

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté du Génie de la Construction
Département d'hydraulique



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme Master en Hydraulique

Option : Ouvrages Hydrauliques

Thème

**Etude de la distribution en eau potable du
Village HOURA commune de
BOUZEGUENE**

Réalisé par :

- ❖ M^{elle} ACHOUI Lyliya
- ❖ M^r TOUBDJI Abderazak

Dirigé par :

- M^r H. DEHMOUS

Devant le jury :

M ^r . ZAMOUM Said	MAB	President	UMMTO
M ^r . DEHMOUS Hocine	MAA	Promoteur	UMMTO
M ^r . HAMANI Sofiane	MAA	Examineur	UMMTO

Soutenue le : 05-11-2023

REMERCIEMENT

AVANT TOUT, NOUS TENONS À REMERCIER MR H. DAHMOUS POUR NOUS AVOIR ENCADRER, GUIDER ET ACCOMPAGNER TOUT AU LONG DE CE TRAVAIL ET POUR SES CONSEILS.

NOUS TÉMOIGNONS NOTRE RECONNAISSANCE AUSSI À TOUS LES ENSEIGNANTS DU DÉPARTEMENT D'HYDRAULIQUE QUI ONT ÉTÉ DES GUIDES À NOTRE PARCOURS ACADÉMIQUE.

NOUS REMERCIONS ÉGALEMENT L'INGÉNIEUR MR A. MOUSSAOUI DE NOUS AVOIR PROPOSÉ CE THÈME, ET POUR SON AIDE AU SEIN DE LA SUBDIVISION D'HYDRAULIQUE DE BOUZEGUENE ; AINSI QUE TOUT LE PERSONNEL DE L'APC, ET LE BUREAU D'ÉTUDE DE MR.IDIR QUI A ÉTUDIÉ CE PROJET ET FOURNI LES DONNÉES NÉCESSAIRES.

NOUS REMERCIONS EN PARTICULIER MR R. LOUNES INGÉNIEUR EN SUBDIVISION HYDRAULIQUE À D.E.M.

NOS REMERCIEMENTS VONT AUSSI AUX MEMBRES DE JURY.



Dédicaces



Je dédie ce modeste travail à :

Ma chère mère et mon cher père

Votre amour, votre soutien et vos encouragements ont été les fondations sur lesquelles j'ai réalisé ce mémoire. Votre foi en moi m'a inspiré à persévérer, et je ne pourrais être plus reconnaissant pour tout ce que vous avez fait pour moi. Ce modeste travail est dédié à vous, en signe de ma profonde gratitude et de mon amour éternel.

Ce mémoire est plus qu'une simple compilation de mots et de recherches. C'est le reflet de vos sacrifices, de votre amour indéfectible. Vous avez été mes guides, mes piliers et mes plus grands supports tout au long de ce voyage académique. Vos encouragements constants ont été ma source d'inspiration et ma motivation.

Sans oublié ma chère grand-mère qui est ma source de volonté et du courage que Dieu la garde pour nous.

A mes chers frères, Samir, Rabah, Ali, Mahdi et ma chère sœur Sadia et à toute la famille Toubdji, ainsi qu'à la plus belle petite fille au monde, Dahbia Selmani. Je suis reconnaissant d'avoir une famille aussi formidable et de pouvoir compter sur votre soutien indéfectible. Sans vous cette réussite n'aurait pas été possible. Merci du fond du cœur pour tout ce que vous avez fait pour moi.

Je tiens également à exprimer ma profonde reconnaissance envers mon binôme Lyliya, qui a partagé avec moi les hauts et les bas de ce chemin académique.

En particulier je souhaite dédier ce travail à ma chère Ouardia qui a été toujours à mes côtés dans le bien et dans le mal. Ta présence inébranlable a été une lumière dans les moments les plus sombre de ce voyage.

A mes chers amis Ghilas, Rabah, Ouahab, Abdenour, Chafaa et Yasmine, votre amitié précieuse et votre soutien ont été des piliers essentiels tout au long de ce parcours. Merci d'avoir partagé cette expérience avec moi.

Avec tout mon amour et ma reconnaissance.

Abderazak

DÉDICACES

J'AI L'HONNEUR DE DÉDIER CE MODESTE TRAVAIL

Maman, tu es la personne la plus aimante et attentionnée que je connaisse. Tu m'as appris à être bienveillante envers les autres et à toujours poursuivre mes rêves. Ton amour inconditionnel m'a donné la confiance nécessaire pour affronter les défis de la vie. Je te suis profondément reconnaissante pour tout ce que tu as fait et continues de faire pour moi. Tous ces mots ne suffisent pas pour décrire mes sentiments envers toi.

Papa, tu es mon héros, mon modèle. Ta sagesse, ta persévérance et la bienveillance m'inspirent chaque jour. Tu m'as appris la valeur du travail acharné, de l'intégrité et de la compassion envers les autres. Tu es ma main droite dans laquelle je tire ma force, tu es mon idéal dans la vie.

Mes grands-parents. Que Dieu prolonge leur vie. Et ma tante Nadia, A mes chères sœurs Massalia, Warda, Zahra. A mes chers frères Abed El Rahim, Khaled, et mon beau-frère Rachid. A tous la famille Achoui.

A mon binôme Abderazak, pour son soutien, sa patience tout au long de ce travail.

A mes amies, Ghada, Radia, Imane, Yamina, Karima, Hocine, Matouk, Abbes, Chfaa, Ghilas, Abdenour, Sadek.

Lylia

SOMMAIRE

Liste des figures.

Listes des tableaux.

Listes des symboles.

Introduction générale.

Chapitre I

Présentation de la zone d'étude.

INTRODUCTION	1
I.1 Situation géographique	1
I.1.1 Situation géographique à l'échelle communale.....	1
I.1.2 Situation de la zone d'étude	2
I.2 Situation topographique	3
I.3 Situation climatologique	3
I.3.1 Les températures.....	4
I.3.2 La pluviométrie.....	5
I.4 Le diagramme climatique.....	6
I.5 Ressources disponibles.....	7
I.6 Localisation des reservoirs du village houra.....	8
CONCLUSION	9

Chapitre II

Estimations des besoins en eau.

INTRODUCTION	10
II.1 Population actuelle	10
II.2 Projection demographique.....	10
II.3 Estimation des besoins en eau de la population	11
II.3.1 Le débit moyen journalier	11

SOMMAIRE

II.3.2	Variation de la consommation.....	13
II.3.3	Débit maximal journalier	13
II.3.4	Débit minimal journalier	13
II.3.5	Débit maximal horaire.....	15
CONCLUSION	.....	17

Chapitre III

Dimensionnement des réservoirs.

INTRODUCTION	.....	18
III.1	Role du reservoir et implantation.....	18
III.2	Classification des reservoirs	19
III.2.1	Selon la position du réservoir par rapport au sol.....	19
III.2.2	La nature des matériaux	19
III.2.3	La topographie de l'emplacement du réservoir.....	19
III.2.4	Selon l'usage.....	20
III.2.5	Selon Le mode de fermeture	20
III.2.6	Selon la forme de la cuve	20
III.3	Choix du type du reservoir	20
III.4	Exigences techniques a satisfaire dans la construction d'un reservoir	21
III.5	Equipements hydrauliques des reservoirs.....	21
III.5.1	Conduite d'adduction (arrivée de l'adduction)	21
III.5.2	Conduit de distribution (départ de la distribution).....	22
III.5.3	Conduit de vidange	22
III.5.4	Conduite de trop-plein	23
III.5.5	Conduite de by-pass.....	24
III.6	Systeme materialisation de la reserve d'incendie.....	24
III.7	Amenagement divers	25

SOMMAIRE

III.8	Etancheite des reservoirs en beton arme destines a l'eau pour la consommation humaine.....	25
III.9	Estimation de capacite de stockage	26
III.9.1	Méthode graphique	26
III.9.2	Méthode analytique.....	27
III.10	Détermination des caractéristiques géométriques pour un pré- dimensionnement d'un réservoir circulaire en béton arme (réseau 2 = 300 m ³).....	27
III.11	Etat des lieux de la capacite de stockage au village houra.....	28
III.12	Localisation des reservoirs du village houra	29
CONCLUSION	.....	20

Chapitre IV

Etude de la distribution.

INTRODUCTION	.....	32
IV.1	Types des reseaux de distribution	33
IV.1.1	Le réseau maillé	33
IV.1.2	Les avantages d'un réseau maillé en AEP	33
IV.1.3	Réseau ramifié	34
IV.1.3.1	Les avantages d'un réseau ramifié en AEP	35
IV.1.3.2	Principaux inconvénients	35
IV.1.4	Réseau mixte.....	35
IV.1.5	Le principale avantage d'un réseau mixte en AEP	36
IV.2	Modelisation et simulation du reseau	36
IV.3	Histoire d'epanet.....	36
IV.3.1	Définition d'EPANET	37
IV.3.2	Capacités pour la modélisation hydraulique	38
IV.3.3	Capacités pour la modélisation de la qualité de l'eau.....	38
IV.3.4	Les étapes de l'utilisation d'EPANET	39

SOMMAIRE

IV.3.5	Présentations de la barre d'outils	40
IV.4	Structure des reseaux	43
IV.5	Conception d'un reseau de distribution	43
IV.5.1	Principe de tracé d'un réseau de distribution.....	43
IV.5.2	Dimensionnement d'un réseau d'eau (gravitaire).....	43
IV.5.3	Description du réseau de distribution	44
IV.5.4	Calcul hydraulique du réseau de distribution	44
IV.6	Estimation des differents debits de route et nodaux (reseau 2).....	44
IV.7	Calcul des debits	46
IV.7.1	Débit de route.....	46
IV.7.2	Débit au nœud.....	46
IV.8	Visualisation des objets	49
IV.9	Parametre de calcul.....	52
IV.10	Calcul du reseau.....	54
IV.10.1	Pour les tuyaux.....	54
IV.10.2	Pour les nœuds	55
IV.11	Discussions des resultats.....	60
IV.12	Estimation des besoins de stockage de la zone d'etude	60
IV.13	Les devis estimatifs et quantitatifs.....	61
IV.14	Discussions des resultats.....	61
CONCLUSION	.....	67

SOMMAIRE

Chapitre V

Pièces spéciales et robinetteries.

INTRODUCTION	68
V.1 Canalisation	68
V.1.1 Canalisation en fonte ductile	68
V.1.2 Canalisation en acier	69
V.1.3 Canalisation en PVC	69
V.1.4 Canalisation en PEHD	70
V.2 Presentation des canalisations en pehd	71
V.3 Processus d'obtention du polyethylene	72
V.4 Specifications techniques	72
V.5 Notion de la resistance minimum requise mrs	72
V.6 Notion de sdr (rapport dimensionnel standardise)	73
V.7 Correspondance entre sdr, mrs (pe) et pn	73
V.8 Dimensionnement des epaisseurs des tubes en pe	73
V.9 Types d'assemblage des canalisations en pehd	74
V.9.1 Assemblage par électro soudage	74
V.9.2 Assemblage par soudage bout à bout	75
V.9.3 Assemblage mécanique	77
V.10 Robinetterie	77
V.10.1 Bride à emboitement	77
V.10.2 Vanne régulateur de pression	78
V.10.3 Vanne de sectionnement	79
V.10.4 Robinets-vannes	79
V.10.5 Réducteur de pression	80
V.10.6 Les ventouses	81

SOMMAIRE

V.10.7	Le clapet anti-retour	81
V.10.7.1	But du clapet anti-retour	82
V.10.7.2	Types des clapets anti-retours	82
V.10.8	Joint de démontage	82
V.11	Les compteurs	84
V.12	Pieces speciales de raccordement.....	85
V.12.1	Les Tés	85
V.12.2	Les coudes.....	85
V.12.3	Les Manchons	86
CONCLUSION	.....	87

LISTE DES FIGURES

Chapitre I

Présentation de la zone d'étude.

Figure I.1 : Situation géo-administrative de la commune de Bouzeguene wilaya de T-O.	1
Figure I.2 : Localisation géographique de la zone d'étude.	2
Figure I.3 : Différentes altitudes de village HOURA.....	3
Figure I.4 : Courbes des températures moyennes enregistrée durant la période 2015-2021.	4
Figure I.5 : Précipitations moyennes mensuelles durant la période (2015-2021).	5
Figure I.6 : Diagramme Ombre-thermique de Gausсен.	7
Figure I.7 : Localisation des différents réservoirs au niveau du village HOURA.....	8

Chapitre II

Estimation des besoins en eau.

Figure II.1 : Histogramme de l'évolution de la population durant la période 1998-2053.	12
Figure II.2 : Histogramme de l'évolution de la consommation journalière.....	14

Chapitre III

Dimensionnement des réservoirs

Figure III.1 : Emplacement du réservoir en altitude.	19
Figure III.2 : conduite d'adduction.	22
Figure III.3 : conduite de distribution.	22
Figure III.4 : Conduite de vidange.	23
Figure III.5 : conduite de trop-plein.	24
Figure III.6 : Conduite de by-pass.	24
Figure III.7 : Matérialisation de la réserve d'incendie.....	25
Figure III.8 : Capacité du réservoir.....	27

LISTE DES FIGURES

Figure III.9 : Réservoir 300 M3 HOURA Centre du village.	29
Figure III.10 : Réservoir 100 M3 HOURA forêt.	30
Figure III.11 : Réservoir 300 M3 HOURA stade.....	30

Chapitre IV

Etude de la distribution.

Figure IV.1 : Schéma d'un réseau maillé.	34
Figure IV.2 : Schéma d'un réseau ramifié.	35
Figure IV.3 : Schéma d'un réseau mixte.....	36
Figure IV.4 : La Barre d'outils.....	40
Figure IV.5 : Taille du nœud.....	50
Figure IV.6 : Largeur de l'arc.	50
Figure IV.7 : Affichage.	51
Figure IV.8 : Flèches d'écoulement.	51
Figure IV.9 : Valeurs par défaut.....	52
Figure IV.10 : Schéma du réseau projeté sous fond photo satellitaire.....	53
Figure IV.11 : Schéma du réseau projeté sous fond blanc (N° des tronçons).	53
Figure IV.12 : Schéma du réseau projeté sous fond blanc (N° des nœuds).....	54
Figure IV.13 : L'état de réseau après simulation cas de débit de pointe (présentation des vitesses).	57
Figure IV.14 : L'Etat de réseau après simulation cas de débit de pointe (présentation des pressions).....	59

LISTE DES FIGURES

Chapitre V

Pièces spéciales et robinetteries.

Figure IV.1 : tube PEHD.....	71
Figure V.2 : Dimensions d'emboîture électro soudables.....	74
Figure V.3 : Electro soudables.	75
Figure V.4 : électro soudage Bout à bout.	75
Figure V.5 : Equipements d'assemblage.	76
Figure V.6 : Assemblage mécanique.	76
Figure V.7 : Bride à emboîtement.....	77
Figure V.8 : Vanne régulateur.....	78
Figure V.9 : Vanne de sectionnement.	78
Figure V.10 : Robinets-Vannes.	79
Figure V.11 : Réducteur de pression.	80
Figure V.12 : Ventouse.	81
Figure V.13 : Clapet anti-retour.	82
Figure V.14 : Joint de démontage.	83
Figure V.15 : Les compteurs.....	84
Figure V.16 : Les Tés.	85
Figure V.17 : Le coude.....	85
Figure V.18 : Les manchons.....	86

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre I

Présentation de la zone d'étude.

Tableau I.1: Températures moyennes mensuelles durant la période (2015-2021).....	4
Tableau I.2 : Précipitations moyennes et annuelles durant la période (2015-2021).....	5
Tableau I.3 : Températures et pluviométries du village de HOURA (2015-2021).....	6

Chapitre II

Estimations des besoins en eau.

Tableau II.1 : Estimation de la population du village HOURA à l'horizon 2053.	11
Tableau II.2 : Débit moyen journalier probable du village HOURA à l'horizon 2053.	12
Tableau II.3 : Débit minimal journalier probable du village HOURA à l'horizon 2053.....	14
Tableau II.4 : Valeur de β max en fonction du nombre d'habitants.....	15
Tableau II.5 : Débit maximum horaire probable du village HOURA à l'horizon 2053.	16

Chapitre IV

Etude de la distribution.

Tableau IV.1 : Calcul des débits en route du réseau 2.....	45
Tableau IV.2 : Calcul des débits nodaux.....	47
Tableau IV.3 : Etat des arcs du réseau.....	55
Tableau IV.4 : État des Nœuds du réseau.....	58
Tableau IV.5 : Devis estimatifs et quantitatifs (Réseau 2.....	61

Chapitre V

Pièces spéciales et robinetteries.

Tableau V.1 : Spécifications techniques du PE.....	72
Tableau V.2 : Valeur MRS et pour différentes résines PE.....	72
Tableau V.3 : relation entre SDR MRS et PN.....	73
Tableau V.4 : caractéristiques dimensionnelles des canalisations en PEHD.....	73

LISTE DES ABREVIATIONS

AEP : Alimentation en eau potable.

APC : Assemblée Population Communale.

RGPH : Office national des statistiques.

a : Taux d'accroissement de la population(%).

PDAU : Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme.

n : Nombre d'années séparent 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/s).

D : Dotation journalière (l/j/hab).

N : Nombre de consommateurs (hab.).

Q_{moy,j} : Consommation moyenne journalière (m³).

Q_{max,j} : Débit maximal journalier (m³/s).

Q_{moy,h} : Débit moyen horaire (m³/h).

Q_{max,h} : Le débit horaire (m³/h).

ΔV : Volume apport en (m³).

V_{ri} : Volume de la réserve d'incendie (m³).

H : Hauteur du radier (m).

h₀ : hauteur entre le trop plein et la ceinture (m).

f : La flèche de la coupole (m).

SDR : Standard Dimensional Ratio.

D : diamètre de la canalisation (m)

e : épaisseur des parois (mm).

MRS : Minimum Resistace Required.

σ : Contrainte (Mpa).

P : Pression à l'intérieur du tube (Mpa).

LISTE DES ABREVIATIONS

PN : Pression normalisé (barre).

DN : Diamètre normalisé (mm).

e_{min} : Epaisseur minimale (mm).

e_{max} : Epaisseur maximale (mm).

Q_r : Débit en route (l/s).

Q_n : Débit nœuds.

D : Diamètre extérieur du tube (m).

Li : Longueur du tronçon concerné (m).

CHW : Coefficient de Hazen-Williams caractérisant l'évolution de la rugosité de la canalisation en fonction de la durée de vie de la conduite.

PEHD : Polyéthylène haute densité.

V : Vitesse moyenne d'écoulement en (m/s).

PU : Prix Unitaire (DA).

DA : Dinar Algérien.

DCS : Distribue Control System.

mce : metre colonne d'eau.

PC : perte de charge.

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est une substance incolore, inodore et sans saveur qui est essentielle à la vie sur terre. Elle couvre plus de 70% de la surface de la planète et est présentée sous forme liquide, solide et gazeuse.

L'eau est indispensable à la vie pour de nombreuses raisons. Elle est utilisée dans de nombreux processus biologiques, tels que la photosynthèse, la digestion et la respiration, et est également nécessaire pour maintenir l'équilibre des fluides dans le corps humain. L'eau est également utilisée dans de nombreux secteurs industriels, tels que l'agriculture, la fabrication, l'énergie et la technologie.

En raison de la croissance démographique, de l'urbanisation, du changement climatique et des problèmes de financement et de gouvernance, l'accès à l'eau potable reste un défi majeur pour de nombreuses populations à travers le monde. C'est pourquoi la gestion durable de l'eau est devenue une préoccupation mondiale importante pour garantir l'accès à cette ressource vitale pour tous.

L'alimentation en eau potable est un enjeu crucial pour la santé publique et le bien-être de la population. Elle concerne l'ensemble des activités visant à fournir de l'eau potable à une communauté, qu'il s'agisse d'une ville, d'un village ou d'une région.

L'eau potable est une ressource essentielle qui doit répondre à des normes strictes de qualité pour être consommée en toute sécurité. Elle doit être exempte de toute contamination chimique ou bactérienne, et son traitement et sa distribution doivent être conformes aux normes établies par les autorités sanitaires.

La gestion de l'alimentation en eau potable comprend plusieurs étapes, telles que la collecte de l'eau brute, le traitement de l'eau, le stockage de l'eau traitée et sa distribution à travers un réseau de canalisations.

Le travail présenté dans la cadre de ce mémoire est consacré à l'alimentation en eau potable du Village HOURA situé dans la commune de BOUZEGUENE, faisant partie de la wilaya de Tizi-Ouzou.

INTRODUCTION GENERALE

Afin d'aboutir aux objectifs visés, notre travail sera articulé autour des points suivants :

- En première lieu, nous allons procéder à la présentation de la zone d'étude qui est une étape préliminaire de reconnaissance et de la localisation du projet.
- Le deuxième chapitre se basera essentiellement sur l'estimation des besoins en eau de la population de village HOURA.
- Le troisième 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 quatrième chapitre, nous allons nous intéresser au réseau de distribution qui sera calculé avec EPANET.
- Par la suite le cinquième chapitre, sera consacré aux pièces spéciale et robinetteries avec un devis estimatif sera établi.
- Enfin, l'étude sera couronnée par une conclusion générale dans laquelle les principaux résultats et recommandations sont rappelés.

Chapitre I

PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ETUDE



INTRODUCTION

Pour les besoins du projet, et afin de déterminer les caractéristiques de la zone d'étude, nous consacrons ce premier chapitre à la présentation du village HOURA, situé dans la commune de BOUZEGUENE. Cette présentation va porter sur les aspects géographique, topographique, et climatique.

I.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE

I.1.1 Situation géographique à l'échelle communale

La commune de BOUZEGUENE est située au sud-est de la wilaya de Tizi-Ouzou, à environ 52 KM du chef-lieu de la wilaya. Elle s'étend sur une superficie de 6690 ha et elle est délimitée comme on peut le voir sur la **figure I.1** :

- Au Nord : par la commune d'Idjer.
- Au sud : par la commune d'Iloula Oumalou.
- A L'Est : par la Wilaya de Bejaïa (la commune de chemini).
- A l'Ouest : par la commune d'Ifigha.



Figure I.1 : Situation géo-administrative de la commune de BOUZEGUENE wilaya de Tizi-Ouzou.

I.1.2 Situation de la zone d'étude

Le village HOURA objet de notre étude, est situé dans la commune de BOUZEGUENE. Précisément, HOURA se trouve dans la partie sud-est de la commune de BOUZEGUENE. Il est entouré par d'autres villages et hameaux, formant ainsi une partie de la géographie locale. Sa superficie s'étend sur environ de 20 ha. Le village est situé à une cinquantaine de kilomètres du chef-lieu de la Wilaya de Tizi-Ouzou.

Les limites territoriales de village de HOURA-BOUZEGUENE se présentent comme suit :

- Au Nord le village Ait Saleh.
- A l'Est le Village Akfadou.
- Au Sud le village boukhiare.
- A l'Ouest le village Ahrik.

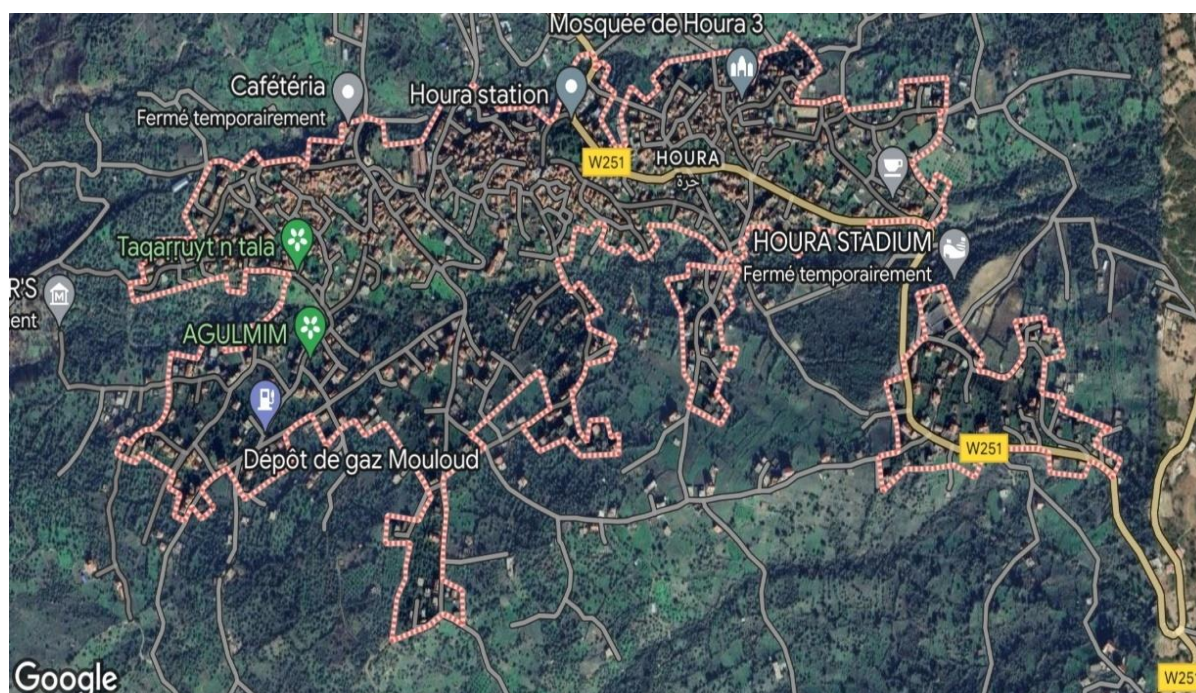


Figure I.2 : Localisation géographique de la zone d'étude.

Source : (<https://fr-fr-mapcarta.com/maps/6tbt/Tizi-Ouzou/>)

I.2 SITUATION TOPOGRAPHIQUE

La partie étudiée du village HOURA est bâtit sur le pied de la montagne D'AKFADOU, les zones habitées sont placées sur une bande de terrain en forme de dos longue de 900 m et large de 400 m environ, comprise entre deux chabets qui s'écoulent parallèlement en direction est-ouest. Les élévations par rapport au niveau moyen de la mer sont comprises entre 940 m et 850 m.



Figure I.3 : Différentes altitudes de village HOURA.

I.3 SITUATION CLIMATOLOGIQUE

Le climat de la région de BOUZEGUENE est dit méditerranéen du type continental, comme pour le reste de la Wilaya. Il se caractérise par des hivers froids et des étés chauds. En générale les étés à HOURA sont très secs, avec des températures moyennes atteignant souvent les **30°C**. Les journées ensoleillées sont fréquentes, avec peu de précipitation pendant cette période de l'année. Les nuits d'été peuvent être plus fraîches grâce à l'altitude et aux montagnes environnantes. Les hivers à HOURA sont généralement frais à froids, avec des températures moyennes oscillant entre **5°C** et **10°C**.

Les précipitations hivernales peuvent être plus fréquentes avec des chutes de neige possible en fonction de l'altitude. Les montagnes environnantes peuvent également entraîner des variations locales de températures et de précipitations. Au printemps et en automne, les températures à HOURA sont généralement douces et agréables, offrant des conditions idéales pour profiter de la nature environnante.

Il est important de noter que les informations sur le climat sont basées sur des moyennes et des tendances générales, et qu'il peut y avoir des variations d'une année à l'autre. Pour obtenir des informations climatiques plus précises et à jour, il est recommandé de consulter des sources locales spécialisées ou les services météorologiques de la région.

I.3.1 Les températures

Tableau I.1: Températures moyennes mensuelles durant la période (2015-2021).

MOIS	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOUT
TMAX (°C)	31.70	30.10	23.8	16.70	15.19	16.84	20.70	25.20	29.00	33.00	37.10	35.83
TMOY (°C)	24.80	22.90	16.90	11.95	09.15	10.37	14.65	17.70	21.70	25.75	29.21	28.36
TMIN (°C)	17.90	15.70	10.10	07.20	03.10	03.90	08.60	10.18	14.40	18.50	21.32	20.90

[Source : http://www.infoclimat.fr/observations-meteo/temps-reel/tiziouzou/60395.html?graphiques](http://www.infoclimat.fr/observations-meteo/temps-reel/tiziouzou/60395.html?graphiques)

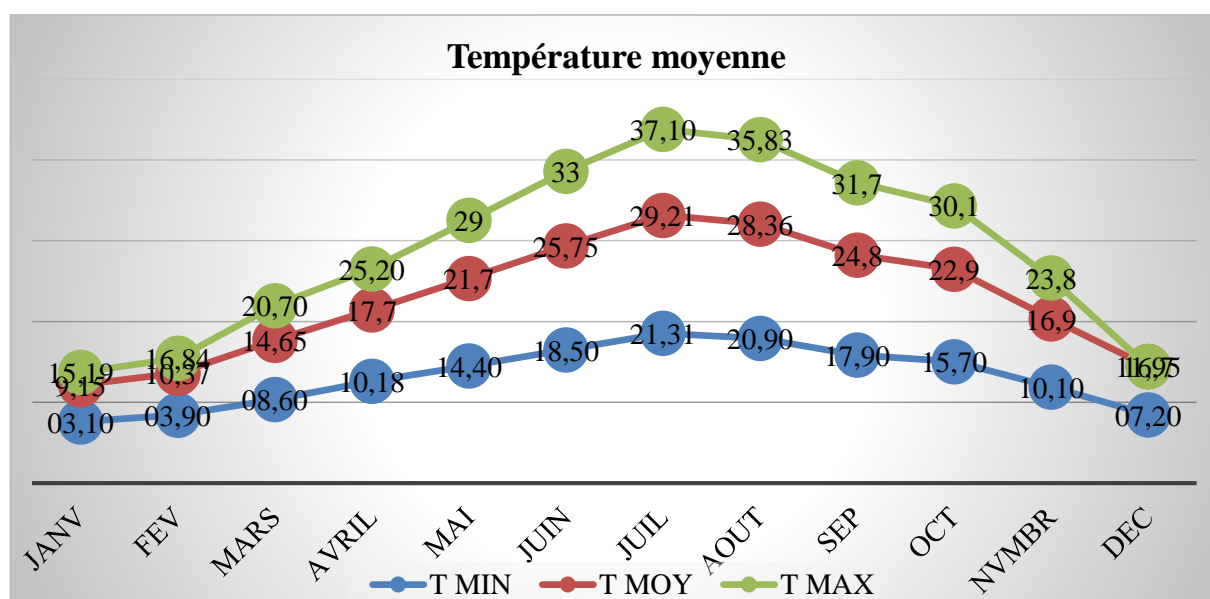


Figure I.4 : Courbes des températures moyennes enregistrée durant la période 2015-2021.

L'analyse des températures moyennes mensuelles résumées dans le **tableau I.1** montre que :

Les températures moyennes mensuelles sont comprises entre **10°C** et **29°C**.

La température minimale est de **3°C** enregistrée en mois de janvier.

La température maximale est de **37,1°C** enregistrée en mois de juillet.

L'analyse du graphe montre que la région est caractérisée par une saison chaude allant du mois de mai au mois de novembre.

I.3.2 La pluviométrie

Tableau I.2 : Précipitations moyennes et annuelles durant la période (2015-2021).

Source : <https://www.infoclimat.fr/observations-meteo/temps-reel/tiziouzou/60395.html?Graphiques>.

MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU	SEP	OCT	NVM	DEC
PMoy(mm)	160,70	100,8	56,90	116,6	117,3	7,20	4,40	18,40	42,60	67,20	130,8	186,9

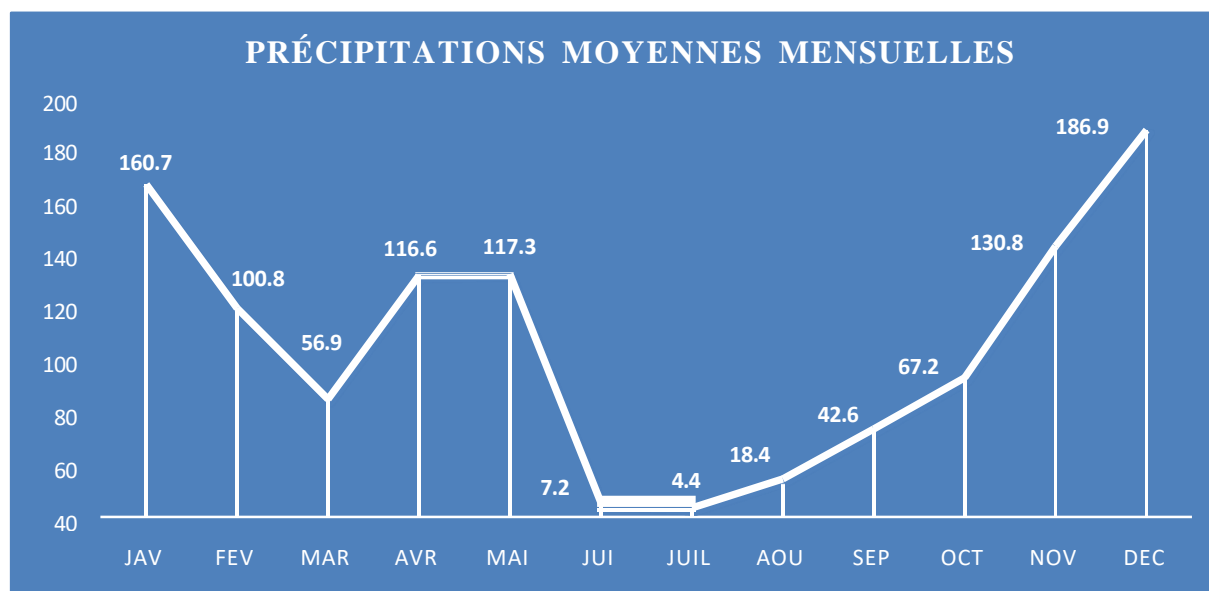


Figure I.5 : Précipitations moyennes mensuelles durant la période (2015-2021).

L'analyse du graphique montre un taux de précipitation important du mois de Septembre jusqu'au mois de Décembre.

- La période pluvieuse s'étend du mois de septembre au mois de mai avec une lame moyenne maximale de **186,9mm** enregistré en mois de Décembre.
- Le mois de Juillet est le plus sec ; avec une lame d'eau moyenne de **4,4mm**.
- La moyenne des précipitations annuelles de la commune de BOUZEGUENE est de **900mm**.

I.4 LE DIAGRAMME CLIMATIQUE

Un diagramme climatique, appelé aussi ombre-thermique, est un graphique utilisé en météorologie. Il représente la variation mensuelle d'une ou plusieurs variables climatiques (température, précipitations, etc.) en un lieu donné. L'intérêt de ce diagramme est de caractériser l'intensité et l'importance de la période sèche.

Pour tracer ce diagramme, on porte en abscisses les mois successifs de l'année, en ordonnées à droite les précipitations en mm, et à gauche les températures en °C. Les résultats de la température moyenne mensuelle et de la pluviométrie moyenne mensuelle de la région d'étude sont illustrés dans le **tableau I.3** ci-après :

Tableau I.3 : Températures et pluviométries du village de HOURA (2015-2021).

Source : <https://www.infoclimat.fr/observations-meteo/temps-reel/tiziouzou/60395.html?graphiques>

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
T moye (°C)	09.15	10.37	14.65	17.70	21.70	25.75	29.21	28.36	24.80	22.90	16.90	11.95
Pm(mm)	160.7	100.8	56.9	116.6	117.3	7.20	4.40	18.4	42.6	67.2	130.8	186.9

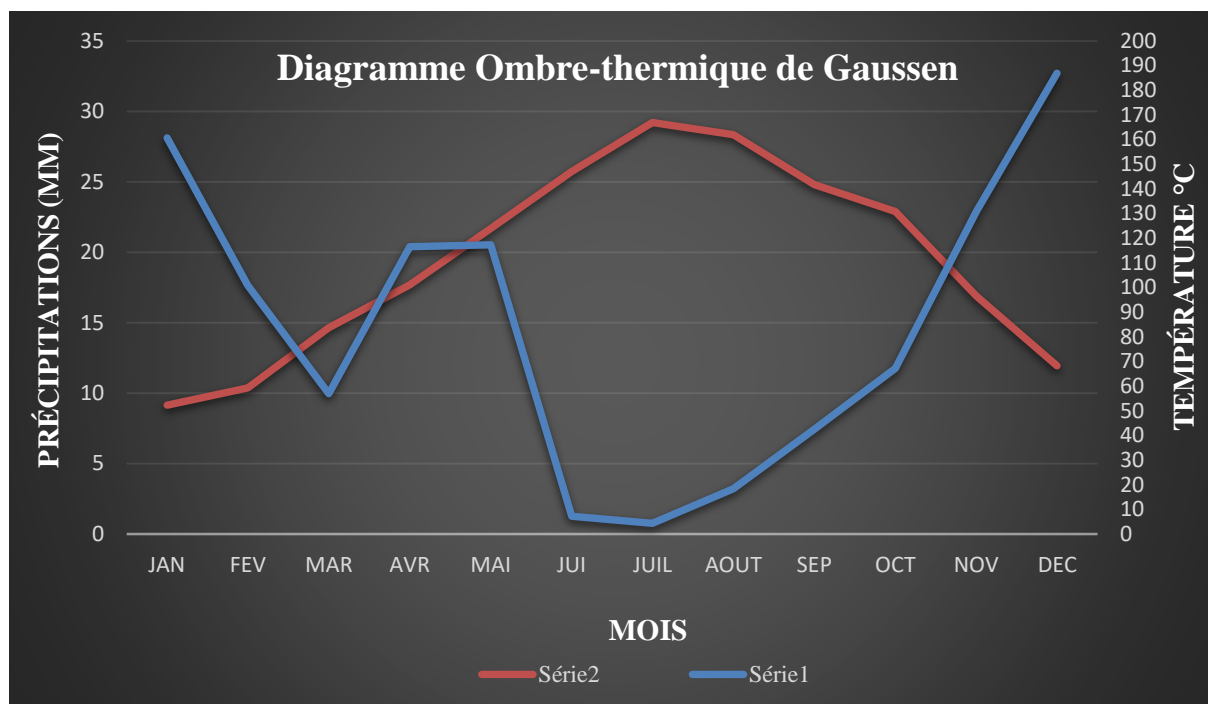


Figure I.6 : Diagramme Ombre-thermique de Gaussen.

Série 1 : Précipitations Moyennes (mm).

Série 2 : Températures Moyennes (°C).

Le diagramme **Ombre-thermique de Gaussen** montre que la période sèche au niveau de la région d'étude se présente du mois de mai au mois de novembre.

I.5 RESSOURCES DISPONIBLES

❖ La source ADARDAR

C'est une source d'eau souterraine elle se situe sur une altitude de 1200 m au niveau de la commune AIT ZIKI, cette source alimente 14 villages de la commune de BOUZEGUENE. Sans débit est estimé à 900 M³.

Il existe d'autres sources comme :

❖ Source Ainsar aissa.

❖ Ouad Boubhir.

1.6 LOCALISATION DES RESERVOIRS DU VILLAGE HOURA

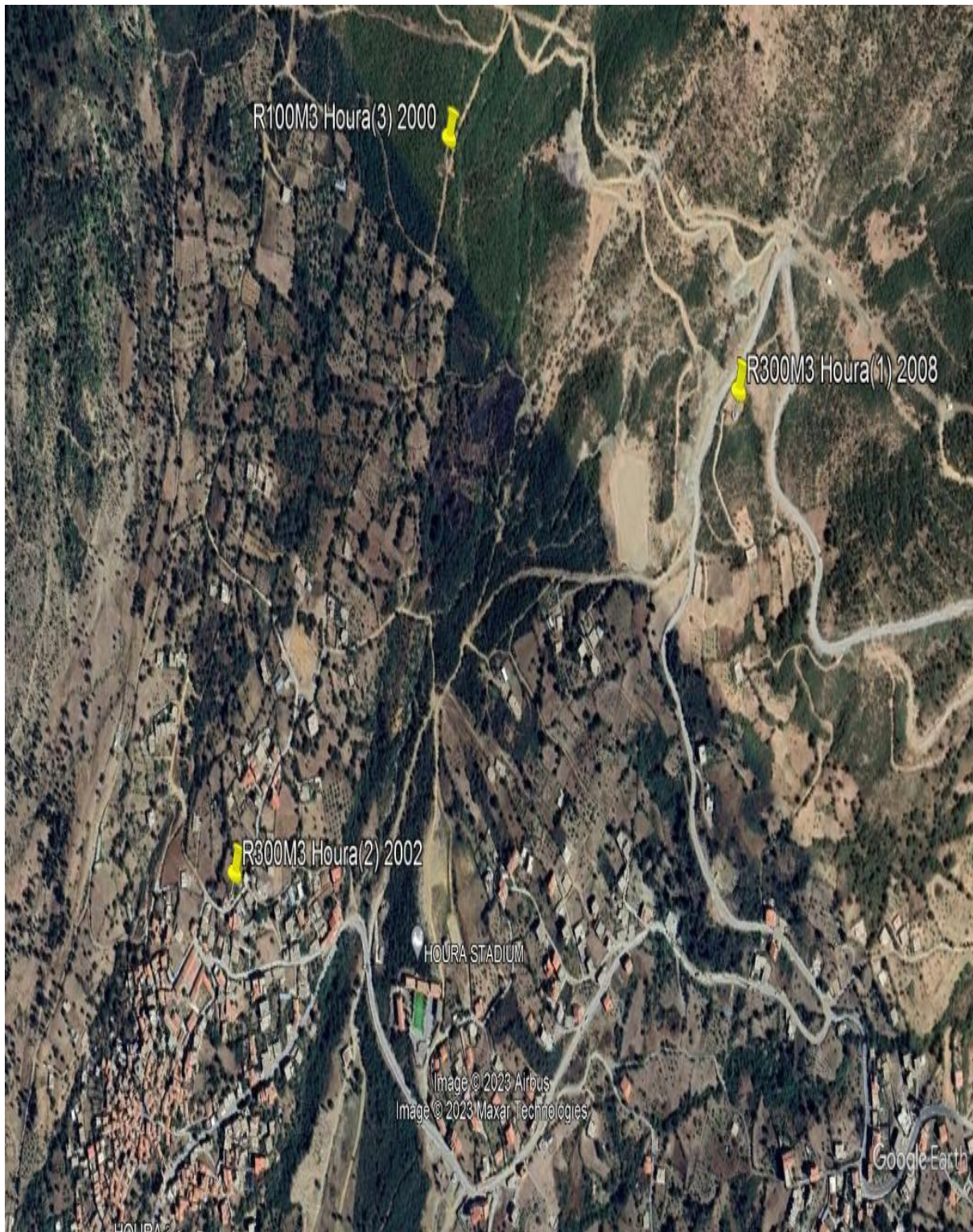


Figure I.7 : Localisation des différents réservoirs au niveau du village HOURA.

CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons présenté la situation géographique, topographique et climatique de la zone d'étude.

Les données climatiques recueillies ne reflètent pas les longs mois de canicules et de sécheresses que vit la région en cette année 2023, où il est enregistré plusieurs mois sans la moindre précipitation, engendrant ainsi un rabattement des niveaux des nappes, et un stress hydrique des plus difficiles à surmonter avec des fréquences de distribution en eau potable qui a franchi la barre symbolique de quelques heures par quarante jours.

Chapitre III

ESTIMATION DES BESOINS EN EAU



INTRODUCTION

Dans ce chapitre, nous examinerons les besoins en eau potable du village HOURA sur un horizon de 30 ans c'est-à-dire pour l'année 2053.

Vu l'absence de toute activité économique significative aussi bien industrielle qu'agricole, l'estimation se fera sur les seuls besoins domestiques.

La dotation en eau potable à prendre en charge est celle communiquée par la direction des ressources en eau de la wilaya de Tizi-Ouzou qui est de 150 l/j/hab.

L'estimation des besoins en eau potable à HOURA revient à faire la projection de l'évolution de la population de ce village.

II.1 POPULATION ACTUELLE

Le dernier recensement général de la population et de l'habitat (**RGPH**) effectué par les pouvoirs publics remonte à 2022 pour le compte de l'année 2018.

Bien que les résultats ne soient pas encore officiels, les échos qui en ressortent (l'évaluation avant correction est de moins de 22 000 habitants) indiquent une baisse de la population par rapport à l'année 2008 qui est de 24 311 habitants.

La consultation des résultats de l'**RGPH** 2008 au niveau de la commune de BOUZEGUENE, ne fait pas ressortir les données démographiques d'une manière individualisée pour le village HOURA.

Pour y remédier à cette problématique, nous allons faire référence aux résultats de **RGPH** 1998 qui est le seul disponible par villages.

II.2 PROJECTION DEMOGRAPHIQUE

Bien que nous remarquions une diminution de la population résidente de la commune de BOUZEGUENE, en 2008 par rapport à 1998 au profit d'autres territoires, nous allons prendre le taux d'accroissement démographique de la wilaya de Tizi-Ouzou qui est de 1.15 %, pour prendre en considération la présence de résidences secondaires d'une frange importante de la population qui a su garder un lien très étroit avec cette région où sa présence est largement observée en particulier dans les vacances d'été.

La formule à utiliser pour l'application numérique est la suivante :

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

II.1

Avec :

P_n : Population pour l'horizon considéré. (Année 2053).

P_0 : Population à l'année de référence. (2999 hab).

n : Nombre d'années séparant l'année de référence à l'horizon considéré (2053-1998=55ans).

α : Taux d'accroissement annuel de la population. (1.15%).

Tableau II.1 : Estimation de la population du village HOURA à l'horizon 2053.

Agglomération	Population de référence(1998)	Taux d'accroissement (%)	Estimation de la population en 2053
Village HOURA	2999	1.15	5625

(Source : RGPH 1998 / PDAU 2015).

II.3 ESTIMATION DES BESOINS EN EAU DE LA POPULATION

II.3.1 Le débit moyen journalier

Le débit moyen journalier en eau potable est donné en (m³/j) par la formule suivante :

$$Q_{\text{moy.j}} = N \times D/1000$$

II.2

$Q_{\text{moy.j}}$: Consommation moyenne journalière en (m³/j).

D : Dotation (l/j/hab).

N : Nombre d'habitants (hab).

L'application numérique résumée dans le tableau suivant nous donne le débit moyen journalier en eau potable probable pour le village HOURA à l'horizon 2053.

Tableau II.2 : Débit moyen journalier probable du village HOURA à l'horizon 2053.

Horizon	1998	2015	2025	2035	2045	2053
N hab.	2 999	3 642	4 084	4 578	5 133	5625
Dotation (l/j/hab).	150	150	150	150	150	150
Débit moyen journalier (m³ /j).	450	546	613	687	770	843

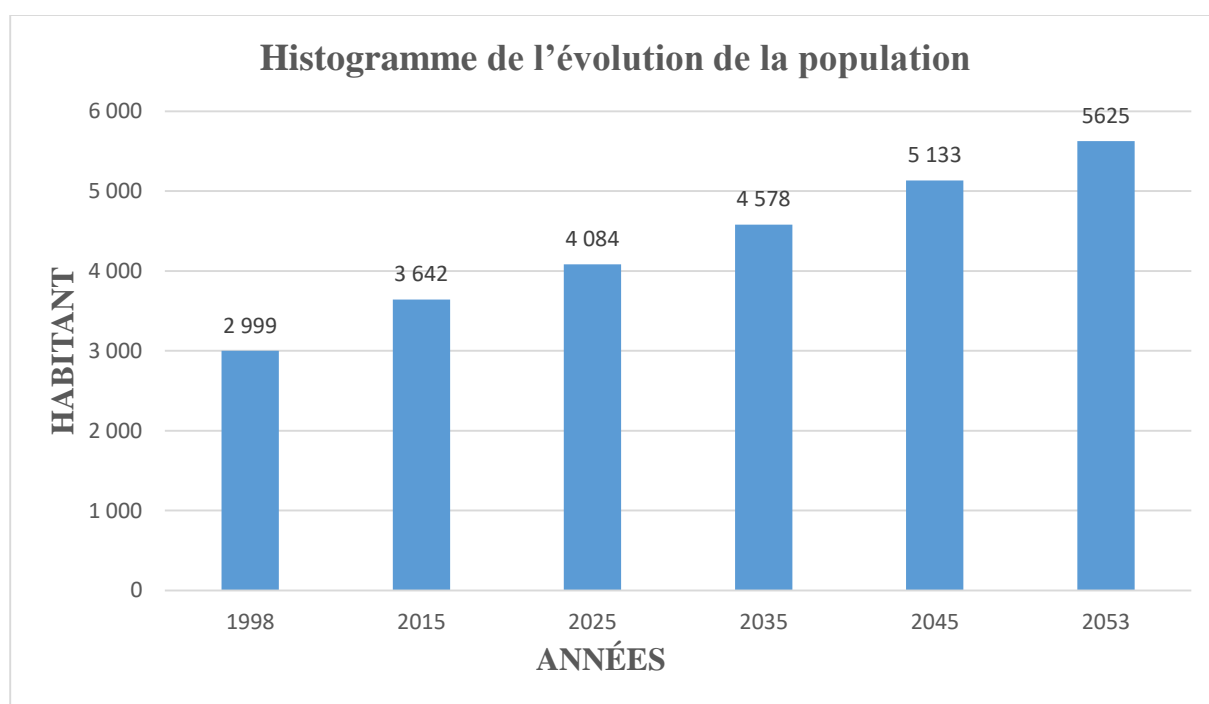


Figure II.1 : Histogramme de l'évolution de la population durant la période 1998-2053.

II.3.2 Variation de la consommation

En fonction des jours, des semaines et des mois, on observe des variations de la consommation. Le débit d'eau consommé n'est pas constant mais varie en présentant des maximums et des minimums. Cette variation est caractérisée par des coefficients d'irrégularité $K_{\max,j}$ et $K_{\min,j}$.

II.3.3 Débit maximal journalier

En phase de conception d'un projet d'AEP, les ouvrages et les équipements de production, d'adduction et de stockage doivent être conçus pour pouvoir satisfaire le débit maximal journalier ($Q_{\max,j}$) qui représente la consommation d'eau maximale du jour le plus chargé de l'année, ce $Q_{\max,j}$ s'obtient par la relation suivante (II.3) :

$$Q_{\max,j} = K_{\max,j} \times Q_{\text{moy}} \quad \text{II.3}$$

Avec :

$Q_{\max,j}$: Consommation maximale journalière en (m^3/j).

$Q_{\text{moy},j}$: Consommation moyenne journalière en (m^3/j).

$K_{\max,j}$: Coefficient de variation maximale journalière (1.2 à 1.5). Dans notre cas nous considérons $K_{\max,j} = 1.3$.

II.3.4 débit minimal journalier

Il est déterminé en fonction de la consommation moyenne journalière et du coefficient de variation minimum journalier $K_{\min,j}$ par la relation suivante (II.4) :

$$K_{\min,j} = Q_{\min,j} / Q_{\text{moy},j} \quad \text{II.4}$$

Ce coefficient permet de déterminer le débit minimum journalier en envisageant une sous consommation $K_{\min,j}$ varie entre **0.7 et 0.9**.

Dans le cadre de ce projet nous considérons $K_{\min,j} = 0.8$.

Les résultats des consommations min, moy et max à l'horizon 2053 sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau II.3 : Débit minimal journalier probable du village HOURA à l’horizon 2053.

Horizon	1998	2015	2025	2035	2045	2053
N hab.	2999	3 642	4 084	4 578	5 133	5 625
Dotation (l/j/hab)	150	150	150	150	150	150
Débit moyen journalier (m ³ /j)	450	546	613	687	770	844
Kmin.j	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Débit minimal journalier (m ³ /j)	360	437	490	545	606	675
Kmax.j	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
Débit maximal journalier (m ³ /j)	585	710	797	893	1 001	1 097

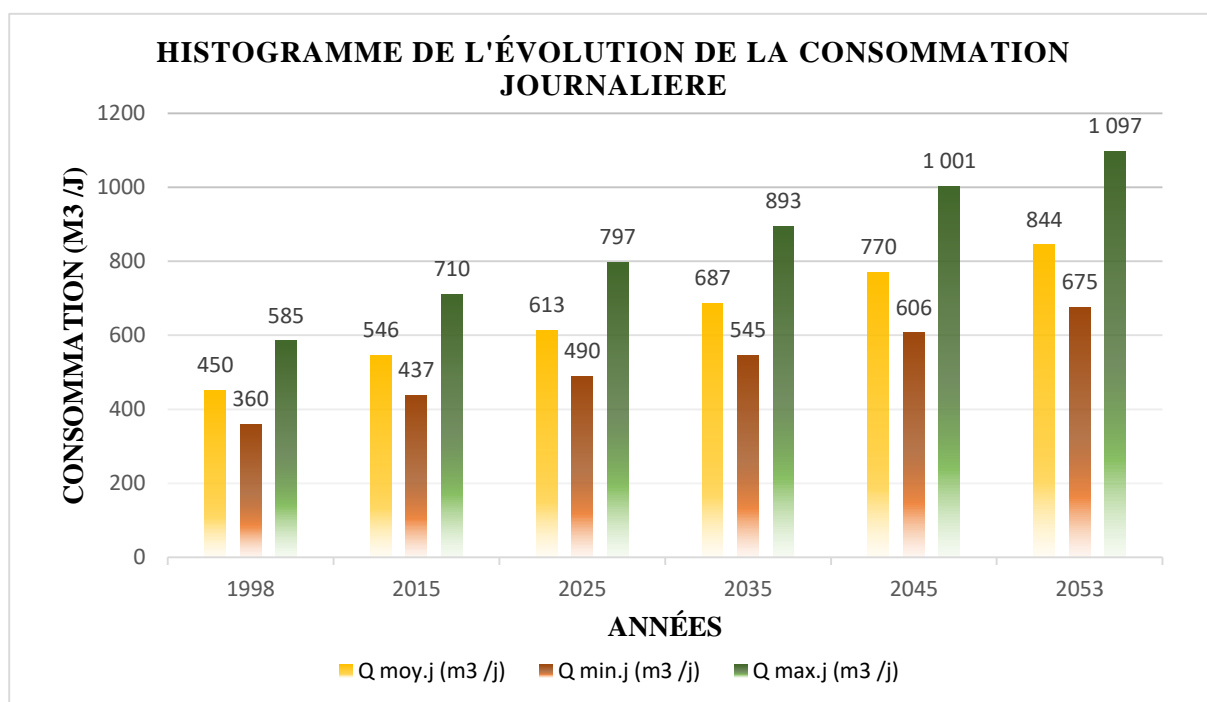


Figure II.2 : Histogramme de l'évolution de la consommation journalière.

II.3.5 Débit maximal horaire

Le débit maximal horaire ($Q_{\max.h}$) correspond à un débit de consommation pendant l'heure la plus chargée de la journée la plus défavorable. Il est utilisé pour le dimensionnement des réseaux de distribution en eau potable. $Q_{\max.h}$ est estimé par la relation (II.5) suivante :

$$Q_{\max.h} = Q_{\text{moy.h}} \times K_{\max.h} \quad \text{II.5}$$

Et :

$$Q_{\text{moy.h}} = \frac{Q_{\max.j}}{24} \quad \text{II.6}$$

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

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

$K_{\max.h}$: Coefficient qui représente l'augmentation de la consommation durant les heures de pointe de la journée. Ce coefficient tient compte de la démographie ainsi que du degré de confort et du niveau de vie des citoyens. Il est calculé avec la relation (II.7) :

$$K_{\max.h} = \alpha_{\max} * \beta_{\max} \quad \text{II.7}$$

Avec :

α_{\max} : Coefficient qui dépend du niveau de vie et du confort, il varie de 1.2 à 1.4. Dans notre cas 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 II.4 : Valeur de β_{\max} en fonction du nombre d'habitants.

Habitant	1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	100000	300000
β_{\max}	2	1.8	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 (II.8) Suivante :

$$\beta_{\max} = \frac{\beta_{\max 1} * (P2 - P) + \beta_{\max 2} * (P - P1)}{(P2 - P1)} \quad \text{II.8}$$

Tableau II.5 : Débit maximum horaire probable du village HOURA à l'horizon 2053.

Horizon	1998	2015	2025	2035	2045	2053
N hab.	2 999	3 642	4 084	4 578	5 133	5 625
Dotation (l/j/hab)	150	150	150	150	150	150
Débit moyen journalier (m³ /j)	450	546	613	687	770	844
Kmax.j	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
Débit maximal journalier Qmax.j (m³ /j)	585	710	797	893	1 001	1 097
Qmoy.h=Qmax.j/24 (m³/h)	24.37	29.58	33.21	37.21	41.71	45.71
α max =1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
β max	1.57	1.52	1.49	1.47	1.44	1.42
Kmax.h= α max * βmax	2.041	1.976	1.937	1.911	1.872	1.846
Qmax.h=Qmoy.h*Kmax.h (m³/h)	49.75	58.46	64.32	71.10	78.07	84.37
Qmax.h (l/s)	13.82	16.23	17.87	19.75	21.69	23.44

CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons procédé à l'estimation des besoins en eau potable du village HOURA, sans pour autant ressortir les données nécessaires relatives à la zone d'étude, les résultats les plus significatifs sont résumés ci-dessous :

- ✓ Le débit maximal journalier servant de référence pour le dimensionnement des ouvrages de stockage à l'horizon 2053 pour la totalité du village HOURA est estimé à **1097 m³/j**.
- ✓ Le débit maximal horaire servant de référence pour le dimensionnement du réseau de distribution de la totalité du village HOURA à l'horizon 2053 est estimé à **23.44 l/s**.

Chapitre III

DIMENSIONNEMENT DES RESERVOIRS



INTRODUCTION

Les réservoirs sont une composante essentielle des systèmes d'alimentation en eau potable, car ils jouent un rôle déterminant pour leurs bons fonctionnements.

Dans ce chapitre nous allons nous intéresser aux réservoirs intermédiaires entre les réseaux d'adduction et les réseaux de distribution pour arriver enfin à déterminer d'une manière optimale la capacité de stockage nécessaire pour le village HOURA, la localisation et le dimensionnement hydraulique de capacité de stockage supplémentaire si nécessaire pour la zone de l'étude à l'horizon 2053 sera abordée ultérieurement.

III.1 RÔLE DU RESERVOIR ET IMPLANTATION

Le réservoir est un ouvrage hydraulique qui assure le stockage de l'eau, Il permet essentiellement de réguler la pression et le débit entre la phase de production et la phase de consommation.

L'emplacement du réservoir est crucial car cela peut affecter leur utilisation, leur sécurité et leur impact sur l'environnement, il a but pour assurer une pression suffisante aux abonnés au moment du débit de point.

Le meilleur emplacement n'est déterminé qu'après une étude technico-économique approfondie, en prenant en considération les conditions suivantes :

- Le réservoir doit être placé à un niveau supérieur à celui de l'agglomération qu'il dessert (**figure III.1**).
- La cote du radier doit se situer à un niveau supérieur à la plus haute cote piézométrique exigée sur le réseau.
- Le réservoir doit être implanté le plus proche possible de l'agglomération (économie) et doit alimenter le point le plus défavorable. La topographie intervient dans le choix de l'emplacement, de même que la géologie.
- Il doit être construit sur des terrains sable et solides.

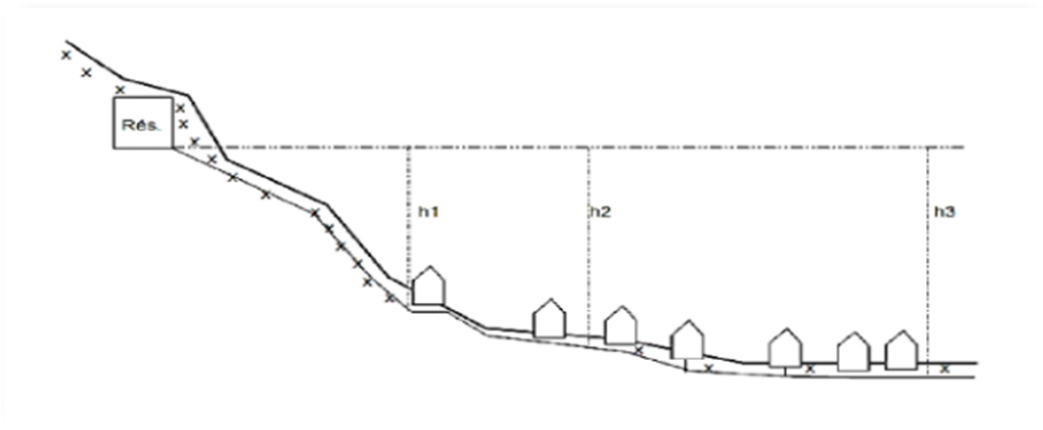


Figure III.1 : Emplacement du réservoir en altitude.

III.2 CLASSIFICATION DES RESERVOIRS

On peut classer les réservoirs selon la position par rapport au sol plusieurs critères :

III.2.1 Selon la position du réservoir par rapport au sol

- ✚ Enterrés.
- ✚ Semi-enterrés.
- ✚ Posés au sol.
- ✚ Surélevés.

Dans notre cas, le réservoir est posé au sol.

III.2.2 La nature des matériaux

- ✚ Réservoir Métallique.
- ✚ Réservoir en maçonnerie.
- ✚ Réservoir en béton armé.

Dans notre cas le réservoir est en béton armé.

III.2.3 La topographie de l'emplacement du réservoir

- ✚ Réservoirs enterrés (le plus satisfaisant du point de vue esthétique).
- ✚ Réservoirs semi-enterrés (le plus économique).
- ✚ Réservoirs surélevés (le seul mode de construction possible en plaine, mais se sont en revanche les plus inesthétique).

Ces réservoirs ont des formes circulaires.

III.2.4 Selon l'usage

- ✚ Réservoir principale d'accumulation de stockage.
- ✚ Réservoir d'équilibre.
- ✚ Réservoir de traitement.

Généralement la forme des réservoirs est circulaire, et rarement carré ou rectangulaire, dans notre cas le réservoir est dédié au stockage.

III.2.5 Selon Le mode de fermeture

- ✚ Couvert.
- ✚ Non couvert.

III.2.6 Selon la forme de la cuve

- ✚ Réservoir carré.
- ✚ Réservoir rectangulaire.
- ✚ Réservoir circulaire.
- ✚ Réservoir sphérique.
- ✚ Réservoir conique.
- ✚ Réservoir de forme quelconque.

III.3 CHOIX DU TYPE DU RESERVOIR

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

- ❖ Economie sur les frais de construction.
- ❖ Etanchéité plus à facile à réaliser.
- ❖ Etude 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-économiques.

III.4 EXIGENCES TECHNIQUES A SATISFAIRE DANS LA CONSTRUCTION D'UN RESERVOIR

Un bon réservoir doit satisfaire aux conditions suivantes :

- ✚ **Résistance** : le réservoir doit équilibrer en toutes ces parties les efforts appliqués.
- ✚ **Etanchéité** : 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

III.5 EQUIPEMENTS HYDRAULIQUES DES RESERVOIRS

Un réservoir doit être équipé par :

- ✚ Conduite d'adduction avec vanne (conduite d'arrivée).
- ✚ Conduite de distribution avec vanne (conduite de départ).
- ✚ Conduite de vidange avec vanne.
- ✚ Conduite de trop plein.
- ✚ Conduite by-pass entre adduction et distribution (facultatif).
- ✚ Système de matérialisation de la réserve d'incendie (selon le plan de lutte contre les incendies)

Ces équipements sont placés généralement dans un abri accolé au réservoir appelé communément chambre de manœuvre.

III.5.1 Conduite d'adduction (arrivée de l'adduction)

L'arrivée de l'adduction dans le réservoir peut être placée soit au fond du réservoir, Soit à la partie supérieure ou même déverser au-dessus de la surface libre dans celui-ci.

Installation d'importance modérée on ne désire pas assurer une surveillance constante pendant le pompage.

- Poser un robinet à flotteur.
- Un dispositif permettant l'arrêt du moteur si l'adduction s'effectue par refoulement.



Figure III.2 : conduite d'adduction.

III.5.2 Conduit de distribution (départ de la distribution)

Pour faciliter le brassage de l'eau dans le réservoir, l'orifice de départ de la conduite de distribution devra être situé autant que possible à l'opposé de l'arrivée il sera bien entendu placé près du fond, mais cependant à une faible hauteur au-dessus de celui-ci pour éviter d'entraîner dans la conduite de distribution d'éventuels dépôts décantés dans le réservoir.

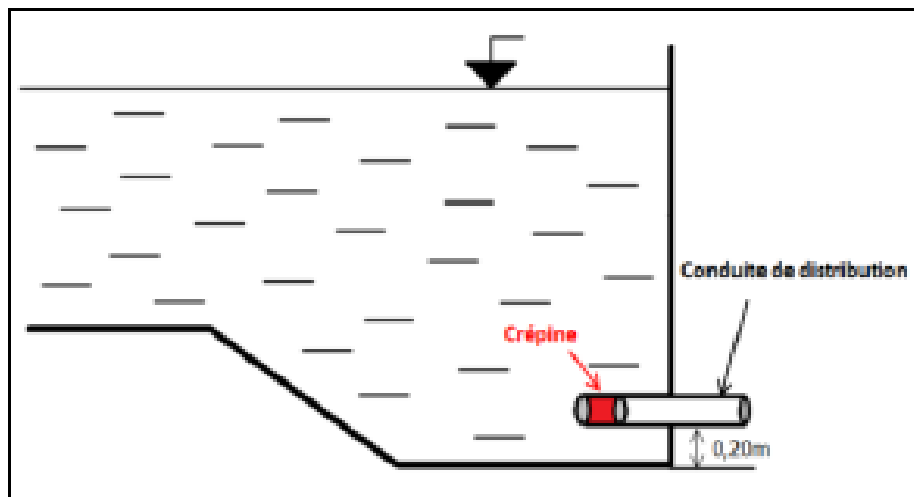


Figure III.3 : conduite de distribution.

III.5.3 Conduit de vidange

L'inspection et le nettoyage du réservoir ainsi que d'éventuelles réparations, il est nécessaire de pouvoir le vidanger au moyen d'une conduite généralement raccordée à la conduite de trop-plein.

Cette conduite peut utilement comporter un siphon servant de garde d'eau, pour éviter les émanations gazeuses désagréables en provenance de l'égout.

On a intérêt à effectuer cette vidange que sur un réservoir probablement presque vidé en exploitation.

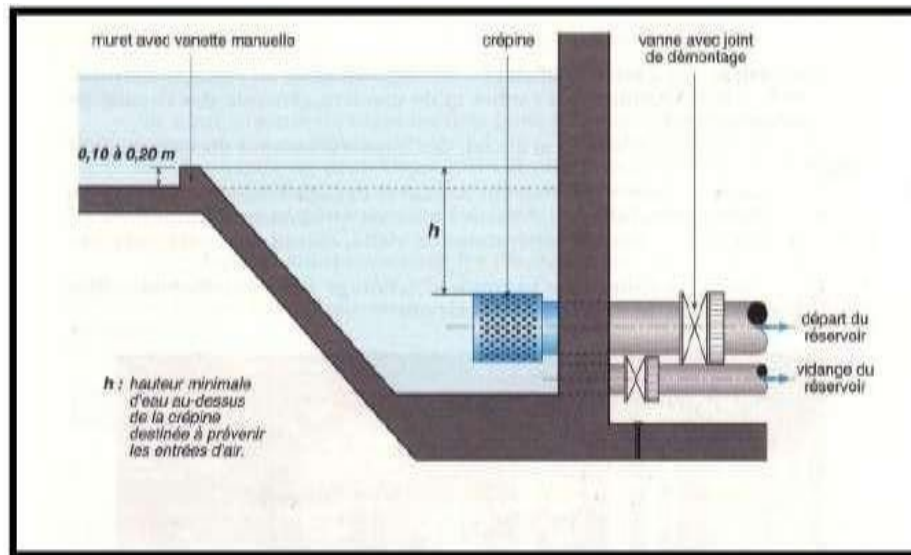


Figure III.4 : Conduite de vidange.

III.5.4 Conduite de trop-plein

Le trop-plein a pour but d'assurer sans déversement du réservoir l'évacuation du débit d'adduction, pour le cas où la pompe d'alimentation ne se serait pas arrêtée. Il doit être dimensionné pour ce débit, et conduire l'eau à l'égout en tenant compte des pertes de charge et en limitant la vitesse dans la conduite de trop-plein à 3 ou 4 m/s.

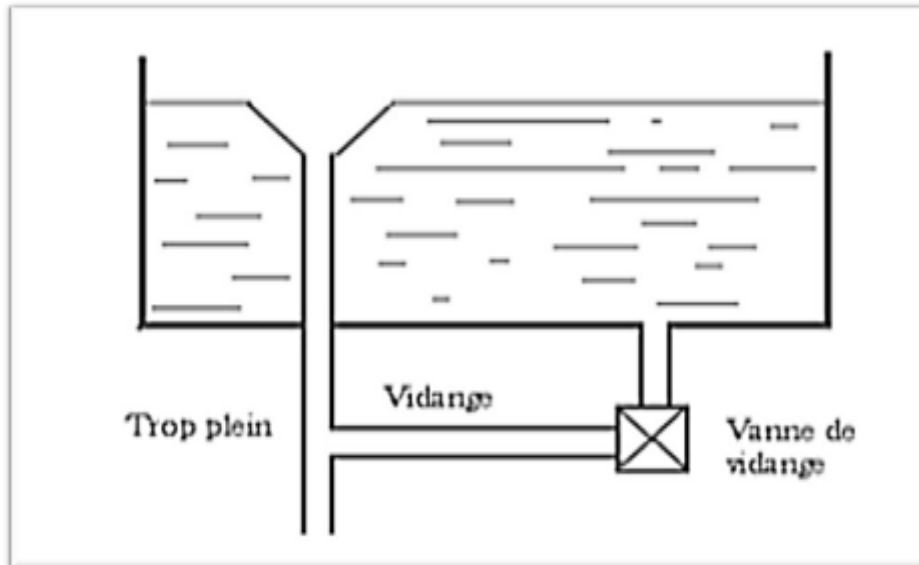


Figure III.5 : conduite de trop-plein.

III.5.5 Conduite de by-pass

Lorsqu'on désire assurer la distribution pendant la vidange d'un réservoir non compartimenté il suffit de disposer un by-pass reliant la conduite d'amenée à la conduite de départ.

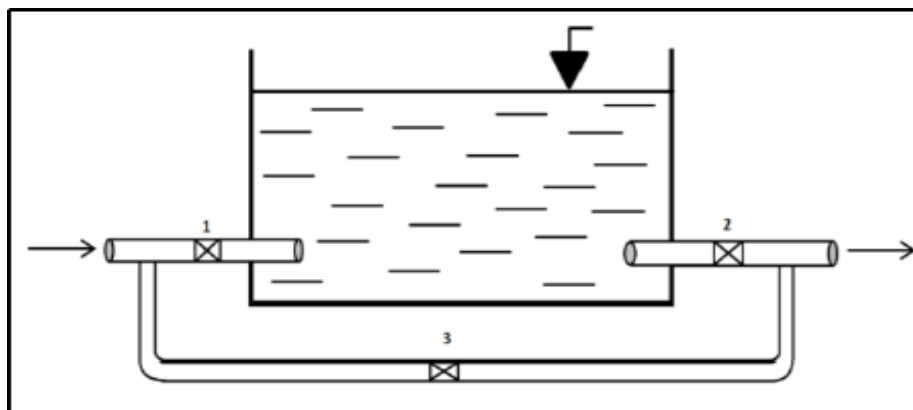


Figure III.6 : Conduite de by-pass.

III.6 SYSTEME MATERIALISATION DE LA RESERVE D'INCENDIE

Dans les installations de petite et moyenne importance ou l'on ne peut assurer une surveillance permanente des ouvrages en exploitation, il nécessaire d'interdire matériellement que l'on puisse entamer la réserve d'eau consacrée à l'extinction des incendies, cette interdiction sera levée par une manœuvre manuelle effectuée sur place ou à distance en cas d'incendie.

Pour éviter cet inconvénient, une meilleure solution représentée par la **Figure III.6** consiste à prélever dans tous les cas l'eau au voisinage du fond du réservoir, mais en la faisant transiter en service normal par un siphon situé à la cote supérieure de la réserve d'incendie, et muni d'un évent qui le désamorce dès que l'eau atteint ce niveau.

En cas de sinistre, l'ouverture de la vanne 2 (vanne d'incendie) court-circuite le siphon et assure la mise en service de la réserve d'incendie. On évite ainsi la stagnation de l'eau au voisinage du fond du réservoir.

Dans ce cas, il faut disposer en série une troisième vanne 3 pour permettre la réparation sans vider le réservoir.

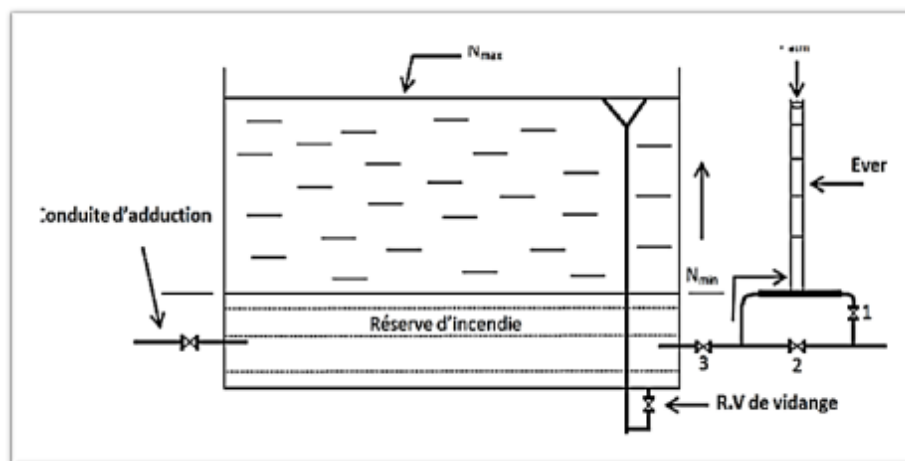


Figure III.7 : Matérialisation de la réserve d'incendie.

III.7 AMENAGEMENT DIVERS

Le réservoir doit être équipé des dispositifs suivants :

- ✚ Gargouilles en toiture pour l'évacuation des eaux.
- ✚ Corniche.
- ✚ Dispositif d'aération (lanterneau d'aération).
- ✚ Un capot ou porte d'accès.
- ✚ Des échelles d'accès.
- ✚ Une clôture de sécurité.

III.8 Étanchéité des réservoirs en béton armé destinés à l'eau pour la consommation humaine

L'étanchéité des réservoirs se rapporte aux revêtements intérieurs, elle peut s'obtenir soit par :

- ❖ Un enduit au mortier de ciment de 1 à 3 cm.
- ❖ Un enduit au mortier de ciment avec incorporation d'un hydrofuge.
- ❖ Étanchéité obtenue dans la masse du béton avec un dosage en ciment approprié et l'usage d'adjuvant et d'hydrofuge.

III.9 ESTIMATION DE CAPACITE DE STOCKAGE

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.

III.9.1 Méthode graphique

C'est une méthode graphique tient compte de la courbe de consommation totale déduite à partir de coefficients de variations horaires de 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 **figure III.8**. Le volume maximal de stockage est obtenu en sommant en valeur absolue les écarts des deux extremums par rapport à la courbe d'apport.

$$V_{\text{util}} = |\Delta V^+| + |\Delta V^-|$$

III.1

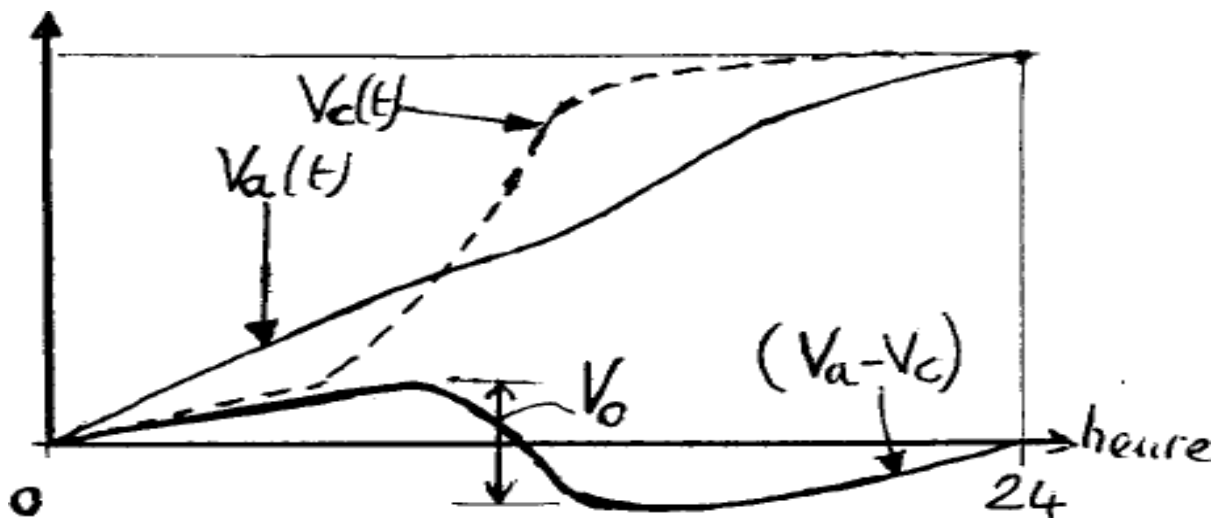


Figure III.8 : Capacité du réservoir - méthode graphique.

III.9.2 Méthode analytique

Cette méthode consiste à déterminer les excès (ΔV^+) et les insuffisances (ΔV^-) d'eau pendant les différentes heures de la journée en fonction des coefficients horaires qui varient suivant les différentes heures de desserte et l'importance de la population. Pour une ville moyenne dont le nombre d'habitants est inférieur à 20000, les coefficients de distribution sont donnés comme suit :

- ✚ De 6 heures à 7 heures = **a**.
- ✚ De 7 heures à 11 heures = **3.5.a**.
- ✚ 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 débit moyen horaire (a) est calculé à partir de relation suivante :

$$a = Q_{\text{max.j}} / 24$$

III.2

Avec :

a : débit moyen horaire (m^3/h).

Q_{max.j} : débit max journalier (m^3/j).

Le volume nécessaire des réservoirs sera alors égal à :

$$V_{\text{utile}} = (5+4.75) a = 10 a \quad \text{III.3}$$

V_{utile} d'après la formule III-3 représente 41.66% du $Q_{\text{max.j}}$, On prend généralement :

$$V_{\text{utile}} = 50 \% \text{ de } Q_{\text{max.j}} \quad \text{III.4}$$

III.10 détermination des caractéristiques géométriques pour un pré-dimensionnement d'un réservoir circulaire en béton arme (réseau 2 = 300 m³)

Une approche très intéressante est présentée par M. Fonlladosa pour le pré-dimensionnement des réservoirs circulaires.

Soit V_{util} le volume utile du réservoir.

Le diamètre (d) intérieur du réservoir est donné par la formule suivante :

$$d = 1.405 * \sqrt[3]{V_{\text{util}}} \quad \text{III.5}$$

$$V_{\text{util}} = 0.4166 * 1097$$

$$V_{\text{util}} = 457.01 \text{ m}^3$$

$$d = 11 \text{ m}$$

La hauteur (h) du radier au trop plein est donnée par la formule suivante :

$$h = 0.46 * d \quad \text{III.6}$$

$$h = 5.06 \text{ m}$$

La hauteur (h_0) entre le trop plein et la ceinture est donnée par la formule suivante :

$$h_0 = 0.10 * d \quad \text{III.7}$$

$$h_0 = 1.1 \text{ m}$$

La flèche (f) de la coupole est donnée par la formule suivante :

$$f = 0.104 * d \quad \text{III.8}$$

$$f = 1.144 \text{ m}$$

III.11 ÉTAT DES LIEUX DE LA CAPACITE DE STOCKAGE AU VILLAGE HOURA

- ✓ Le village HOURA dispose de trois réservoirs circulaires en béton armé de capacités 300+300+100 m³.
- ✓ La capacité de stockage totale du village est de **700 m³**.
- ✓ Le débit maximal journalier du village HOURA est **Q_{max,j} = 1 097**.
- ✓ Le volume de stockage nécessaire pour le village HOURA est **50 % de Q_{max,j}**:

$$0.5 * 1\ 097 = 549\ m^3$$

III.12 LOCALISATION DES RESERVOIRS DU VILLAGE HOURA



Figure III.9 : Réservoir 300 M3 HOURA Centre du village.



Figure III.10 : Réservoir 100 M3 HOURA forêt.



Figure III.11 : Réservoir 300 M3 HOURA stade.

CONCLUSION

À la lumière de ce qui précède on peut souligner l'importance des observations suivantes :

Avoir des capacités de stockage suffisantes est une condition sinequanone pour le bon fonctionnement des systèmes de distribution en AEP.

En l'absence de données fiables de la variation de la consommation en eau, la moitié du débit maximum journalier peut être considérée comme une approche forfaitaire satisfaisante.

La méthodologie de **M. Fonlladosa** pour le pré-dimensionnement des caractéristiques géométriques des réservoirs circulaire nous offre des orientations très intéressantes dans

L'éventualité de conception et de calcul de tel ouvrage surtout que l'on sait que la forme circulaire est la plus prisée à l'échelle du pays.

Dans l'absolue, le village HOURA dispose de capacités de stockage suffisantes à court, moyen et long terme, mais qui doivent être vérifiées secteur par secteur

Chapitre IV

ETUDE DE LA DISTRIBUTION



INTRODUCTION

Après avoir estimé les besoins en eau d'une agglomération quelconque, on doit faire le choix convenable du réseau à réaliser afin de pouvoir distribuer l'eau dans des très bonnes conditions, aux différentes catégories de consommateurs recensées au niveau de l'agglomération.

Ainsi, les canalisations devront avoir un diamètre suffisant, de façon à assurer les débits maximaux avec une pression au sol compatible avec la hauteur des immeubles.

La distribution de l'eau potable est le processus par lequel l'eau potable est acheminée depuis les sources d'approvisionnement (forage, source, barrage...) jusqu'aux consommateurs (robinets). Ce processus implique généralement plusieurs étapes, notamment le traitement de l'eau, le stockage, le transport et la livraison aux utilisateurs.

Voici une brève description des différentes étapes de la distribution de l'eau potable :

- ❖ **Captage de l'eau :** L'eau potable peut provenir de sources diverses telles que les rivières, les lacs, les puits ou les nappes phréatiques. Elle est captée à partir de ces sources en utilisant des méthodes appropriées.
- ❖ **Traitement des eaux :** Une fois captée, l'eau passe par un processus de traitement pour la rendre propre et sûre à la consommation. Les étapes de traitement peuvent inclure la filtration, la désinfection et d'autres processus visant à éliminer les contaminants et les impuretés.
- ❖ **Stockage :** L'eau traitée est ensuite stockée dans des réservoirs ou des bassins de stockage pour répondre aux besoins de consommation à court terme et assurer une distribution régulière aux consommateurs.
- ❖ **Réseau de distribution :** A partir des réservoirs de stockage, l'eau potable est distribuée à travers un réseau de canalisations souterraines. Ces canalisations sont souvent divisées en plusieurs tronçons.
- ❖ **Distribution aux consommateurs :** L'eau potable est acheminée par des canalisations principales vers les branchements individuels qui desservent les résidences, les bâtiments commerciaux, les industries, etc. Des compteurs d'eau sont utilisés pour mesurer la consommation d'eau de chaque utilisateur.
- ❖ **Maintenance et surveillance :** Les réseaux de distribution nécessitent un entretien régulier pour s'assurer de leur bon fonctionnement. Cela garantira ainsi une durée de vie importante.

Les fournisseurs d'eau effectuent des inspections, des réparations et des tests de qualité de l'eau pour garantir la conformité aux normes sanitaires établies par l'OMS.

La distribution de l'eau potable est généralement gérée par des services publics de l'eau, des compagnies ou des entreprises privées spécialisées dans la gestion des ressources hydriques.

Ces entités sont responsables de la collecte des factures d'eau, de la maintenance des infrastructures, de la surveillance de la qualité de l'eau et de la gestion de la distribution dans leur zone de service.

IV.1 TYPES DES RESEAUX DE DISTRIBUTION

Il existe différents types de réseau de distribution possédant chacun ses propres caractéristiques. Nous pouvons citer parmi ces réseaux :

IV.1.1 Le réseau maillé

Dans le contexte de l'AEP, un réseau maillé est un système de distribution d'eau qui utilise une configuration en forme de maillage interconnecté pour acheminer l'eau vers différents points de consommation.

Dans un réseau maillé, chaque tronçon de conduite est relié à plusieurs autres conduites formant ainsi une structure en maille ou en grille, cela signifie qu'il existe plusieurs chemins possibles pour l'acheminement de l'eau ce qui permet une redondance et une flexibilité accrues dans la distribution.

IV.1.2 Les avantages d'un réseau maillé en AEP

- ❖ **Fiabilité** : En cas de rupture ou d'incendie sur une conduite, l'eau peut être acheminée via des itinéraires alternatifs, assurant ainsi une continuité de service pour les points de consommation.
- ❖ **Equilibrage de la pression** : Le maillage du réseau permet de répartir la pression de l'eau de manière plus homogène, évitant ainsi les variations de pression significatives entre les différentes parties du réseau.
- ❖ **Flexibilité** : Un réseau maillé offre une plus grande flexibilité pour ajuster les flux d'eau en fonction des besoins de la zone desservie. Il permet également de gérer plus facilement les extensions ou les modifications ultérieures du réseau.

- ❖ **Optimisation des ressources** : Un réseau maillé permet une meilleure utilisation des ressources en eau en permettant des transferts entre différentes parties du réseau en fonction de la demande.

La conception d'un réseau maillé nécessite une planification soignée pour déterminer les points de connexion, les tailles des conduites appropriées, les vannes de régulation et les dispositifs de contrôle nécessaire.

Des études hydrauliques et des simulations peuvent être utilisées pour optimiser la conception du réseau maillé en fonction des conditions spécifiques de la zone desservie.

Les réseaux maillés sont couramment utilisés dans les systèmes d'AEP, des zones urbaines ou densément peuplées ou une distribution fiable et une résilience accrue sont essentielles.

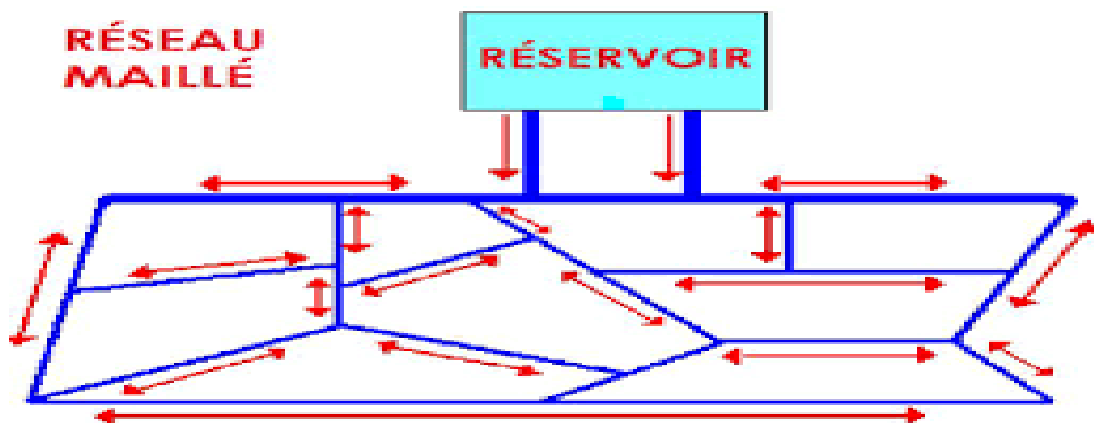


Figure IV.1 : Schéma d'un réseau maillé.

IV.1.3 Réseau ramifié : En ce qui concerne l'AEP, un réseau ramifié désigne un système de distribution d'eau dans lequel une conduite principale se divise en plusieurs branches plus petites pour approvisionner différents points de consommation. Ce type de réseau est souvent utilisé dans les zones rurales ou résidentielles.

Dans un réseau ramifié, une conduite principale généralement de plus gros diamètre est connectée à une source d'eau telle qu'un réservoir ou une station de traitement. A partir de cette conduite principale, des conduites plus petites se détachent pour desservir des zones spécifiques, des quartiers ou des habitations individuelles.

IV.1.3.1 Les avantages d'un réseau ramifié en AEP

- ❖ La circulation de l'eau dans un seul sens (des conduites principales vers les conduites secondaires vers les conduites tertiaires).
- ❖ Chaque point du réseau n'est alimenté en eau que d'un seul côté.
- ❖ Ce réseau présente l'avantage d'être économique.
- ❖ Le réseau ramifié permet une distribution plus efficace de l'eau potable en s'adaptant aux besoins de différents secteurs.
- ❖ Il peut également entraîner certaines limitations en termes de pression de l'eau, car la pression diminue au fur et à mesure que l'eau se propage le long des conduites plus petites.

IV.1.3.2 Principaux inconvénients

- ❖ Alimentation sans retour dans les conduites.
- ❖ Il manque de sécurité (en cas de rupture d'une conduite principale, tout l'abonné situé à l'aval seront privés de l'eau).

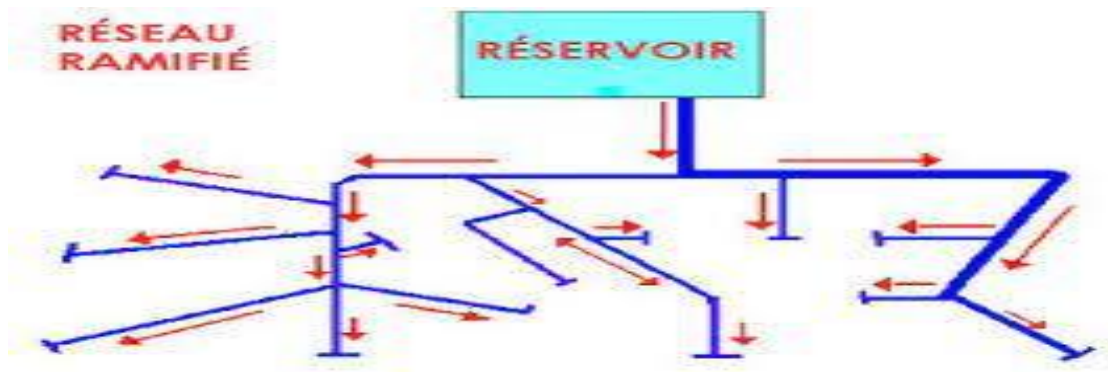


Figure IV.2 : Schéma d'un réseau ramifié.

IV.1.4 Réseau mixte : Un réseau mixte en alimentation en eau potable est un système de distribution d'eau qui combine à la fois les deux réseaux présentés précédemment. Il est utilisé dans certaines zones où une seule méthode de distribution ne serait pas efficace ou économique. Dans un réseau mixte, une partie du système est basée sur la gravité ou l'eau est acheminée du réservoir de stockage élevé vers les utilisateurs finaux. Cela permet une distribution d'eau sans avoir besoin de pompes, car la gravité fournit la pression nécessaire pour transporter l'eau, ce type de réseau est généralement utilisé dans les zones géographiquement favorables où le terrain en pente permet une circulation efficace de l'eau.

IV.1.5 Le principale avantage d'un réseau mixte en AEP

- ❖ Le principal avantage d'un réseau mixte en AEP réside dans sa capacité à combiner différentes sources d'eau et à les traiter de manière optimale, ce qui permet d'assurer une distribution d'eau potable plus résiliente et de meilleure qualité.

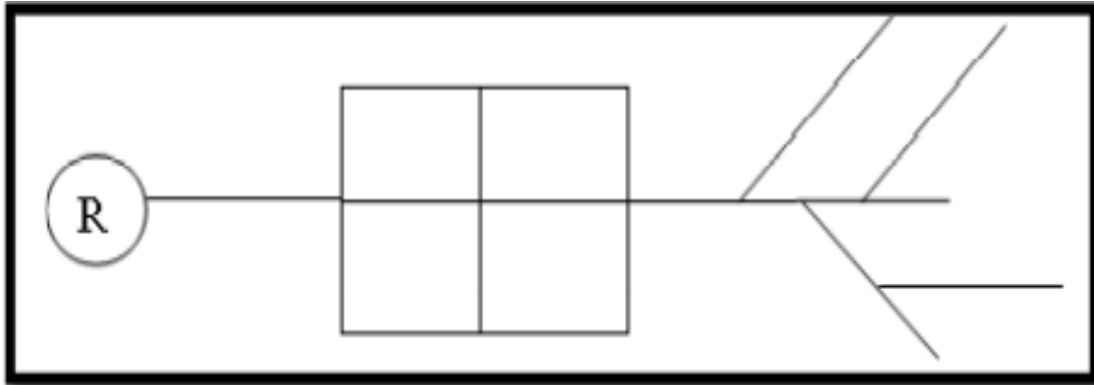


Figure IV.3 : Schéma d'un réseau mixte.

Remarque : Dans le cadre de cette étude et compte tenu de la topographie et de la géographie de notre région d'étude nous avons opté pour un **réseau ramifié**.

IV.2 MODELISATION ET SIMULATION DU RESEAU

Suite à l'essor qu'ont connu en parallèle les mathématiques appliquées et l'informatique, plusieurs logiciels ont été développés dans le but de subvenir aux besoins des ingénieurs et concepteurs dans le domaine de l'hydraulique, capable de faire des simulations et des calculs fastidieux en un temps record. Nous citons à titre d'exemple les plus connus : **WATERCAD, PICCOLO, PORTEAU...** Pour les besoins de notre projet notre choix s'est porté sur le **logiciel EPANET**.

IV.3 HISTOIRE D'EPANET

Le logiciel EPANET est né suite à une initiative du congrès des Etats-Unis qui visait à protéger les ressources naturelles du pays. Dès lors **l'EPA (US Environnementale Protection Agency)** a été chargée de développer des techniques permettant de mieux appréhender les écoulements et les transformations de l'eau dans un réseau d'adduction d'eau potable, depuis 1993, le logiciel est disponible gratuitement pour tous les bureaux d'études et les sociétés d'affermage qui souhaitent l'utiliser, afin d'augmenter la convivialité du logiciel

pour les sociétés francophones, la compagnie générale des eaux a financé la version française sur laquelle nous avons travaillé durant l'élaboration de ce mémoire.

IV.3.1 Définition d'EPANET

EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression. Un réseau est un ensemble de tuyaux, nœuds (jonction de tuyaux), pompes, vannes, bâches et réservoirs.

EPANET calcule le débit dans chaque tuyau, la pression à chaque nœud, le niveau de l'eau dans les réservoirs et la concentration en substance chimiques dans les différentes parties du réseau, au cours d'une durée de simulation divisée en plusieurs étapes.

Le logiciel est également capable de calculer les temps de séjours et de suivre l'origine de l'eau.

EPANET a pour objectif une meilleure compréhension de l'écoulement et de l'usage de l'eau dans les systèmes. Il peut être utilisé pour différents types d'application dans l'analyse des systèmes de distribution.

En voici quelques exemples : Définition d'un programme de prélèvement d'échantillon, calage d'un modèle hydraulique, simulation du chlore résiduel, et estimation de l'exposition de la population à une substance.

EPANET offre une aide à la recherche de stratégie alternative pour gérer le réseau comme par exemple :

- ❖ Utilisation en alternance des différentes ressources du système.
- ❖ Modifier le régime de pompes ou de marnage des réservoirs.
- ❖ Préciser l'usage des stations de chloration (ou autres traitement).
- ❖ Planifier l'entretien et le remplacement de certaines canalisations.

EPANET offre également d'autres avantages importants parmi lesquelles :

- ❖ Il évite aux bénéficiaires de devenir des otages de nos propres essais.
- ❖ Il évite les conflits avec la population locale ou avec les autorités du pays.
- ❖ Il permet d'améliorer la solidité du réseau en évitant d'interminables installations et désinstallations.

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

IV.3.2 Capacités pour la modélisation hydraulique

Une modélisation hydraulique scrupuleuse et complète est la première condition pour pouvoir modéliser la qualité de l'eau de manière efficace, EPANET contient un moteur de calcul hydraulique moderne ayant les caractéristiques suivantes :

- ❖ La taille du réseau étudié est illimitée
- ❖ Pour calculer les pertes de charge dues à la friction, il dispose des formules de **Hazen-Williams, Darcy-Weisbach et Chezy-Manning**.
- ❖ Il inclure les pertes de charges singulières aux coudes, etc.
- ❖ Il peut calculer l'énergie consommée par une pompe et son coût.
- ❖ Il peut modéliser différents types de vannes comme des clapets anti retour, des vannes contrôlent de pression ou débit, des vannes d'arrêt, etc.
- ❖ Les réservoirs peuvent avoir des formes variées (le diamètre peut varier avec la hauteur).
- ❖ Il peut y avoir différentes catégories de demandes aux nœuds, chaque une avec une caractéristique propre.
- ❖ Il peut modéliser les consommations dépendantes de la pression (buses par exemple).
- ❖ Le fonctionnement de station de pompage peut être piloté par des commandes simples (heures de marche / arrêt en fonction du niveau d'un réservoir), ou des commandes élaborées plus complexes.

IV.3.3 Capacités pour la modélisation de la qualité de l'eau

En plus des simulations hydrauliques, EPANET peut modéliser la qualité de l'eau, on dispose ainsi des capacités suivantes :

- ❖ Modélisation du déplacement d'un traceur pendant la durée de la simulation.
- ❖ Modélisation des déplacements et les variations de concentration en plus ou en moins que subit une substance (par exemple un produit secondaire de désinfection, ou de chlore résiduel).
- ❖ Modélisation du temps de séjour de l'eau dans le réseau

- ❖ Indication à chaque nœud de la proportion d'eau provenant d'une ressource distincte.
- ❖ Modélisation des réactions d'évolution de la qualité de l'eau dans la masse et aux parois.
- ❖ Utilisation des cinétiques d'ordre N pour calculer les réactions dans la masse d'eau.
- ❖ Utilisation des cinétiques d'ordre UN ou ZERO pour calculer les réactions aux parois des tuyaux.
- ❖ Limitations de transfert de masse pour modéliser les réactions aux parois.
- ❖ Fixation d'une concentration limite des réactions.
- ❖ Utilisation d'un coefficient de vitesse de réaction globale et des coefficients spécifiques pour certains tuyaux.
- ❖ Etablissement d'une corrélation entre les coefficients de vitesse de réaction au niveau de la paroi en fonction de la rugosité du tuyau.
- ❖ Introduction d'une substance quelconque à différents emplacements du réseau variant dans le temps en débit massique ou en concentration.
- ❖ Mélange d'eau dans les réservoirs : mélange parfait, à flux piston ou en deux compartiments.

En utilisant ces capacités, EPANET peut modéliser des phénomènes en rapport avec la qualité de l'eau comme :

- ❖ Le mélange d'eau provenant de différentes sources.
- ❖ Le temps de séjour de l'eau dans le réseau.
- ❖ Diminution du chlore résiduel.
- ❖ Le croisement des sous-produits de la désinfection.
- ❖ La diffusion d'un polluant dans le réseau, introduit en certains points.

IV.3.4 les étapes de l'utilisation d'EPANET

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

- ❖ Dessiner un réseau représentant le système de distribution ou importer une description de base du réseau.
- ❖ Enregistrer dans un fichier au format texte.
- ❖ Saisir les propriétés des éléments du réseau.
- ❖ Décrire le fonctionnement système.

- ❖ Sélectionner un ensemble d'option de simulation.
- ❖ Lancer une simulation hydraulique ou une analyse de la qualité.
- ❖ Visualiser les résultats d'une simulation.

IV.3.5 présentations de la barre d'outils

Pour tracer un réseau nous devons utiliser la barre d'outils suivante :

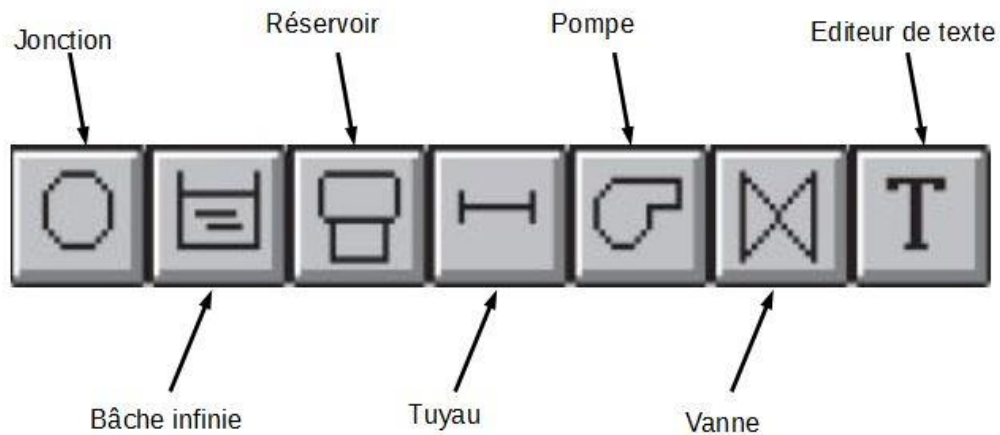




Figure IV.4 : La Barre d'outils.

Chaque élément possède ses propres caractéristiques et a une utilité particulière :


- ❖ **Jonction (ou nœud de demande) :** ce sont des points du réseau où les arcs se rejoignent, ce sont des points d'entrée ou de sortie d'eau et peuvent ne pas avoir de débit. Les données d'entrées minimales pour les nœuds de demandes sont : l'altitude au-dessous d'un plan plus de références (généralement le niveau de la mer), la demande en eau et la qualité de l'eau initiale.
- ❖ **Bâche infinie :** Ce sont des nœuds représentant une source externe de capacité infinie permettant de modéliser des lacs, des couches d'aquifère ou encore des rivières d'eau extérieur. Les données de base pour la bâche infinie sont la charge totale et la qualité initiale de l'eau.
- ❖ **Réservoir :** Ce sont des nœuds avec une capacité de stockage, dont le volume d'eau stocké peut varier au cours du temps. Les données de base pour les réservoirs sont : l'altitude du radier, le diamètre, le niveau initial minimal et maximal de l'eau et la qualité initiale de l'eau.


- ❖ **Tuyau** : Ce sont des arcs qui transportent l'eau d'un point du réseau un autre.
EPANET suppose que tous les tuyaux sont pleins à tout instant, l'eau s'écoule alors de l'extérieure qui a la charge hydraulique la plus élevée a elle qui a la charge hydraulique la plus faible. Les données de base pour les tuyaux sont : Les nœuds initial et final, le diamètre, la longueur, le coefficient de rugosité et l'état (ouvert, fermé ou avec clapet anti-retour).
- ❖ **Pompe** : Les pompes sont des arcs qui ajoutent de l'énergie à un fluide et augmentent ainsi sa charge hydraulique. Les principaux paramètres d'entrée sont : ses nœuds d'aspiration et de décharge et sa courbe caractéristiques, si on n'utilise pas de courbe caractéristiques, la pompe est représentée comme un élément qui fournit une puissance constante au fluide pour toutes les combinaisons.
- ❖ **Vannes** : Les vannes sont des arcs qui limitent la pression ou le débit en un point précis du réseau. Les principaux paramètres d'entrées sont : Les nœuds d'entrées et de sortie, le diamètre, type de vanne, la consigne de fonctionnement et l'état de la vanne.


 Crée un nouveau projet EPANET.


 Ouvre un projet existant.


 Enregistre le projet actuel.


 Imprimer la fenêtre actuelle.


 Copie le contenu de la fenêtre actuellement active dans la presse papier ou dans un fichier.


 Efface l'objet sélectionné.


 Localise un objet dans le réseau.


 Exécuter une simulation.


 Cherche des éléments dans le réseau qui répondent à des critères spécifiques.


 Reproduit graphiquement les résultats dans une nouvelle fenêtre.


 Reproduit un nouveau tableau des valeurs.


 Definie les options poue la visualisation du schéma, du rapport, du graphique ou du tableau actuellement actif.


 Permet la selection d'un objet dans le schéma.


 Permet la selection des sommes
du tracé sur le schéma.


 Deplacer le schéma du réseau.


 Permet la selection d'une region
limitée dans le schéma.


 Permet de voir le schéma de plus
prés.


 Ajouter une bache au schéma du
réseau.


 Ajouter un réservoir au schéma.


 Ajouter un tuyau au schéma.


 Ajouter une pompe au schéma.

 Ajouter une vanne de régulation
au schéma.

 Ajouter une étiquète au schéma.

 Permet de voir le schéma de plus
loin.

 Redessine la carte en pleine
échelle.

 Ajouter un nœud de demande au
schéma du réseau.

IV.4 STRUCTURE DES RESEAUX

Les principaux éléments d'un réseau de distribution sont :

- Les conduites.
- Les branchements.
- Les pièces spéciales (coudes, raccordements, vannes, compteurs, ...).

IV.5 CONCEPTION D'UN RESEAU DE DISTRIBUTION

Pour la conception d'un réseau de distribution, il est nécessaire de tenir compte de certains facteurs :

- L'emplacement des quartiers.
- L'emplacement des consommateurs.
- Le relief.

IV.5.1 Principe de tracé d'un réseau de distribution

Pour tracer le réseau, il y a de nombreuses conditions qu'il faut respecter :

- Choisir le lien de consommation principale.
- Déterminer le sens principal de masse ou des quantités totales d'eau.
- Tracer les conduites maitresses, ces conditions doivent être situées sur les côtes géodésiques les plus élevées pour bien répartir l'eau.
- Tracer les conduites maitresses à travers les quartiers et prévoir les lignes secondaires.

IV.5.2 Dimensionnement d'un réseau d'eau (gravitaire)

Le dimensionnement d'un réseau gravitaire de distribution d'eau consiste à choisir pour chaque tronçon du réseau dont la topologie est donnée, le diamètre de la canalisation permettant d'acheminer la demande de pointe aux consommateurs finaux avec une pression adéquate tout en minimisant le cout total d'investissement.

Les sources d'eau sont à une altitude plus élevée que les points de consommation, ce qui évite l'utilisation de pompes.

IV.5.3 Description du réseau de distribution

Dans notre cas, on a choisi de faire la distribution pour le village HOURA précédemment présenté (voir chapitre 1). La distribution se fera par gravité, à partir d'un réservoir d'une capacité de **300 M³** situé à la cote **931 m**. L'ossature du réseau sera ramifiée d'un linéaire de **3.337 km**.

IV.5.4 Calcul hydraulique du réseau de distribution

La détermination des débits dans un réseau s'effectue selon les étapes suivantes :

- ❖ Détermination de la longueur de chaque tronçon.
- ❖ Calculer les débits en route pendant l'heure de pointe.
- ❖ Déterminer les débits spécifiques.
- ❖ Déterminer les débits supposés concentrés aux nœuds.

IV.6 ESTIMATION DES DIFFERENTS DEBITS DE ROUTE ET NODAUX (RESEAU 2)

L'estimation des différents débits de route et nodaux se fera proportionnellement aux nombres de constructions constatées pour chaque segment du réseau. La méthodologie suivie est comme suit :

- ✓ On va comptabiliser pour chaque tronçon le nombre d'habitations à alimenter avec le plus de précision possible, et ce en utilisant les images satellitaires.
- ✓ On va attribuer une moyenne d'occupation de logements égale à 6 hab / construction.
- ✓ On va attribuer une dotation de **150 l/j/hab**.
- ✓ Le coefficient de variation maximale journalière $K_{max,j}$ sera pris égal à **1.3**.
- ✓ Le coefficient de variation maximale horaire $K_{max,h} = \alpha \max * \beta_{max}$
- ✓ Avec : $\alpha \max = 1.3$ et β_{max} sera calculé ultérieurement en fonction du nombre d'habitants.
- ✓ On calcule le débit de route qui correspond au débit à prélever dans de chaque tronçon.
- ✓ On calcule les débits nodaux qui correspondent à la moitié des débits route connectés au nœud.

Les tableaux suivants compilent les données accumulées ainsi que les calculs réalisés.

Tableau IV.1 : Calcul des débits en route du réseau 2.

TR	(m)	(mm)	N° de maison	d'hab par ma	N°d'hab du tron	Dot	Qmoy.j	K max.j	Qmax.j	Qmoy.h	amax	b max	Kmax.h	Qmax.h	Qmax.h
1	297,5	125	0	0	0	150	0	1,3	0	0	1,3	1,69	2,197	0	0
2	117,5	110	6	6	36	150	5,4	1,3	7,02	0,2925	1,3	1,69	2,197	0,643	0,179
3	24	75	3	6	18	150	2,7	1,3	3,51	0,1463	1,3	1,69	2,197	0,321	0,089
4	16	63	3	6	18	150	2,7	1,3	3,51	0,1463	1,3	1,69	2,197	0,321	0,089
5	26,5	63	4	6	24	150	3,6	1,3	4,68	0,195	1,3	1,69	2,197	0,428	0,119
6	141	90	11	6	66	150	9,9	1,3	12,87	0,5363	1,3	1,69	2,197	1,178	0,327
7	65	63	3	6	18	150	2,7	1,3	3,51	0,1463	1,3	1,69	2,197	0,321	0,089
8	6,5	75	2	6	12	150	1,8	1,3	2,34	0,0975	1,3	1,69	2,197	0,214	0,059
9	50,5	63	10	6	60	150	9	1,3	11,7	0,4875	1,3	1,69	2,197	1,071	0,298
10	42,5	75	4	6	24	150	3,6	1,3	4,68	0,195	1,3	1,69	2,197	0,428	0,119
11	89,5	63	10	6	60	150	9	1,3	11,7	0,4875	1,3	1,69	2,197	1,071	0,298
12	82,5	63	14	6	84	150	12,6	1,3	16,38	0,6825	1,3	1,69	2,197	1,499	0,416
13	72	75	6	6	36	150	5,4	1,3	7,02	0,2925	1,3	1,69	2,197	0,643	0,179
14	40,5	63	5	6	30	150	4,5	1,3	5,85	0,2438	1,3	1,69	2,197	0,536	0,149
15	7	75	2	6	12	150	1,8	1,3	2,34	0,0975	1,3	1,69	2,197	0,214	0,059
16	36	63	3	6	18	150	2,7	1,3	3,51	0,1463	1,3	1,69	2,197	0,321	0,089
17	28	75	2	6	12	150	1,8	1,3	2,34	0,0975	1,3	1,69	2,197	0,214	0,059
18	12	50	7	6	42	150	6,3	1,3	8,19	0,3413	1,3	1,69	2,197	0,75	0,208
19	6,5	75	2	6	12	150	1,8	1,3	2,34	0,0975	1,3	1,69	2,197	0,214	0,059
20	18	50	2	6	12	150	1,8	1,3	2,34	0,0975	1,3	1,69	2,197	0,214	0,059
21	41	75	4	6	24	150	3,6	1,3	4,68	0,195	1,3	1,69	2,197	0,428	0,119
22	38,5	63	5	6	30	150	4,5	1,3	5,85	0,2438	1,3	1,69	2,197	0,536	0,149
23	4	75	2	6	12	150	1,8	1,3	2,34	0,0975	1,3	1,69	2,197	0,214	0,059
24	50	63	6	6	36	150	5,4	1,3	7,02	0,2925	1,3	1,69	2,197	0,643	0,179
25	18,5	50	2	6	12	150	1,8	1,3	2,34	0,0975	1,3	1,69	2,197	0,214	0,059
26	72,5	125	10	6	60	150	9	1,3	11,7	0,4875	1,3	1,69	2,197	1,071	0,298
27	85	63	6	6	36	150	5,4	1,3	7,02	0,2925	1,3	1,69	2,197	0,643	0,179
28	45	125	2	6	12	150	1,8	1,3	2,34	0,0975	1,3	1,69	2,197	0,214	0,059
29	53	75	2	6	12	150	1,8	1,3	2,34	0,0975	1,3	1,69	2,197	0,214	0,059
30	59	63	6	6	36	150	5,4	1,3	7,02	0,2925	1,3	1,69	2,197	0,643	0,179
31	39,5	63	5	6	30	150	4,5	1,3	5,85	0,2438	1,3	1,69	2,197	0,536	0,149
32	23,5	75	3	6	18	150	2,7	1,3	3,51	0,1463	1,3	1,69	2,197	0,321	0,089
33	27,5	63	5	6	30	150	4,5	1,3	5,85	0,2438	1,3	1,69	2,197	0,536	0,149
34	72,5	63	4	6	24	150	3,6	1,3	4,68	0,195	1,3	1,69	2,197	0,428	0,119
35	142	125	9	6	54	150	8,1	1,3	10,53	0,4388	1,3	1,69	2,197	0,964	0,268
36	162	75	9	6	54	150	8,1	1,3	10,53	0,4388	1,3	1,69	2,197	0,964	0,268
37	75	125	5	6	30	150	4,5	1,3	5,85	0,2438	1,3	1,69	2,197	0,536	0,149
38	40,5	63	3	6	18	150	2,7	1,3	3,51	0,1463	1,3	1,69	2,197	0,321	0,089
39	53	110	6	6	36	150	5,4	1,3	7,02	0,2925	1,3	1,69	2,197	0,643	0,179
40	32,5	63	2	6	12	150	1,8	1,3	2,34	0,0975	1,3	1,69	2,197	0,214	0,059
41	44	110	2	6	12	150	1,8	1,3	2,34	0,0975	1,3	1,69	2,197	0,214	0,059
42	32	63	4	6	24	150	3,6	1,3	4,68	0,195	1,3	1,69	2,197	0,428	0,119
43	12	110	3	6	18	150	2,7	1,3	3,51	0,1463	1,3	1,69	2,197	0,321	0,089
44	117,5	75	6	6	36	150	5,4	1,3	7,02	0,2925	1,3	1,69	2,197	0,643	0,179
45	73,5	75	8	6	48	150	7,2	1,3	9,36	0,39	1,3	1,69	2,197	0,857	0,238
46	51,5	63	7	6	42	150	6,3	1,3	8,19	0,3413	1,3	1,69	2,197	0,75	0,208
47	79,5	75	9	6	54	150	8,1	1,3	10,53	0,4388	1,3	1,69	2,197	0,964	0,268
48	27	63	7	6	42	150	6,3	1,3	8,19	0,3413	1,3	1,69	2,197	0,75	0,208
49	42	75	6	6	36	150	5,4	1,3	7,02	0,2925	1,3	1,69	2,197	0,643	0,179
50	205	63	16	6	96	150	14,4	1,3	18,72	0,78	1,3	1,69	2,197	1,714	0,476
51	331,5	75	17	6	102	150	15,3	1,3	19,89	0,8288	1,3	1,69	2,197	1,821	0,506
			280		1680		252	1,3	327,6	13,65	1,3	1,69	2,197	29,99	8,33

IV.7 CALCUL DES DEBITS

IV.7.1 Débit de route : Le débit en route de chacun est le produit de sa longueur par le débit spécifique, il est donné par la formule suivante :

$$Q_r = Q_{sp} \times L_i \quad \text{IV.1}$$

Avec :

Q_r : Débit en route (l/s).

Q_{sp} : Débit spécifique (l/s/m).

L_i : Longueur du tronçon (m).

IV.7.2 Débit au nœud : Le débit de chaque nœud est donnée par la formule suivante :

$$Q_n = \sum Q_c + 0.5 \times \sum Q_r \quad \text{IV.2}$$

Avec :

Q_n : Débit au nœud (l/s).

$\sum Q_r$: La somme des débits en route autour du nœud considéré (l/s).

$\sum Q_c$: La somme des débits localisés au nœud considéré (l/s).

Tableau IV.2 : Calcul des débits nodaux.

N° du nœud	N° des tronçons	Débit route(Qmax.h) (l/s)	Débit nodal (l/s)
1	1	0	0.2385
	2	0.179	
	26	0.298	
2	3	0.089	0.2975
	2	0.179	
	6	0.327	
3	3	0.089	0.1485
	4	0.089	
	5	0.119	
4	5	0.119	0.0595
5	4	0.089	0.0445
6	7	0.089	0.327
	8	0.059	
	13	0.179	
7	6	0.327	
	7	0.089	0.0445
	8	0.059	0.238
8	10	0.119	
	9	0.298	
	9	0.298	0.149
10	11	0.298	0.4165
	10	0.119	
	12	0.416	
11	11	0.298	0.149
12	12	0.416	0.208
13	15	0.059	0.1935
	14	0.149	
	13	0.179	
14	14	0.149	0.0745
15	15	0.059	0.1035
	16	0.089	
	17	0.059	
16	16	0.089	0.0445
17	17	0.059	0.163
	18	0.208	
	19	0.059	

18	18	0.208	0.104
19	19	0.059	0.1185
	20	0.059	
	21	0.119	
20	20	0.059	0.0295
21	21	0.119	0.1635
	22	0.149	
	23	0.059	
22	22	0.149	0.0745
23	23	0.059	0.1485
	24	0.179	
	25	0.059	
24	24	0.179	0.0895
25	25	0.059	0.0295
26	26	0.298	0.268
	27	0.179	
	28	0.059	
27	27	0.179	0.0895
28	28	0.059	0.193
	29	0.059	
	35	0.268	
29	29	0.059	0.238
	30	0.179	
	31	0.149	
	32	0.089	
30	30	0.179	0.0895
31	31	0.149	0.0745
32	32	0.089	0.1785
	33	0.149	
	34	0.119	
33	33	0.149	0.0745
34	34	0.119	0.0595
35	35	0.268	0.3425
	36	0.268	
	37	0.149	
36	36	0.268	0.134
37	37	0.149	0.2085
	38	0.089	
	39	0.179	
38	38	0.089	0.0445

39	39	0.179	0.1485
	40	0.059	
	41	0.059	
40	40	0.059	0.0295
41	41	0.059	0.1335
	42	0.119	
	43	0.089	
42	42	0.119	0.0595
43	43	0.089	0.253
	44	0.179	
	45	0.238	
44	44	0.179	0.0895
45	45	0.238	0.357
	46	0.208	
	47	0.268	
46	46	0.208	0.104
47	47	0.268	0.3275
	48	0.208	
	49	0.179	
48	48	0.208	0.104
49	49	0.179	0.5805
	50	0.476	
	51	0.506	
50	50	0.476	0.238
51	51	0.506	0.253

IV.8 VISUALISATION DES OBJETS

Afin de modifier les paramètres du schéma de notre réseau on doit suivre les étapes suivantes :

Chemin d'accès : Affichage  Option de schéma.

Pour modifier la taille des nœuds, on doit cliquer sur l'icône nœuds.

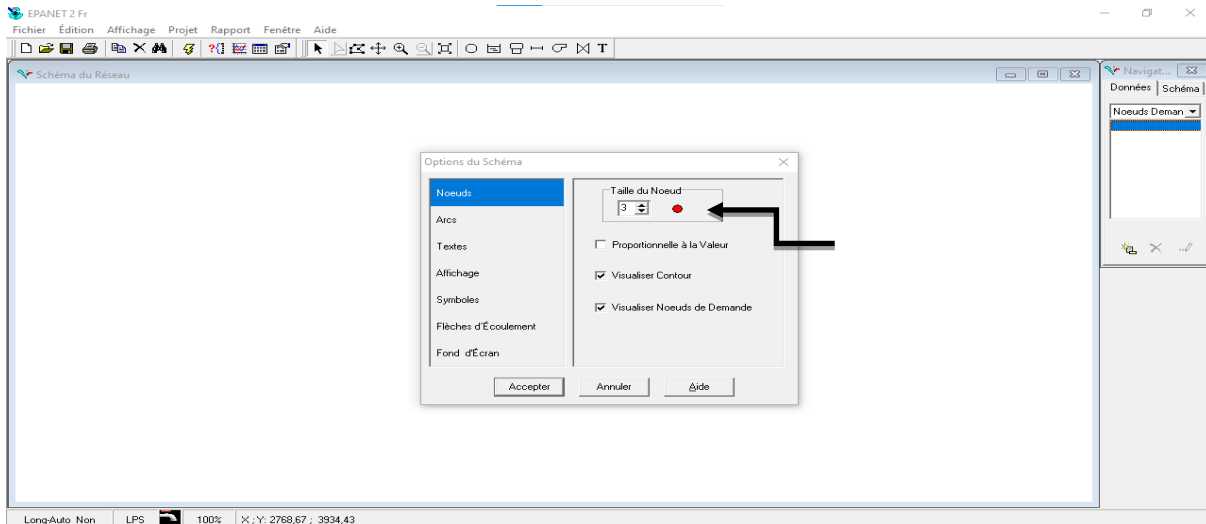


Figure IV.5 : Taille du nœud.

Pour augmenter la taille (largeur) de dessin on suivre la même méthode :

Affichage \longrightarrow Option de schéma.

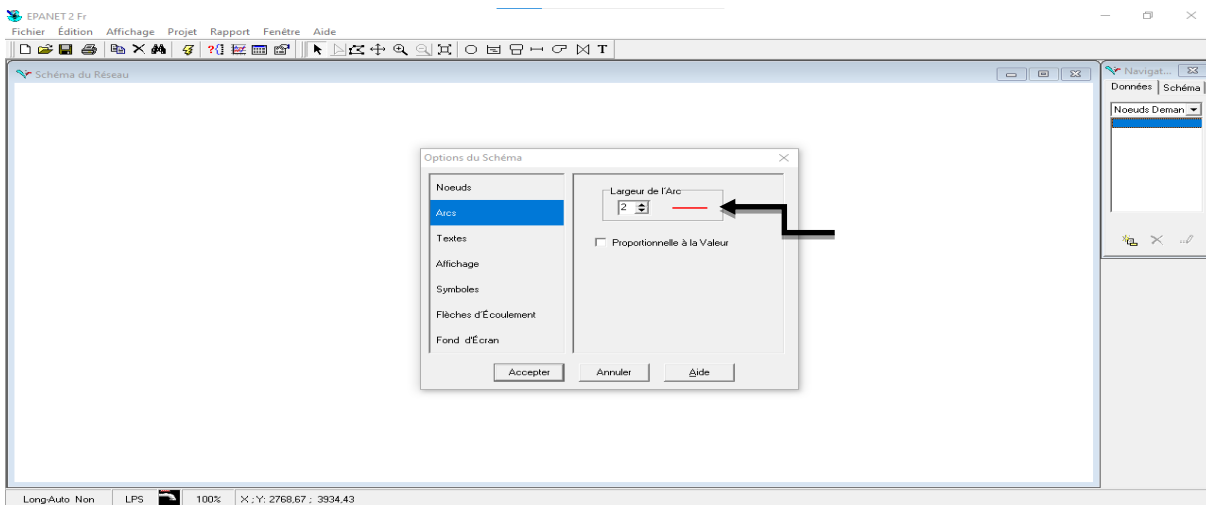


Figure IV.6 : Largeur de l'arc.

On clique sur affichage dans la barre d'utile en suite option du schéma après affichage, on doit cocher sur, visualiser ID nœuds, visualiser ID arcs, visualiser valeurs des nœuds et visualiser valeurs des arcs.

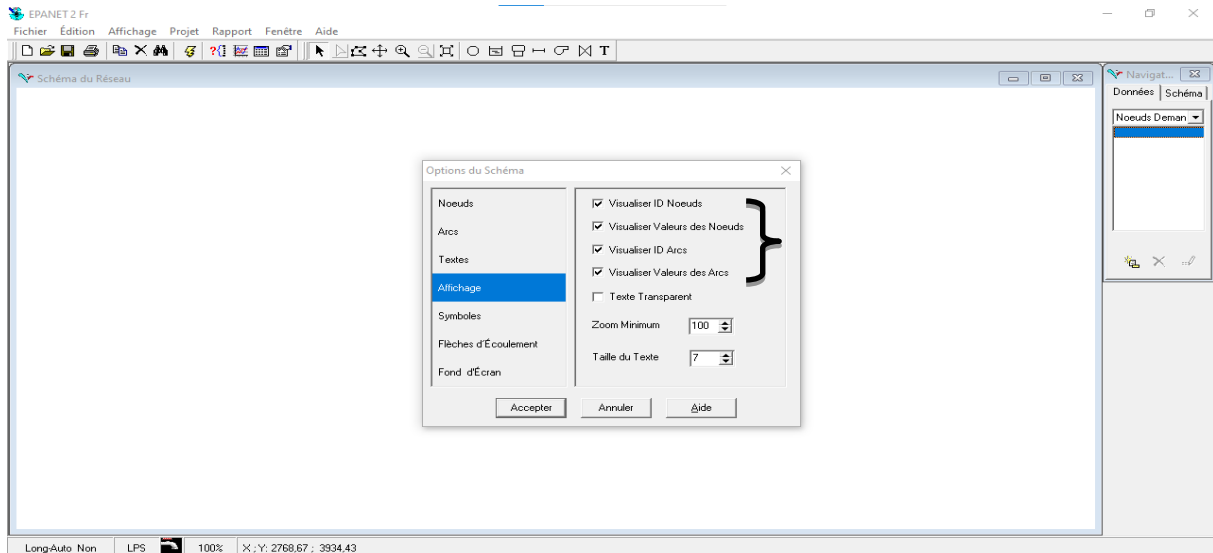


Figure IV.7 : Affichage.

On peut ajouter aussi des flèches pour notre schéma on suit toujours la même méthode puis on sélectionne flèches d'écoulement en sélectionnant par exemple (Plein).

Après avoir terminé, on clique sur Accepter.

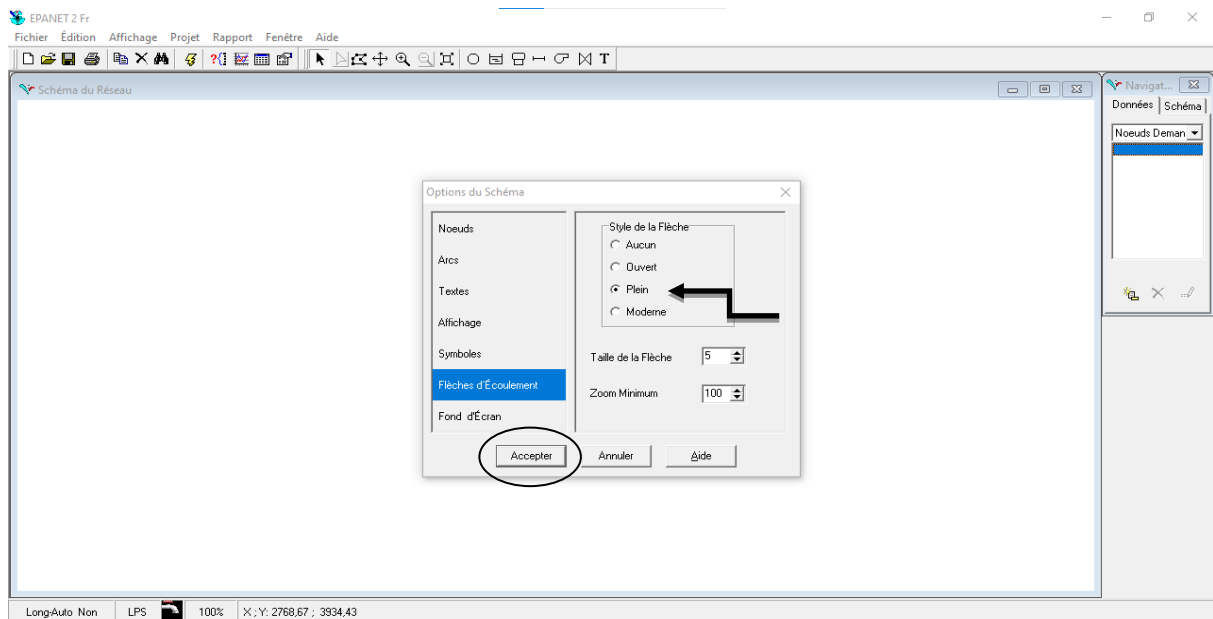


Figure IV.8 : Flèches d'écoulement.

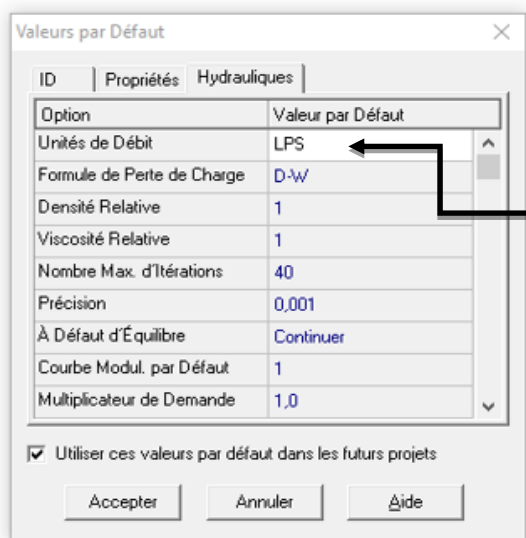
IV.9 PARAMETRE DE CALCUL

La première chose à faire est de configurer EPANET pour qu'il travaille avec les bonnes unités. Pour ce faire, on clique sur Projet et dans le menu déroulant, sélectionner par défaut.

Dans le reste de ce manuel on trouvera ce genre d'explication sous la forme de chemins d'accès, le chemin de cette action est donc :

Projet  Par défaut

Dans la boîte de dialogue qui s'affiche, on clique sur l'onglet Hydraulique et surtout assurer que l'unité de mesure est en LPS.



Choisir cette option implique alors l'utilisation des unités suivantes :

- Débit : Litres /seconde
- Pression : Mètre CE
- Diamètre : Millimètre
- Longueur : Mètre
- Dimension : Mètre
- Altitude : Mètre

Figure IV.9 : Valeurs par défaut.

Notre réseau (Réseau 2) est constitué de 51 nœuds et 1 seul réservoir.

Maintenant que nous avons dessiné le réseau, c'est le moment de passer en revue les données nécessaires, avec un double clic sur un objet (nœuds, tuyaux, réservoir) on ouvre une boîte de dialogue avec ses caractéristiques, certaines doivent être saisies manuellement comme, altitude et demande de base (pour les nœuds) et la longueur, le diamètre, la rugosité (pour les tuyaux) et l'altitude du radier pour (les réservoir) et d'autres sont fournis par EPANET.

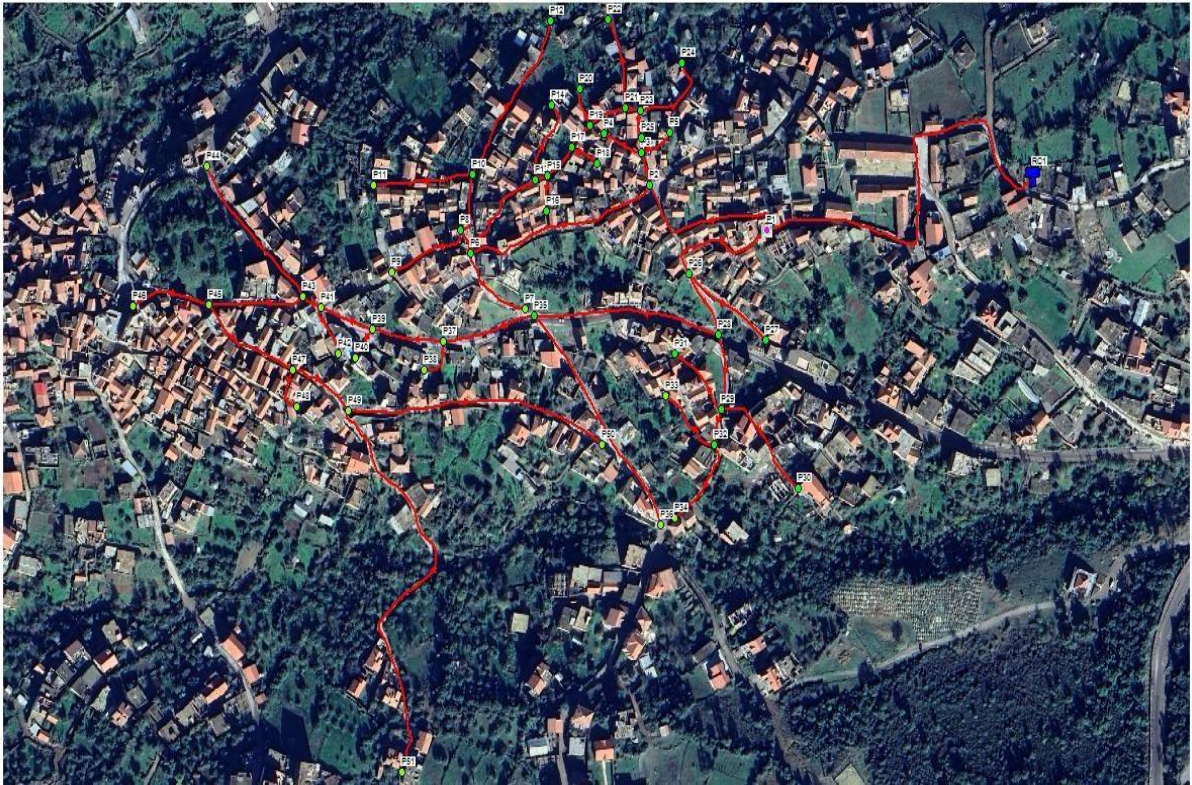


Figure IV.10 : Schéma du réseau projeté sous fond photo satellitaire.



Figure IV.11 : Schéma du réseau projeté sous fond blanc (N° des tronçons).

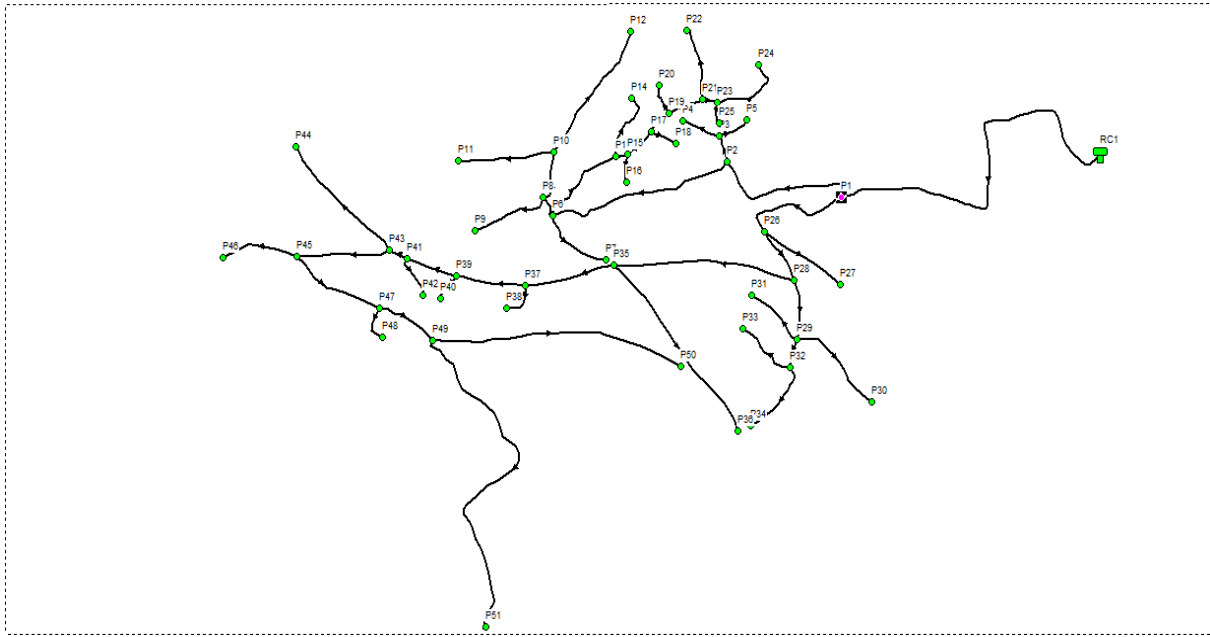
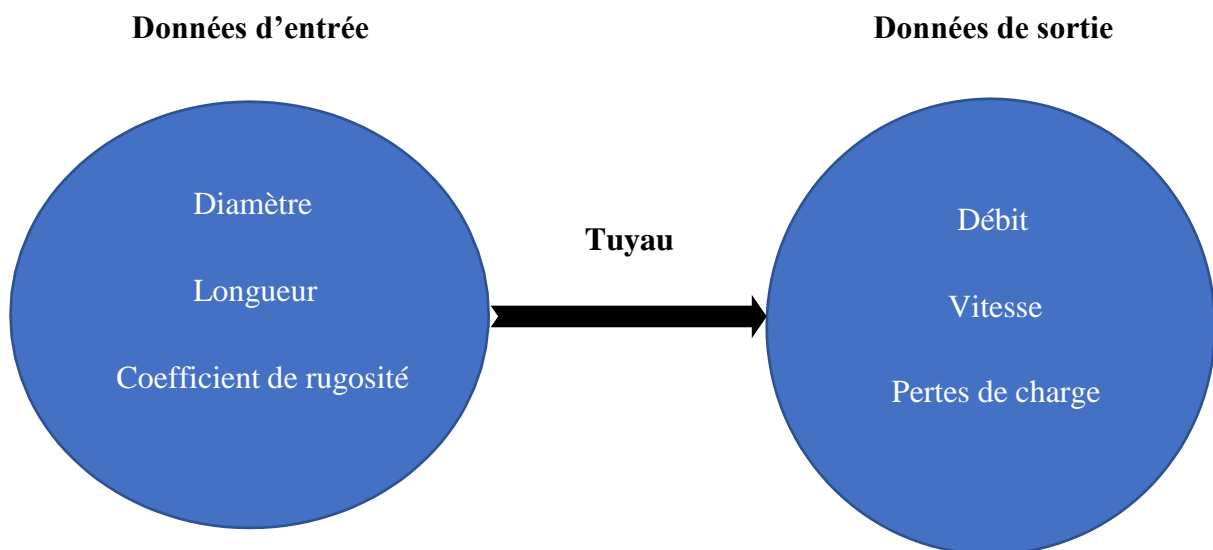


Figure IV.12 : Schéma du réseau projeté sous fond blanc (N° des nœuds).

IV.10 CALCUL DU RESEAU

IV.10.1 Pour les tuyaux

Pour le calcul des pertes de charges, nous avons opté pour la formule de Hazen-Wiliams en prenant le coefficient de rugosité de Hazen-Wiliams égale à 150.



15	7	63	51.4	150	1.07	0.51	5.94	0.04
16	36	63	51.4	150	0.04	0.02	0.02	0
17	28	63	51.4	150	0.92	0.44	4.51	0.13
18	12	63	51.4	150	0.1	0.05	0.08	0
19	6.5	63	51.4	150	0.65	0.31	2.39	0.02
20	18	63	51.4	150	0.03	0.01	0.01	0
21	41	63	51.4	150	0.51	0.24	1.49	0.06
22	38.5	63	51.4	150	0.07	0.04	0.04	0
23	4	63	51.4	150	0.27	0.13	0.47	0
24	50	63	51.4	150	0.09	0.04	0.06	0
25	18.5	63	51.4	150	0.03	0.01	0.01	0
26	72.5	90	73.6	150	4.67	1.1	15.89	1.15
27	85	63	51.4	150	0.09	0.04	0.06	0.01
28	45	90	73.6	150	4.31	1.01	13.72	0.62
29	53	63	51.4	150	0.71	0.34	2.82	0.15
30	59	63	51.4	150	0.09	0.04	0.06	0
31	39.5	63	51.4	150	0.07	0.04	0.04	0
32	23.5	63	51.4	150	0.31	0.15	0.61	0.01
33	27.5	63	51.4	150	0.07	0.04	0.04	0
34	72.5	63	51.4	150	0.06	0.03	0.03	0
35	142	75	61.4	150	3.41	1.15	21.41	3.04
36	162	63	51.4	150	0.13	0.06	0.13	0.02
37	75	75	61.4	150	2.93	0.99	16.2	1.22
38	40.5	63	51.4	150	0.04	0.02	0.02	0
39	53	75	61.4	150	2.68	0.9	13.71	0.73
40	32.5	63	51.4	150	0.03	0.01	0.01	0
41	44	75	61.4	150	2.5	0.84	12.07	0.53
42	32	63	51.4	150	0.06	0.03	0.03	0
43	12	75	61.4	150	2.31	0.78	10.4	0.12
44	117.5	63	51.4	150	0.09	0.04	0.06	0.01
45	73.5	75	61.4	150	1.96	0.66	7.72	0.57
46	51.5	63	51.4	150	0.1	0.05	0.08	0
47	79.5	75	61.4	150	1.5	0.51	4.7	0.37
48	27	63	51.4	150	0.1	0.05	0.08	0
49	42	75	61.4	150	1.07	0.36	2.51	0.11
50	205	63	51.4	150	0.24	0.11	0.37	0.08
51	331.5	63	51.4	150	0.25	0.12	0.41	0.14

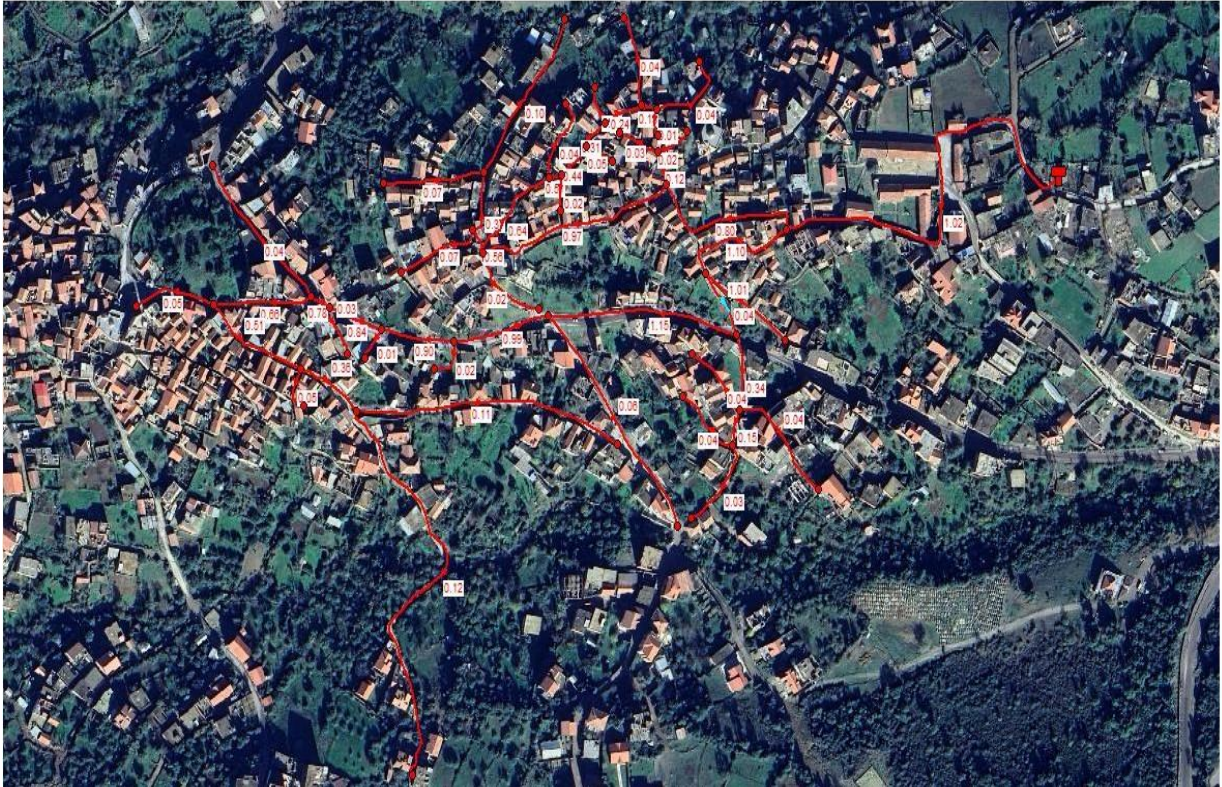


Figure IV.13 : L'état de réseau après simulation cas de débit de pointe (présentation des vitesses).

Commentaire

Cette figure représente l'évolution des vitesses dans le réseau après simulation en considérant le cas du débit de pointe. Les résultats montrent que les vitesses répondent globalement aux recommandations techniques mises à part quelques tronçons qui ne remplissent pas la condition de la vitesse minimale. Cette situation s'explique par les faibles débits de consommations trouvés par le calcul dans ces nœuds.

Tableau IV.4 : État des Nœuds du réseau.

N° Nœud	Altitude	Demande Base	Demande	Charge	Pression
	m	LPS	LPS	mce	bar
1	906	0.2385	0.24	930.21	2.421
2	898	0.2975	0.3	929.16	3.116
3	897	0.1485	0.15	929.15	3.215
4	896	0.0595	0.06	929.15	3.315
5	897	0.0445	0.04	929.15	3.215
6	884	0.327	0.33	926.97	4.297
7	876	0.0445	0.04	926.97	5.097
8	884	0.238	0.24	926.92	4.292
9	876	0.149	0.15	926.92	5.092
10	884	0.4165	0.42	926.79	4.279
11	872	0.149	0.15	926.77	5.477
12	883	0.208	0.21	926.76	4.376
13	890	0.1935	0.19	926.32	3.632
14	890	0.0745	0.07	926.32	3.632
15	892	0.1035	0.1	926.28	3.428
16	891	0.0445	0.04	926.28	3.528
17	893	0.163	0.16	926.15	3.315
18	894	0.104	0.1	926.15	3.215
19	893	0.1185	0.12	926.14	3.314
20	891	0.0295	0.03	926.14	3.514
21	894	0.1635	0.16	926.08	3.208
22	890	0.0745	0.07	926.08	3.608
23	895	0.1485	0.15	926.08	3.108
24	896	0.0895	0.09	926.07	3.007
25	896	0.0295	0.03	926.08	3.008
26	896	0.268	0.27	929.06	3.306
27	894	0.0895	0.09	929.05	3.505
28	887	0.193	0.19	928.44	4.144
29	882	0.238	0.24	928.29	4.629
30	879	0.0895	0.09	928.29	4.929
31	880	0.0745	0.07	928.29	4.829
32	879	0.1785	0.18	928.28	4.928

33	878	0.0745	0.07	928.28	5.028
34	865	0.0595	0.06	928.28	6.328
35	876	0.3425	0.34	925.4	4.940
36	865	0.134	0.13	925.38	6.038
37	872	0.2085	0.21	924.19	5.219
38	866	0.0445	0.04	924.19	5.819
39	868	0.1485	0.15	923.46	5.546
40	864	0.0295	0.03	923.46	5.946
41	864	0.1335	0.13	922.93	5.893
42	856	0.0595	0.06	922.93	6.693
43	859	0.253	0.25	922.8	6.380
44	853	0.0895	0.09	922.8	6.980
45	859	0.357	0.36	922.24	6.324
46	853	0.104	0.1	922.23	6.923
47	859	0.3275	0.33	921.86	6.286
48	858	0.104	0.1	921.86	6.386
49	859	0.5805	0.58	921.76	6.276
50	868	0.238	0.24	921.68	5.368
51	844	0.253	0.25	921.62	7.762
Reservoir	931	Sans Valeur	-8.33	933	2



Figure IV.14 : L’Etat de réseau après simulation cas de débit de pointe (présentation des pressions).

Commentaire

Cette figure représente l'évolution des pressions dans le réseau après simulation en considérant le cas du débit de pointe. A travers ce schéma de simulation on remarque que les pressions sont favorables dans l'ensemble du réseau.

IV.11 DISCUSSIONS DES RESULTATS

- ✓ Le tronçon N°1 devrait être privé de raccordements individuels vu que la pression disponible est insuffisante, l'alimentation de ces habitations se fera par le biais d'un autre sous réseau raccordé au réservoir **300 M³** situé à côté du stade HOURA.
- ✓ Les pressions aux niveaux des nœuds sont très satisfaisantes, elles varient entre **2.421** et **7.762 bar**.
- ✓ La modélisation du comportement du réseau dans le cas des débits de pointes maximum horaire a donné des vitesses aux niveaux de certains arcs très inférieures à la vitesse cible de 1 m/s, cela est dû aux données d'entrée. A titre indicatif nous avons dans le modèle des débits de pointe de **0.04 ; 0.06 ; 0.07 ...l/s** qui sont très loin de la réalité du comportement du système, l'ouverture d'un seul robinet du lavabo donne un débit de **0.2 l/s**.
- ✓ Pour y remédier nous avons posé un débit minimum requis de **2 l/s** pour permettre l'alimentation d'au moins cinq maisons modernes dans de bonnes conditions hydrauliques ce qui correspond à un diamètre nominal **DN 63** pour une vitesse de **0.96 m/s**.

IV.12 ESTIMATION DES BESOINS DE STOCKAGE DE LA ZONE D'ETUDE

- ✓ Le débit maximum journalier de la zone d'étude est de : **327.6 M³**.
- ✓ Les besoins en stockage de la zone d'étude : $V_{\text{utile}} = 50\% Q_{\text{max},j} = 327.6/2 \approx 164 \text{ M}^3$.
- ✓ La capacité de stockage de la zone d'étude est de : **300 M³**.

Donc la zone d'étude on n'a pas besoin de la capacité de stockage supplémentaire.

IV.13 LES DEVIS ESTIMATIFS ET QUANTITATIFS

Un devis est un document écrit qui détaille les coûts, les matériaux, les services et les conditions associé à un projet ou à un service. Il est généralement fourni par un prestataire de service ou un entrepreneur à un client potentiel.

Le devis peut inclure des informations telles que les prix unitaires, les quantités, les délais, les modalités de paiement et toute autre spécification pertinente.

Cela permet au client d'avoir une idée claire des coûts et des services proposés avant de prendre une décision.

Un devis estimatif est une approximation des coûts d'un projet, fournissant une idée générale des dépenses attendues.

Un devis quantitatif détaille les quantités exactes et de main-d'œuvre nécessaires, offrant une estimation plus des coûts.

Nous présentons dans cette étude une étude comparative entre le coût du projet à l'année de réalisation en 2015 et son coût si nous venions à le réaliser en 2023.

Cette partie a été réalisée dans le but d'une part de savoir comment on établit un devis dans un projet et d'autre part pour mettre en évidence le coût des éventuels retards dans la réalisation des projets

IV.14 DISCUSSIONS DES RESULTATS

Les résultats obtenus sont comme suit :

- ✓ Le coût prévisionnel du projet en TTC en 2015 est estimé à **19 352 186,10 DA**.
- ✓ Le coût prévisionnel du projet en TTC en 2023 est estimé à **294 411 528,20 DA**.
- ✓ Soit une différence de **275 059 342,1 DA**. Ce qui représente une augmentation de 52%, cela est dû essentiellement à un niveau d'inflation très important aussi bien au niveau national qu'international.

Tableau IV.5 : Devis estimatifs et quantitatifs (Réseau 2).

N°	Désignation des travaux	U	Quantité	P/Unitaire 2015	Montant 2015	P/Unitaire 2023	Montant 2023
	I/Terrassements						
I-1	Terrassement en tranchée en terrain de toute nature a la machine.	M3	1 066,000	300,00	319 800,00	500,00	533 000,00
I-2	Terrassement en tranchée en terrain de toute nature à la main.	M3	267,000	1 000,00	267 000,00	1 300,00	347 100,00
I-3	Fourniture bardage et pose d'un lit de pose 10cm d'épaisseur avec réglage du fond de fouilles, tuf fin y comprise TSBE.	M3	167,000	1 200,00	200 400,00	1 800,00	300 600,00
I-4	Remblais de protection 20 cm au-dessus de la génératrice supérieure en tuf fin y compris TSBE	M3	500,000	1 200,00	600 000,00	1 800,00	900 000,00
I-5	Remblais de la tranchée en 0-40 de carrière y compris arrosage, compactage et TSBE.	M3	533,000	1 600,00	852 800,00	2 200,00	1 172 600,00
I-6	Remblais en terre de récupération.	M3	133,000	200,00	26 600,00	400,00	53 200,00
I-7	Évacuation des terres excédentaires à la DP.	M3	1 440,000	200,00	288 000,00	400,00	576 000,00
	II/Canalisations						
	Fourniture et pose des Conduites en PEHD PN16, conforme à la norme NA7700, y compris la fourniture.						

II-1	DN 125	ML	297,50	1 200,00	357 000,00	1 800,00	535 500,00
II-2	DN 90	ML	235,00	800,00	188 000,00	900,00	211 500,00
II-3	DN 75	ML	662,00	600,00	397 200,00	700,00	463 400,00
II-4	DN 63	ML	2 134,50	500,00	1 067 250,00	600,00	1 280 700,00
	III-Génie civil						
III-1	Confection des regards de visite de T12 esp 15cm , en béton armé dosé à 350 kg/M3 sur 15cm d'épaisseur avec tampon en fonte série D400 (850 x 850) mm conforme à la norme EN124, y compris fouille, évacuation des terres à la décharge , coffrage, ferrailage, béton de propreté sous radier et fourreau entrée et sorite de regard en PVC , ainsi que toutes sujétions de bonne exécution.	U	3	40 000,00	120 000,00	50 000,00	150 000,00
III-2	Confection des regards de visite, T12 esp 15cm , en béton armé dosé à 350 kg/M3 sur 15cm d'épaisseur avec tampon en fonte série D400 (650 x 650) mm conforme à la norme EN124, y compris fouille, évacuation des terres à la décharge , coffrage, ferrailage, béton de propreté sous radier et fourreau entrée et sorite	U	5	35 000,00	175 000,00	45 000,00	225 000,00

	de regard en PVC , ainsi que toutes sujétions de bonne exécution.						
	IV-Pièces spéciales						
	F/P de vannes de sectionnement en fonte avec brides PN 16 y compris toutes les pièces spéciales de raccordement						
IV-1	DN 100	U	2	35 000,00	70 000,00	50 000,00	100 000,00
IV-2	DN 80	U	1	25 000,00	25 000,00	45 000,00	45 000,00
IV-3	DN 65	U	5	20 000,00	100 000,00	35 000,00	175 000,00
	V-Branchements individuels						
	Travaux de réalisation de branchement particulier en PEHD, composé de : - collier en PEHD électro-soudable avec perforateur intégré. - Robinet équerre en laiton et clapet anti-pollution avec double purge. - Conduite de branchement en PEHD DN25 PN16.						
V-1	Pour une longueur inférieure ou égale à 15 ML sans compteur	U	500	15 000,00	7 500 000,00	25 000,00	12 500 000,00
V-2	Pour une longueur supérieure à 15 ML sans compteur	U	60	20 000,00	1 200 000,00	30 000,00	1 800 000,00
	VI-Divers						
VI-1	Raccordement	FFT	ENS	8 000,00	8 000,00	10 000,00	10 000,00

	chambre de vannes						
VI-2	F/P de grillage avertisseur en doubles files inoxydable	ML	3 329,00	60,00	199 740,00	60,00	199 740,00
VI-3	Traversée de dalot avec fourreau en acier y compris ancrage, buté et toute sujétion de bonne exécution	ML	15,00	4 000,00	60 000,00	5 500,00	82 500,00
VI-4	Croisement d'ouvrage gaz, assainissement, AEP, ouvrage busé, ETC réparation s'il y'a lieu et toute sujétion de bonne exécution	FFT	ENS	100 000,00	100 000,00	150 000,00	150 000,00
VI-5	Découpe, démolition de la chaussée goudronnée ou bétonnée avec les moyens appropriés et remise à l'état initiale et toute sujétion de bonne exécution	M2	1 166,00	1 800,00	2 098 800,00	2 200,00	2 565 200,00
VI-6	Traversée de route goudronnée ou bétonnée (découpage du bitume ou du béton à la découpeuse des deux côtés), démolition, fourreau de protection en acier déclassé et remise en l'état des lieu et TSBE	ML	30,00	4 000,00	120 000,00	5 500,00	165 000,00
VI-7	Plan de recollement sur papier et numérique sur fond blanc et photo satellitaire.	ML	3 329,00	60,00	199 740,00	60,00	199 740,00

	T.H.T	16 540 330,00	T.H.T	24740780,00
	T.V.A (17%)	2 811 856,10	T.V.A (19%)	4 700 748,20
	T.T.C	19 352 186,10	T.T.C	294 411 528,20

CONCLUSION

Dans le cadre de ce chapitre, nous avons présenté dans un premier temps des généralités et définitions sur les réseaux d'eau potable. Nous avons expliqué qu'à cause de l'emplacement des consommateurs nous avons opté pour un réseau ramifié. La nature des conduites est en **PEHD (PN 16)**.

Après la présentation de notre réseau de distribution, nous avons effectué le calcul hydraulique des différents débits. Ces valeurs sont nécessaires pour réaliser les simulations à l'aide du logiciel EPANET.

En utilisant le logiciel EPANET, nous avons la possibilité de modéliser et de simuler ces scénarios pour évaluer la performance de notre réseau tout en garantissant une distribution efficace de l'eau.

Cette approche nous aidera à fournir un service fiable et de qualité aux utilisateurs (consommateurs).

La conception des réseaux d'AEP est simple et complexe à la fois. Simple du point de vue application numérique et ce vu l'essor des outils numériques. Ce qui rend la simulation des variantes de conceptions avec différentes hypothèses très fluide.

Complexe dans la mesure où nous travaillons avec des données et des hypothèses qui ne reflètent pas les états des faits. La rareté des ressources hydriques ne fait que compliquer le travail des ingénieurs.

Chapitre V

PIECES SPECIALES ET ROBINETTERIES



INTRODUCTION

Les réseaux de distribution d'eau potable sont composés essentiellement de canalisations de pièces de raccordement, des éléments de robinetterie.

Quels que soit le fluide transporté (eau potable, eau usée, eau de mer, pétrole, gaz, eau brute, eau chaude, ...), tous les systèmes hydrauliques (AEP, Assainissement, Irrigation, drainage stations de pompage, ...) nécessitent l'installation des robinets (vannes), ces derniers ont pour but de régler le passage d'eau et aussi couper l'eau en cas d'opération d'entretien ou de maintenance.

Les raccords des tuyauteries sont très importants dans les installations hydrauliques. Ils sont des morceaux de tuyau pour faire des changements de directions comme le coude, le té, etc...

Ils sont utilisés dans les systèmes de tuyauterie pour raccorder des secteurs droits de tuyaux ou de tubes, s'adapter à différentes tailles ou formes et a d'autres fins, telles que la régulation (ou la mesure) du débit de fluide, généralement utilisé pour décrire le transport de l'eau, du gaz ou des déchets liquides dans des environnements domestiques ou commerciaux, la (tuyauterie) est souvent utilisé pour décrire le transport de fluides de haute performance spécialisées.

V.1 CANALISATION

Les canalisations sont sans nul doute la colonne vertébrale de tout réseau de distribution d'eau potable, elles sont de forme circulaire de plusieurs diamètres normalisés et usinés dans différents matériaux dont les plus utilisés on peut citer :

V.1.1 Canalisation en fonte ductile

➤ **Avantage**

- ✓ Résistance à la corrosion.
- ✓ Durabilité élevée.
- ✓ Coefficient de friction minime induisant une très petite perte de charge.

➤ **Inconvénients**

- ✓ Coût très élevé.
- ✓ Difficile à magner.
- ✓ Poids très élevé.

❖ **Critères de choix**

- ✓ Convient pour les grands diamètres.
- ✓ Convient pour les hautes pressions
- ✓ Convient pour les terrains agressifs.

V.1.2 Canalisation en acier

➤ **Avantage**

- ✓ Excellente résistance mécanique.
- ✓ Durabilité élevée.
- ✓ Facilité de raccordement par soudure.

➤ **Inconvénients**

- ✓ Problème de corrosion.
- ✓ Difficile à magner.
- ✓ Poids très élevé. Coût très élevé.
- ✓ Nécessitant une protection contre la corrosion

❖ **Critères de choix**

- ✓ Excellente pour les hautes pressions
- ✓ Convient pour les terrains agressifs.

V.1.3 Canalisation en PVC

➤ **Avantage**

- ✓ Légèreté.
- ✓ Durabilité élevée.
- ✓ Résistance à la corrosion
- ✓ Conduite très lisse minimisant ainsi les pertes de charge.

➤ **Inconvénients**

- ✓ Résistance mécanique faible.
- ✓ Sensible aux UV.

❖ **Critères de choix**

- ✓ Utilisation pour les conduites secondaires

V.1.4 Canalisation en PEHD

➤ **Avantage**

- ✓ Légèreté.
- ✓ Flexibilité
- ✓ Durabilité très élevée.
- ✓ Résistance à la corrosion.
- ✓ Facilité d'installation.
- ✓ Conduite très lisse minimisant ainsi les pertes de charge.
- ✓ Coût très réduit.

➤ **Inconvénients**

- ✓ Sensible aux UV.
- ✓ Résistance à la pression réduite.

❖ **Critères de choix**

- ✓ Utilisation courante pour les réseaux de distribution.
- ✓ Excellente pour les zones sujettes aux glissements.

V.2 PRESENTATION DES CANALISATIONS EN PEHD

Les tube en PEHD ne cesse de se développer et de s'améliorer jusqu'à devenir le roi des applications pour tous les réseaux en particulier pour l'eau potable.

La première application du PE dans les canalisations remonte aux années soixante.

Aujourd'hui on parle de PE 100 qui est la résine de 3^{ème} génération, elle est une innovation majeure car elle offre des performances mécaniques et hydrauliques inégalées.

Les canalisations en PEHD cochent la plupart des cases, avec une facilité de pose, en acceptant des rayons de courbures très appréciables, très fiable au niveau des raccordements en procurant une quasi continuité surtout si la liaison est réalisée par soudure, une durée de vie de plus de cinquante ans, avec d'excellentes caractéristiques chimiques, hydrauliques et mécaniques, procurant une résistance à l'entartrage et à la corrosion aussi bien interne qu'externe, s'adapte parfaitement aux réseaux existants quelques soit leurs matériaux, peu sensible aux mouvements de terrain mais par-dessus tout elles répondent parfaitement aux normes sanitaires et de potabilité.

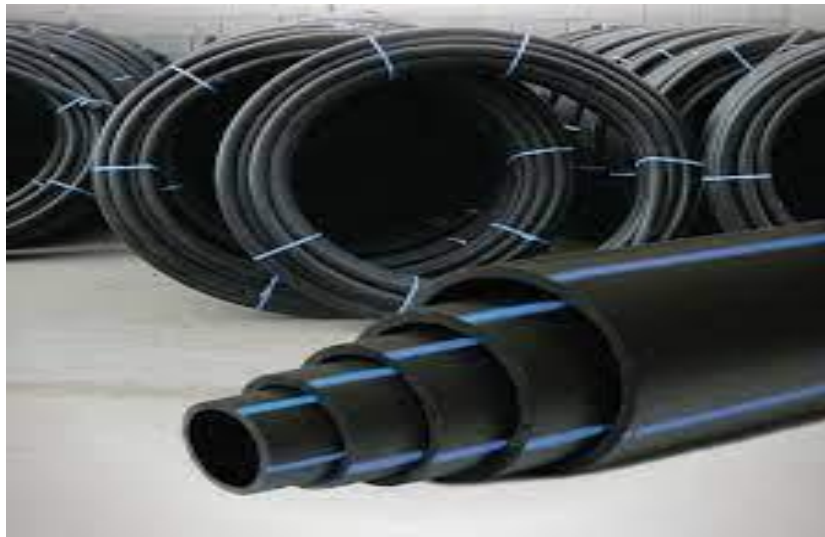


Figure IV.1 : tube PEHD.

V.3 PROCESSUS D'OBTENTION DU POLYETHYLENE

Le PE est issu des hydrocarbures, il résulte de la polymérisation de la molécule Ethylène dans un réacteur pour obtenir un polymère PE.

V.4 SPECIFICATIONS TECHNIQUES

Tableau V.1 : Spécifications techniques du PE.

Caractéristique Matière	specification	methods
Masse volumique moyenne	>930kg/m ³	ISO 1183
Indice de fluidité à chaud	0.2 R 1.4 g/10 min	ISO 1133
Temps induction à l'oxygène	≥ 20 min	ISO 11357-6
Teneur en noir de carbone	2 -2.5%	ISO 6964
Dispersion du noir de carbone	≤ grade 3	ISO 11420
Teneur en eau	<300mg/kg	EN ISO 15512
Teneur en matières volatiles	<300mg/kg	EN 12099

V.5 NOTION DE LA RESISTANCE MINIMUM REQUISE MRS

Chaque résine PE est caractérisée par la résistance qu'elle procure à la canalisation vis-à-vis de la pression hydrostatique à long terme σ .

Tableau V.2 : Valeur MRS et pour différentes résines PE.

Désignation de la résine	MRS (Mpa)	Constante hydrostatique à long terme
PE 100	10	8
PE 80	8	6.3

V.6 NOTION DE SDR (RAPPORT DIMENSIONNEL STANDARDISE)

Le SDR est obtenu par la relation suivante :

$$\text{SDR} = D/e \quad \text{V.1}$$

Avec :

D : diamètre de la canalisation.

e : épaisseur des parois.

Pour une résine PE donnée et une pression donnée le rapport **SDR=D/e** est constant.

V.7 CORRESPONDANCE ENTRE SDR, MRS (PE) ET PN

Chaque couple SDR et MRS désigne une pression nominale bien définie.

Tableau V.3 : relation entre SDR MRS et PN.

SDR	PE 80	PE 100
7	PN 16	-
11	PN 12.5	PN 16
17	PN 8	PN 10

V.8 DIMENSIONNEMENT DES EPAISSEURS DES TUBES EN PE

La formule de G. Lamé est largement utilisée pour le dimensionnement des épaisseurs des canalisations en PE :

$$E = P*D / ((2*\sigma) + P) \quad \text{V.2}$$

Avec :

e : épaisseur du tube en (mm).

P : Pression à l'intérieur du tube en (Mpa).

D : Diamètre extérieur du tube.

σ : Contrainte en (Mpa).

Tableau V.4 : caractéristiques dimensionnelles des canalisations en PEHD.

	PN 6		PN 10		PN 16	
	PE 80					
DN	e min	e max	e min	e max	e min	e max
20	2	2.3	2	2.3	2.3	2.7
25	2	2.3	2	2.3	3	3.4
32	2	2.3	2.4	2.8	3.6	4.1
40	2	2.3	3	3.5	4.5	5.1
50	2.4	2.8	3.7	4.2	5.6	6.3
63	3	3.4	4.7	5.3	7.1	8
75	3.6	4.1	5.6	6.3	8.4	9.4
	PE 100					
DN	e min	e max	e min	e max	e min	e max
90	3.5	4	5.4	6.1	8.2	9.2
110	4.2	4.8	6.6	7.4	10	11.1
125	4.8	5.4	7.4	8.3	11.4	12.7
160	6.2	7	9.5	10.6	14.6	16.2
200	7.7	8.6	11.9	13.2	18.2	20.2
250	9.6	10.7	14.8	16.4	22.7	25.1
315	12.1	13.5	18.7	20.7	28.6	31.6
400	15.3	17	23.7	26.2	36.3	40.1
500	19.1	21.2	29.7	32.8	45.4	50.1

V.9 TYPES D'ASSEMBLAGE DES CANALISATIONS EN PEHD

Il existe trois (03) types d'assemblage :

- ✓ Les assemblages par soudure par électro soudage.
- ✓ Les assemblages par soudage bout à bout
- ✓ Les assemblages mécaniques.

V.9.1 Assemblage par électro soudage

Cette technique consiste à raccorder les tubes au moyen de raccords PE en électro-fusion. Ces raccords sont munis de résistances électriques permettant la fusion des surfaces des pièces.

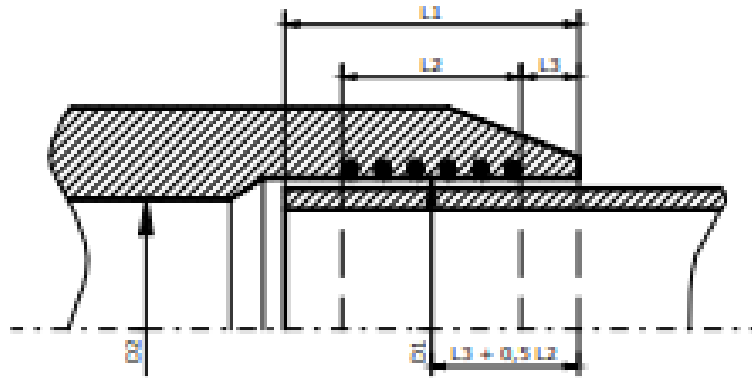


Figure V.2 : Dimensions d'emboîture électro soudables.



Figure V.3 : Electro soudables.

❖ Equipements d'assemblage par électro-soudage

L'équipement de soudure par électro-soudage est composé de :

- ✓ Source d'énergie (groupe électrogène)
- ✓ Positionneur
- ✓ Coupe tube sécateur ou coupe tube guillotine
- ✓ Grattoir manuel ou mécanique
- ✓ Solvant dégraissant

V.9.2 Assemblage par soudage bout à bout

Le soudage bout à bout des tubes est une technique d'assemblage des thermo plastiques par la fusion des extrémités des deux éléments tubulaires au moyen d'une plaque chauffante.



Figure V.4 : électro soudage Bout à bout.

❖ **Equipements d'assemblage par électro-soudage bout à bout**

L'équipement de soudure par électro-soudage bout à bout est composé de :

- ✓ Source d'énergie (groupe électrogène)
- ✓ Machine de soudure bout à bout
- ✓ Coupe tube guillotine
- ✓ Positionneur



Figure V.5 : Equipements d'assemblage.

V.9.3 Assemblage mécanique

L'assemblage mécanique se fait par l'utilisation de pièces spéciales en polypropylène.



Figure V.6 : Assemblage mécanique.

- ✓ 1 écrou.
- ✓ 2 bagues de serrage.
- ✓ 3 bagues de compression.
- ✓ 4 joints toriques.
- ✓ 5 corps.

V.10 ROBINETTERIE

V.10.1 Bride à emboitement

C'est pièce permettant le raccordement de canalisation par simple emboitement. Son rôle est conçu pour des applications de petit diamètre et haute pression à la condition qu'une double soudure interne et externe soit effectuée.



Figure V.7 : Bride à emboîtement.

V.10.2 Vanne régulateur de pression

Régule le débit d'un fluide dans une canalisation en fonction des données reçues d'un pilote, par exemple un **DCS (Distribue Control System)**, par conséquent, le bon fonctionnement d'une vanne nécessite tout d'abord un actionneur et des équipements supplémentaires.

Les équipements installés sur les vannes de régulation avec actionneurs pneumatiques.

Les actionneurs électriques installés sur les vannes ne nécessitent aucun accessoire supplémentaire.



Figure V.8 : Vanne régulateur.

V.10.3 Vanne de sectionnement

Sert à isoler un circuit hydraulique en stoppant le circuit hydraulique en stoppant la circulation du fluide du reste d'une installation. Permettent d'isoler une conduite de réseaux en cas de pollution accidentelle, de risques liés aux inondations ou pour opérer des by-pass à l'intérieur des ouvrages.



Figure V.9 : Vanne de sectionnement.

V.10.4 Robinets-vannes

Les robinets-vannes permettant de couper l'eau entre la conduite principale et la conduite particulière reliant un bâtiment, immeuble, maison individuelle....

Il se situe à la profondeur de la conduite principale pour l'actionner une clef de manœuvre est utilisée pour y accéder il faut ouvrir la bouche clef qui se situe au niveau de la voirie. La connexion entre la conduite principale et secondaire se fait par le biais d'un collier de prise Cette partie est la propriété du domaine public.



Figure V.10 : Robinets-Vannes.

V.10.5 Réducteur de pression

C'est un appareil de régulation qui permet d'assurer une pression constante dans réseau d'eau, pour protéger et permettre le bon fonctionnement de vos différents équipements.

Le réducteur de pression est un petit élément installé directement sur les canalisations de votre logement pour réguler votre débit d'eau, il évite les fuites, coups de bélier et autres problèmes relatifs à une pression d'eau trop importante, il assure le bon fonctionnement de vos appareils tels que votre chauffe-eau, votre lave-linge ou votre chaudière, il résiste au tartre et à corrosion.

On trouve le réducteur de pression à l'entrée du réseau ou directement sur le circuit du chauffe-eau.

But de réducteur de pression

- ❖ Réduire la pression d'eau en amont de la maintenir constante en aval.
- ❖ Réguler la pression de l'eau ou du gaz dans les installations domestiques, Commerciales et industrielles.
- ❖ Eviter les fuites, les dommages ou les défaillances des équipements en raison d'une pression excessive.
- ❖ Economiser de l'eau ou de l'énergie en réduisant la consommation d'eau ou de gaz.



Figure V.11 : Réducteur de pression.

V.10.6 Les ventouses

Est contribué à un flux régulier et optimal dans les canalisations tout en contribuant à la réduction des couts d'exploitation. Les ventouses sont des organes de protection du réseau, elles permettent de chasser l'air des canalisations autant lors de la mise en service qu'en exploitation.

Les ventouses elles ont pour rôle d'évacuer l'air emmagasiné dans les canalisations sur les réseaux d'AEP. La création de poches d'air provoque une perturbation dans l'écoulement d'eau ; pour y remédier, à tous les points hauts sont mises en place des ventouses à fonctionnement automatique.

Avantages des ventouses

- ❖ Réduction de la consommation d'énergie et des couts d'exploitation.
- ❖ Réduction du temps de remplissage des conduites.
- ❖ Réduction des imprécisions de mesure (débit, pression).
- ❖ Réduction des couts de remplacement.



Figure V.12 : Ventouse.

V.10.7 Le clapet anti-retour

Un clapet anti-retour est un dispositif installé sur une tuyauterie permettant de contrôler le sens de circulation d'un fluide quelconque.

Le fluide peut donc circuler dans un certain sens mais son flux est bloqué si c sens s'inverse.

V.10.7.1 But du clapet anti-retour

- ❖ D'empêcher le flux de fluide dans une direction particulière.
- ❖ Eviter que le fluide ne retourne dans le système.
- ❖ Endommager les équipements ou provoquer des fuites.

Couramment utilisés dans les systèmes de plomberie, les réseaux de gaz, les systèmes hydrauliques et les pompes.

V.10.7.2 Types des clapets anti-retours

- ❖ Les clapets à disque.
- ❖ Les clapets à battant.
- ❖ Les clapets à piston.
- ❖ Les clapets à ressort.



Figure V.13 : Clapet anti-retour.

V.10.8 Joint de démontage

C'est facilité la dépose ou le remontage d'un appareil à brides entre deux éléments fixes d'une canalisation avec des joints de démontage auto butés.

Ajustables en longueur avec une course significative, ils simplifient les opérations de maintenance et permettent d'auto buter la liaison et de s'affranchir des massifs de butées en béton.

Pour tous ces types de joints de démontage le verrouillage de la vanne avec la conduite est assuré par les tirants et la contre bride.

C'est élément installé entre deux dispositifs, pour assurer une fonction d'étanchéité ou une liaison. Donc ils ont pour fonction d'assurer l'étanchéité des jointures des tuyaux et faire face aux sollicitations mécaniques et chimiques.

Pour cela, ils doivent épouser parfaitement la loge qui leur est destinée. Les joints constituent la partie la plus fragile de la canalisation à cause de leur souplesse, tout mouvement du tuyau s'articule sur le joint, ce qui provoque en lui des usures mécaniques.

L'action des produits chlorés de l'eau et le dessèchement induisent le vieillissement des joints.

Principaux types de joints

Il existe trois principaux types de joints :

- ❖ Joints bride.
- ❖ Joints mécaniques.
- ❖ Joints à emboîtement.

Sont utilisés pour relier les conduites enfouies dans le sol, alors que les joints à bride sont utilisés pour raccorder des tronçons à l'intérieur des constructions (**station de pompage, station de traitement, etc...**)



Figure V.14 : Joint de démontage.

V.11 LES COMPTEURS

Les compteurs d'eau sont des appareils de mesure permettant d'évaluer la consommation d'eau d'une installation.

Le coût du traitement de l'eau étant très important, la surveillance et le calcul exact de la consommation est une nécessité pour les consommateurs (Principe pollueur-payeur).

Le réseau de distribution nécessite l'emplacement des compteurs qui seront installés :

1. A la sortie du réservoir pour mesurer le volume total distribué
2. Au niveau des secteurs et sous-secteurs du réseau (sectorisation) pour mesurer les volumes consommés au niveau de ces zones de distribution et permette de déterminer le rendement du réseau de distribution et le contrôle de la consommation.



Figure V.15 : Les compteurs.

V.12 PIECES SPECIALES DE RACCORDEMENT

Les organes de raccordement sont nécessaires pour :

- ❖ La déviation d'une partie d'écoulement.
- ❖ L'introduction dans la conduite d'un débit supplémentaire ou son soutirage.
- ❖ Le changement de diamètre de la conduite montage et le démontage des accessoires.
- ❖ Le changement de direction de la conduite.

V.12.1 Les Tés

Sont utilisés dans le but de soutirer un débit d'une canalisation ou d'ajouter un débit complémentaire.

Ils sont rencontrés au niveau des réseaux maillés, ramifiés et des canalisations d'adduction en cas de piquage.



Figure V.16 : Les Tés.

V.12.2 Les coudes

Sont des accessoires utiles surtout pour les réseaux maille et ramifié, lorsque la conduite change de direction. Généralement, les coudes sont maintenus par des massifs de butées, convenablement dimensionnés.

On y distingue des coudes à deux emboitements ou bien à emboitement et à bout lisse les deux types de coude se présentent avec un angle α de :

$\frac{1}{4}$ (90°), $\frac{1}{6}$ (45°), $\frac{1}{16}$ (22°, 30°), $\frac{1}{32}$ (11°, 15°)



Figure V.17 : Le coude.

V.12.3 Les Manchons

Ce sont des morceaux de 25 à 50 cm, qui sont utilisés pour le raccordement des accessoires et appareillages.



Figure V.18 : Les manchons.

CONCLUSION

Les gammes de canalisations, des pièces spéciales de raccordement, des organes de pilotage, des organes de protection, des moyens de réparation destinés aux réseaux AEP sont très riches et extraordinairement variées.

Les critères de choix sont fixés par des impératifs technico-économiques pour procurer la résistance mécanique et chimique nécessaire, une facilité de pose et d'entretien, une longévité préalablement arrêtée pour le moindre coût possible.

Le système hydraulique d'eau domestique, industrielle et d'irrigation comporte une variété des vannes et des pièces spéciales (coudes, tés, etc.) que nous pouvons trouver à différentes endroit dans le réseau.

Leurs premiers rôles sont d'assurer le bon écoulement des eaux dans les canalisations elle permettant aussi de couper l'eau en cas d'urgence ou lors des opérations d'entretien.

CONCLUSION GENERALE

Dans le cadre de ce travail, nous nous sommes intéressés à l'alimentation en eau potable du chef-lieu de la commune de BOUZEGUENE dénommé le village HOURA. Sur la base des informations recueillies nous avons estimé la population à **5625 habitants** et ce à l'horizon d'étude 2053.

Les besoins en eau s'élèvent ainsi à **1097 m³/j**. Ce débit sera acheminé à partir de la source ADARDAR.

Le dimensionnement du réservoir a été effectué par la méthode analytique en fonction du régime d'alimentation et de la distribution de la région. La capacité de réservoir ainsi obtenu est de **457.01 M³**.

Le choix des conduites c'est porté sur le PEHD qui présent comme indiquer dans le chapitre beaucoup d'avantages par rapport aux autres matériaux à savoir non corrosif, flexible, disponible sur le marché, longévité...etc.

En raison de la nature rurale de la région et de la répartition des consommateurs, nous avons opté pour un réseau ramifié.

Le dimensionnement du réseau a été réalisée par le logiciel EPANET, C'est ainsi que nous avons pu simuler les différents fonctionnements de notre réseau. L'analyse des résultats ainsi obtenu nous a permis de constater les différents points suivants :

- Les vitesses obtenues répondent globalement aux recommandations techniques mises à part quelques tançons qui ne remplissent pas la condition de vitesses minimale.

Pour les faibles vitesses, plusieurs solutions s'imposent à nous, soit :

- Diminuer les diamètres des conduites.
- Placer des pièces spéciales de vidange pour nettoyer les conduites.
- Les pressions au niveau des nœuds sont très satisfaisantes, ils sont favorables dans l'ensemble du réseau.

En fin, nous avons établi un devis estimatif en considérant d'une part l'année 2015 qui représente l'année de la réalisation de ce projet et le montant obtenu s'élève à 19 352 186,10 DA. D'autre part nous avons considéré l'année 2023 avec un cout de 294 411 528,20 DA.

CONCLUSION GENERALE

Le travail réalisé dans ce mémoire nous a permis de plonger dans le domaine professionnel à travers l'utilisation des différents outils numériques et surtout à travers la mise en place d'une méthodologie de collecte d'information en se basant sur les images satellite, les sorties sur terrain et enquête au niveau des services concernés.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] **PDAU** : Plan directeur d'aménagement d'urbanisme.
- [2] **ANRH** : L'agence nationale des ressources hydriques de Tizi-Ouzou.
- [3] **Boninj** : Hydraulique urbaine aux agglomérations de petite et moyenne importance, Editions EYROLLES, Paris, 1986.
- [4] **Hydro Class** : Catalogue technique des tubes polythène (PE) et accessoires, Avenue Camille Cavalier, France.
- [5] **A. Rossman** : Manuel d'utilisation EPANET 2.0. Cincinnati, OH ,2003.
- [6] **BENAMAR. A** : Etude de dimensionnement du réseau d'AEP de la ville d'Ain El Hadjar, département Génie de l'eau, Institut de technologie Bouira, 2019.
- [7] **Messaoui. L** : Dimensionnement de réseau d'alimentation en eau potable de la caserne de Béni Messous, Wilaya d'Alger, Université de Bouira, 2019.
- [8] **ALILECHE. D, DERDAR, N** : Etude de dimensionnement du réseau d'alimentation en eau potable de la commune d'Ait BOUADDOU, Mémoire fin d'étude, Université de Bejaia, 2016.
- [9] **DUPONT.A** : Hydraulique urbaine tome II, ouvrages de transport Elévation et distribution des eaux, Editions EYROLLES, Paris 1979.
- [10] **YANNICH.G, ANJOU.R** : « Mémoire ingénieur en protection cathodique des réseaux AEP » niveau 3, Novembre 2008.
- [11] **CHABI.F, CHABANA.R** : Etude du réseau d'AEP du Chef-lieu de Tizi n'tleta et du Village Ighil Imoula, Willaya de Tizi-Ouzou, Université de Bejaia, 2021.
- [12] **LEWIS A. Rossman** : EPANET 2.0 Simulation Hydraulique et Qualité pour les Réseaux d'Eau sous Pression. Date de publication 01/09/2003.
- [13] **T. FIOGBE, J. KELOME, C. VIVOUCHEHO**. « Projet d'Hydraulique : Simulation d'un réseau maillé par la méthode d'Hardy Cross ». 2021.
- [14] **S. ARNALICH**. EPANET et Coopération « Conception et dimensionnement de réseaux d'eau potable par ordinateur » deuxième édition. Avril 2021.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Webographie

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

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

<https://www.infoclimat.fr/observations-meteo/temps-reel/tiziouzou/60395.html?graphiques>



Annexe 01

Installation de la version française d'EPANET.

La version 2 d'EPANET est conçue pour fonctionner sous les systèmes d'exploitation **Microsoft® Windows 95/98/NT/2000/XP®** d'un PC compatible **IBM/Intel**.

Elle est distribuée sous forme d'un unique fichier, **EN2inst_fr.exe**, contenant un programme d'auto installation

Pour installer EPANET :

- Choisissez Exécuter, du menu démarrer de Windows.
- Introduisez le chemin d'accès et le nom du fichier **EN2inst_fr.exe** ou cliquer sur le bouton **parcourir** pour le localiser dans votre ordinateur.
- Cliquer sur le bouton **Accepter** pour commencer le processus d'installation.

Le programme d'installation vous demandera de choisir un répertoire où les fichiers d'EPANET seront placés, le répertoire par défaut est **C:\Program Files\EPANET2_Fr**.

Après avoir installé les fichiers votre menu démarrer aura un nouvel élément nommé **EPANET 2.0. Fr** à partir du sous-menu qui apparaît (le nom du fichier exécutable qui exécute EPANET sous Windows est **epanet2w_fr.exe**).



Annexe 02

Spécifications techniques du PE.

Caractéristique Matière	Exigence	Normes d'essai
Masse volumique moyenne	> 930 Kg/m ³	ISO 1183
Teneur en eau de carbone	2 - 2.5 %	ISO 6964
Teneur en eau	< 300 mg/ Kg	EN ISO 15512
Teneur en matières	< 300 mg/Kg	EN 12099



Annexe 03

Diamètre de conduite en PEHD PN 16.

PN16				
EPAIS	DN int	DN int (m)	Prix HT	Prix TTC
3	26	0,026	79,24	94,30
3,7	32,6	0,0326	122,69	146,00
4,6	40,8	0,0408	190,29	226,45
5,8	51,4	0,0514	301,05	358,25
6,8	61,4	0,0614	423,18	503,58
8,2	73,6	0,0736	554,17	659,46
10	90	0,09	822,24	978,47
11,4	102,2	0,1022	1048,61	1247,85
14,6	130,8	0,1308	1713,83	2039,46
18,2	163,6	0,1636	2691,35	3202,71
22,7	204,6	0,2046	4163,97	4955,12
28,6	257,8	0,2578	6309,37	7508,15
36,3	327,4	0,3274	10192,06	12128,55
45,4	409,2	0,4092	15889,79	18908,85
57,2	515,6	0,5156	25229,57	30023,19

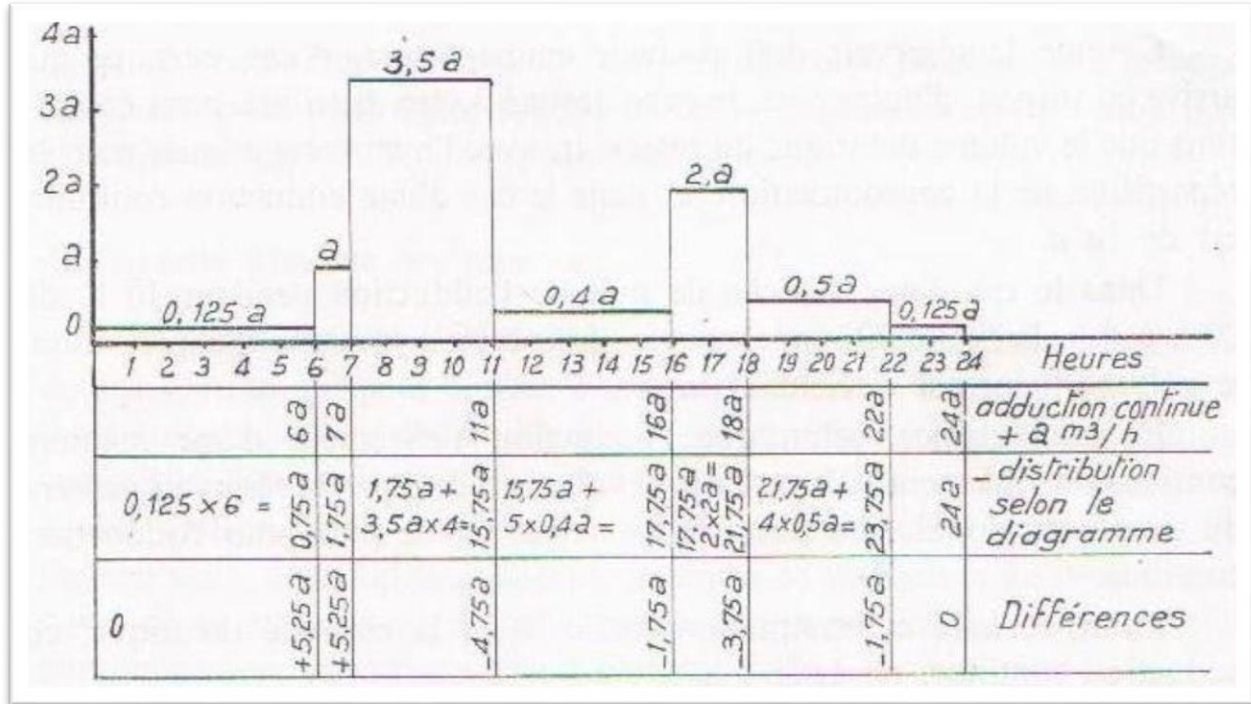
Annexe 04

Capacité théorique en adduction continue.

	Arrivé (q_a)	Arrivée Cumulé	Consummation (q_c)	consummation cumulé	($q_a - q_c$) Cumulé
0-1	a	A	0,125a	0,125a	0,875a
1-2	a	2a	0,125a	0,250a	1,750a
2-3	a	3a	0,125a	0,375a	2,625a
3-4	a	4a	0,125a	0,500a	3,50a
4-5	a	5a	0,125a	0,625a	4,375a
5-6	a	6a	0,125a	0,750a	5,250a
6-7	a	7a	A	1,750a	5,250a
7-8	a	8a	3,5a	5,250a	2,750a
8-9	a	9a	3,5a	8,750a	0,250a
9-10	a	10a	3,5a	12,25a	-2,25a
10-11	a	11a	3,5a	15,75a	-4,75a
11-12	a	12a	0,4a	16,15a	-4,15a
12-13	a	13a	0,4a	16,55a	-3,55a
13-14	a	14a	0,4a	16,95a	-2,95a
14-15	a	15a	0,4a	17,35a	-2,35a
15-16	a	16a	0,4a	17,75a	-1,75a
16-17	a	17a	2a	19,75a	-2,75a
17-18	a	18a	2	21,75a	-3,75a
18-19	a	18a	0.5	22,25a	-3,25a
19-20	a	20a	0.5	22,75a	-2,75a
20-21	a	21a	0.5	23,25a	-2,25a
21-22	a	22a	0.5	23,75a	-1,75a
22-23	a	23a	0.125	23,875a	-0,875a
23-24	a	24a	0.125	24a	0
TOTAL	24 a			24 a	

Annexe 05

Capacité du réservoir en adduction continue.



Résumé

Dans notre travail nous avons étudié la distribution d'eau potable dans le village **HOURA** de la commune **BOUZEGUENE** à partir des réservoirs villageois qui sont alimentés à leurs tours par la source d'eau **ADARDAR** à l'horizon **2053**.

Après avoir présenté la zone d'étude qui est une étape préliminaire et l'estimation des besoins en eau, des calculs ont été effectués en fonction de la taille du réservoir et de la capacité des différents ouvrages de stockage.

Ensuite, nous avons intéressé au réseau de distribution calculé par le logiciel EPANET avec un devis estimatif établie.

Enfin, nous avons couverts les différentes pièces et raccords spéciaux et canalisations utilisés pour la réalisation de notre projet.

Mots clés : Dimensionnement - Canalisations - Réservoirs - Vannes - PEHD – Distribution.

Abstract

In our work, we have studied the distribution of drinking water in the village of **HOURA** in the **BOUZEGUENE** commune from village reservoirs, which in turn are supplied by the **ADARDAR** water source up to **2053**.

After presenting the study area as a preliminary step and estimating water requirements, calculations were made based on reservoir size and the capacity of the various storage facilities.

Next, we took a look at the distribution network, calculated using EPANET software and a cost estimate.

Finally, we covered the various special fittings and pipes used in our project.

Key words : Sizing - Pipes - Reservoirs - Valves - HDPE - Distribution.

ملخص

قمنا في عملنا بدراسة توزيع المياه الصالحة للشرب في قرية **حورة** التابعة لبلدية **بوزقن** من خزانات القرية والتي يتم توفيرها بدورها من مصدر مياه **الدردار** بحلول عام **2053**. وبعد عرض منطقة الدراسة وهي مرحلة أولية وتقدير الاحتياجات المائية، تم إجراء الحسابات حسب حجم الخزان وقدرة الهياكل التخزينية المختلفة.

بعد ذلك، اهتمنا بشبكة التوزيع المحسوبة بواسطة برنامج EPANET مع عرض أسعار تقديري سيتم إنشاؤه. وأخيراً، قمنا بتغطية الأجزاء المختلفة والتجهيزات الخاصة والأنابيب المستخدمة لتنفيذ مشروعنا.

الكلمات المفتاحية : التحجيم - المواسير - الخزانات - لصمامات - PEHD – التوزيع.