (Mg^{2+}). Dans certains pays, des niveaux minimums de calcium sont conseillés (le taux minimal de calcium est de 20 mg/l). Le principal problème d'un niveau de dureté totale élevé est que des dépôts peuvent se former dans la tuyauterie et les rendre moins efficaces. Si l'eau est trop dure, implique la formation de calcaire dans les conduites d'eau, cela peut également provoquer une diminution de l'efficacité des savons et détergents, et affecter le goût de l'eau.

Les normes qui concernent la dureté des eaux visent surtout à limiter les inconvénients pour les usages domestiques. Les eaux qui dépassent 200 milligrammes par litre de calcium présentent de sérieuses difficultés. La teneur admissible est d'environ 75 mg/l.

C) La dureté permanente

Ou non carbonaté correspond à la dureté qui persiste après ébullition de l'eau, elle représente la teneur en sulfate et chlorure de calcium et magnésium.

Ces ions varient en fonction du pH. La connaissance de ces valeurs est essentielle pour connaître le caractère agressif d'une eau.

7.4.5. Les paramètres bactériologiques

L'eau ne doit pas contenir de germes pathogènes qui provoqueraient des maladies chez les consommateurs. C'est la qualité la plus importante de la potabilité d'une eau.

L'analyse bactériologique a porté sur les germes totaux, les bactéries revivifiables à 22°C et à 37°C, les coliformes totaux, les colibacilles et les streptocoques fécaux et les bactéries anaérobies sulfite-réductrices, les résultats obtenus sont :

A) Les bactéries revivifiables à 22°C et à 37°C

Les bactéries revivifiables sont des bactéries aérobies, c'est-à-dire qu'elles ont besoin d'oxygène pour se développer, telles que les moisissures et les levures.

La recherche des micro-organismes aérobies non pathogènes dits « revivifiables » permet de dénombrer les bactéries se développant dans des conditions habituelles de culture et représentant la teneur moyenne en bactéries d'une ressource naturelle.

Ces gammes n'ont pas d'effets directs sur la santé mais sont des indicateurs qui révèlent la présence possible d'une contamination bactériologique.

B) Germes totaux à 37°C

Dans notre cas les teneurs en Germes totaux à 22°C et 37°C sont :

00 UFC/ml pour le prélèvement estival et de < 01 UFC/m pour le prélèvement estival, pour la source Thala goumsadh .

Les fiches d'analyses des échantillons indiquent des résultats qui ne dépassent pas les normes admissibles.

C) Les coliformes totaux

Les bactéries coliformes existent dans les matières fécales que l'on trouve habituellement dans les intestins des êtres vivants mais peuvent également se développer dans certains milieux naturels (sol, végétation). L'absence de coliformes totaux ne signifie pas nécessairement que l'eau est potable, celle-ci peut tout de même présenter un risque pathogène.

Dans notre cas les coliformes totaux sont :

00/100 ml pour le prélèvement hivernal et de 00/100 ml pour le prélèvement estival, pour la source Thala goumsadh .

Les fiches d'analyses d'échantillons la source indiquent des résultats qui ne dépassent pas les normes admissibles.

D) Les bactéries anaérobies sulfito-réductrices

Ce sont des formes résistantes d'organismes anaérobies (qui n'ont pas besoin d'oxygène pour survivre), dont les plus fréquentes et les plus faciles à mettre en évidence sont les Clostridies. Elles sont normalement présentes dans les sols, rivières et dans les systèmes digestifs des animaux ainsi que dans les matières fécales, mais en plus petites quantités que les *Escherichia coli*.

Leur absence dans une nappe souterraine ou une nappe alluviale est un signe d'efficacité de la filtration naturelle.

Les clostridium sulfito-réducteurs sont des Germes capables de se reproduire et de se maintenir très longtemps dans l'eau sous une forme végétative, leur présence dans l'eau, en l'absence de germes fécaux, peut être interprétée comme un défaut de protection de la nappe contre la présence d'une flore bactérienne étrangère,

Du fait de leur similitude de comportement avec les parasites, les spores continuent un bon indicateur pour ces micro-organismes. En outre, ces formes résistent à la chloration.

Dans notre cas les teneurs en bactéries anaérobies sulfito-réductrices sont :

00 (S/100 ml) pour le prélèvement hivernal et de 00 (S/100) pour le prélèvement estival, pour la source Thala goumsadh .

Les valeurs obtenues répondent aux normes requise.

E) CTT (*E. coli*)

E. coli sont des bactéries qui font partie du groupe des coliformes totaux et qui constituent les seuls membres de ce groupe que l'on trouve majoritairement dans les matières fécales des

humains et des animaux. Leur présence dans l'eau indique non seulement une contamination récente par des matières fécales, mais aussi la présence possible de bactéries, virus et protozoaires potentiellement pathogènes.

Dans notre cas les teneurs en bactéries E. coli sont :

00 /100 ml pour le prélèvement hivernal et de 00/100 ml pour le prélèvement estival, pour la Source Thala goumsadh .

F) Streptocoques fécaux

D'après la fiche d'analyse, on remarque les teneurs en bactéries Streptocoques fécaux sont :

00 /100 ml pour le prélèvement hivernal et de 00/ 100 ml pour le prélèvement estival, pour la Source Thala goumsadh

Les fiches d'analyses des échantillons montrent l'absence de Streptocoques fécaux dans le prélèvement estival et hivernal de la source.

Conclusion

Les minéraux sont des éléments importants de l'eau potable et ont un impact sur la santé direct et indirect. L'évidence suffisante est maintenant disponible pour confirmer qu'une certaine quantité minimale de minéraux dans l'eau est désirable, puisque leur déficience a beaucoup d'effets négatifs sur la santé : maladies et agression possibles d'éléments toxiques et de bactéries.

La qualité de l'eau qui alimente le village AIT ADELLA varie selon les saisons.

Cette variation est due à l'augmentation ou à diminution du volume d'eau en été et en hiver ainsi selon les activités domestiques des habitants.

Selon les résultats de l'analyse physico-chimique et bactériologique des deux prélèvements, on peut conclure que :

D'une manière générale, l'eau qui alimente le village AIT ADELLA est de bonnes qualités physico-chimiques. Les paramètres analysés répondent aux normes requises pour les eaux brutes.

Du point de vue bactériologique, l'eau qui alimente le village AIT ADELLA est classée de bonne qualité

Depuis 2018, le service d'hygiène et sécurité de l'APC fait juste des tests chlore pour contrôler la qualité de l'eau vu que les précédents prélèvements indiquent que cette eau est potable sans danger.

Conclusion Générale

Notre étude est basée sur la réhabilitation du réseau d'alimentation en eau potable du village AIT ADELLA, située à 70 km au sud-est du chef –lieu de la wilaya de TIZI-OUZOU.

Présentement, les besoins du village AIT ADELLA sont assurés par les captages (Alma Ivaache ,Thala goumsadh), Cette étude d'approvisionnement en eau potable est faite pour l'**horizon 2052**, dont la population du village atteindra **1120habitants** en se basant sur un taux d'accroissement annuel **0.87%** .Les besoins en eau de notre zone sont estimés à **314.49m³/j** soit **Q_{max,j} =3.64 l/s**. le calcul d'adduction a permis de dimensionner le réservoir de distribution dont le volume s'élève à (**500m³**),pour satisfaire les besoins du village à l'horizon 2052.

Pour le réseau de l'adduction nous avons adopté après calcul pour des conduites en acier noir de diamètre 100 mm et de 80mm

Concernant le réseau de distribution, celui-ci est effectué avec Excel par la méthode des débits spécifiques. Ainsi Nous avons remédié au changement des anciennes conduites par des conduites neuves en PEHD puis nous avons déterminé les diamètres des différents tronçons de telle sorte à obtenir une vitesse comprise entre [0,5 m/s ; 1,5 m/s] ; nous avons tout de même remarqué des vitesses faibles sur certains tronçons et des pressions qui ne dépasse pas la pression admissible fixée par le cahier des charges soit 10 bars. Comme recommandation nous préconisons des vidanges périodiques afin d'éviter le colmatage et la sédimentation dans ces conduites.

Enfin un contrôle sur la qualité d'eau a bien confirmé la potabilité de cette eau et son utilisation pour l'usage domestique.

Références bibliographiques

Moussa M.,2002 Polycopie d'alimentation eau potable, école nationale d'ingénieur de Tunis.

Djama aldjia et **Tamache Farida**,2016 Alimentation en eau potable des communes côtières de la wilaya de Tizi Ouzou à partir de la station de dessalement de Thamda Ougmoun, mémoire de master, département génie civil UMMTO.

Sadi Achour et **Habichi Radhia** ,2016contribution au renforcement de l'aep du village Ighil Imoula à partir du piquage sur la conduite koudiat asserdoune, mémoire de master, département génie civil UMMTO.

Amrani Cilia,2021Etude de la qualité de l'eau du barrage Taksebt, mémoire de master, département biologie UMMTO.

Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme de la commune de ILLILTEN 2015

GUIDE TECHNIQUE DE VEOLIA ENVIRONNEMENT 2009

Office national des statistiques 2008

DHW de TIZI-OUZOU

Bureau d'Ingénierie Et d'Etudes Techniques MENHOUK de Tizi Rached (Levé topographique Et le rapport du village AIT ADELLA)

Webographie.

<https://fr-fr.topographic-map.com/maps/6tbt/Tizi-Ouzou/>

<https://fr.weatherspark.com/v/50139/M%C3%A9t%C3%A9o-moyenne-%C3%A0-%E2%80%99A%C3%AFn-el-Hammam-Alg%C3%A9rie-tout-au-long-de-l'ann%C3%A9e#Sections-Source>

<https://sante.lefigaro.fr/mieux-etre/environnement/eau-potable/definition-generalites>

<https://www.pthorticulture.com/fr/zone-du-savoir/procedures-dechantillonnage-pour-lanalyse-de-leau-et-dune-solution-dengrais/>