

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Conception du réseau d'alimentation en eau potable de la cite
d'El Ghirene de la commune de Hamma Bouziane.

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0034-11

APA Citation (توثيق APA):

Sanogo, Mobido (2011). Conception du réseau d'alimentation en eau potable de la
cite d'El Ghirene de la commune de Hamma Bouziane[Mem Ing, ENSH].

The digital repository of the Higher National School for Hydraulics "Digital Repository of ENSH" is a platform for valuing the scientific production of the school's teachers and researchers.

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...) and broadcasting it online.

Digital Repository of ENSH is built on the open software platform and is managed by the Library of the National Higher School for Hydraulics.

المستودع الرقمي للمدرسة الوطنية العليا للري هو منصة خاصة بتقييم الإنتاج العلمي لأساتذة و
باحثي المدرسة.

يهدف المستودع الرقمي للمدرسة إلى حصر الإنتاج العلمي سواء كان منشورا أو غير منشور
(أطروحات، مطبوعات، مباحثات، مقالات الدوريات، كتب....) و بثه على الخط.

المستودع الرقمي للمدرسة مبني على المنصة المفتوحة و يتم إدارته من طرف مديرية المكتبة
للمدرسة العليا للري.

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L'HYDRAULIQUE

<<ARBAOUI Abdellah>>

DEPARTEMENT DE GENIE DE L'EAU

MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME D'INGENIEUR D'ETAT EN
HYDRAULIQUE

OPTION : CONCEPTION DES SYSTEMES D'ALIMENTATION EN EAU
POTABLE

THEME

CONCEPTION DU RESEAU D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA
CITE D'EL GHIRENE DE LA COMMUNE DE HAMMA BOUZIANE

Présenté par :

M^r SANOGO Modibo

Promoteur :

M^r BOUALEM Salah

Devant le jury composé de :

Président: M^r O.KHODJET-KESBA

Examineurs : M^r M.S. BENHAFID

M^r A.AYADI

M^{me} L.TAFAT

M^r R.KERID





Remerciements

*Qu'il me soit permis d'exprimer mes sincères
remerciements et ma profonde gratitude à M^r
BOUALLEM Salah de m'avoir encadré.*

*Je lui exprime ma reconnaissance pour ses précieux
conseils qu'il a bien voulu prodiguer pour cibler les
aspects traités dans ce mémoire.*

*Qu'il me soit également permis d'adresser ma
profonde gratitude et ma sincère reconnaissance à toute
ma famille en partie à ma chère mère Niakalé KEITA
et à ma très chère sœur Rokia SANOGO.*

*Mes vifs remerciements et mes considérations
distinguées aux membres du jury.*



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

mon neveu M^r Oumar TRAORE,

mes tous amis et collègues en partie

M^r BOULAFRAG Abdellatif,

M^{me} BOUCHAROUR Mejda,

M^r COULIBALY Adama,

M^r FERROUDI Tawfik,

M^{me} LAGHTAR Aicha,

M^r LEBBAD Hamza,

M^r KESSAISYA Abderrahmane,

M^r SOGORE Beydi,

*Et à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce
mémoire.*





<<Le transfert d'eau du Sud de la Chine vers le Nord est l'expression de l'arrogance humaine immortalisée par la pierre et le ciment.

Plus l'homme tente de dominer et de réguler les eaux au moyen de gigantesques réalisations hydrauliques sophistiquées, plus les eaux dominent les sociétés en retour. >> M^r Terje TVEDT, Professeur et Chercheur de l'histoire de l'eau.

<<L'homme sage transforme le monde en maîtrisant l'eau>> Gyang-Tse, Célèbre philosophe chinois du 3^{ème} siècle.

<<L'observation des normes de potabilité de l'eau de distribution et la satisfaction qualitative des usagers en eau sont des obligations et des responsabilités pour lesquelles les producteurs d'eau, les hydrauliciens concepteurs et les gestionnaires du réseau de distribution d'eau potable sont en première ligne. >> M^r Modibo SANOGO, Élève-Ingénieur en Hydraulique à l'E.N.S.H, Blida/Algérie.



ملخص

شبكة توزيع مياه الشرب لمدينة الغيران قديمة ولا تغطي المدينة بأكملها . لهذا ارتأينا في هذه الدراسة إلى معالجة شبكة التوزيع السفلى لهذه المنطقة.

هذه الدراسة تكمن في تجديد كلي للشبكة وكذا امتدادها وفقا للرسم المنظوري لـ PDAU لبلدية حامة بوزيان, لهذا تم استبدال الشبكة الحالية بشبكة جديدة يتم تزويدها انطلاقا من الخزانات القديمة ذات سعة 1800م³ و كذا الخزانات الجديدة ذات سعة 3000م³.

Résumé

Le réseau de distribution d'eau potable de la cité d'El ghirene est vétuste et ne couvre pas la totalité de la cité. Le présent mémoire traite le réseau de distribution de la partie inférieure de la cité d'El ghirene.

Il consiste à une rénovation totale du réseau et à son extension suivant les perspectives de PDAU de la commune de Hamma Bouziane. Cette rénovation est un remplacement du réseau actuel par un nouveau réseau alimenté par les anciens réservoirs jumelés de capacité totale de 1800 m³ et par les nouveaux réservoirs jumelés dont la capacité totale est de 3000 m³.

Summary

Drinking water distributing system of El ghirene town is ancient and it doesn't cover all of it. This thesis handles the low part distributing network of El ghirene.

It consists in extending of it according the projects of PDAU and replacing of the ancient by the new distributing system supplied with the ancient twin water tanks of which all the capacity is 1800 m³ and the new twins of 3000 m³



Sommaire



Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre-1- : Présentation de la cité d'El ghirene	
1.1. Introduction	2
1.2. Situation géographique.....	3
1.3. Relief.....	3
1.4. Hydrogéologie.....	3
1.5. Sismicité	4
1.6. Climat.....	4
1.7. Hydrologie	4
1.8. Hydrographie.....	5
1.9. Urbanisme et Démographie.....	5
1.10. Situation hydraulique	6
1.10.1. Dotation et Consommateurs	6
1.10 .2. Complexe hydraulique.....	7
1.10.2 .1. Description du forage 03	7
1.10 .2 .2.Adduction par refoulement : forage 03 –réservoir 2000m ³	7
1.10 .2 .3. Description du forage F02.....	8
1.10.2 .4. Adduction par refoulement : F02-réservoirs jumelés 1800 m ³	8
1.10.2 .5.Réservoirs jumelés de volume total 1800m ³ de la cité d'El ghirene.....	8
1.10.2 .6.Réservoir de volume 2000m ³	9
1.10.2 .7.Réservoir de volume 200m ³	9
1.10.2 .8.Adduction gravitaire reliant le réservoir 2000 m3 au point de jonction.....	10



1.10.2 .9. Adduction gravitaire reliant le point de jonction au réservoir de volume 200 m ³	10
1.10.2 .10. Adduction gravitaire reliant le point de jonction au réservoir de volume 1800 m ³	10
1.10.2 .11. Adduction par refoulement reliant le réservoir de volume 1800 m ³ au réservoir de volume 200 m ³	11
1.10 .3. État du réseau de distribution de la cité d'El ghirene	13
1.11. Conclusion.....	13
Chapitre-2- : Estimation des besoins en eau de la cité d'El ghirene	
2.1. Introduction	14
2.2. Évaluation démographique.....	15
2.2.1. Population	16
2.2.2. Estimation de la population future.....	16
2.2.2. 1. Méthodes d'estimation d'une population.....	16
2.2.2.2. Estimation de la population.....	17
2.4. Estimation de la population des écoliers	18
2.5. Évaluation des besoins en eau.....	25
2.5.1. Besoin domestique.....	25
2.5.2. Besoin scolaire	26
2.5.3. Besoin administratif en eau	27
2.5.4. Besoin socioculturel en eau	27
2.5.5. Besoin commercial en eau.....	28
2.5.6. Besoin sanitaire en eau.....	28
2.5.7. Besoin d'arrosage en eau.....	29
2.5.8. Besoin en eau d'incendie.....	29



2.5.9. Majoration des besoins	31
2. 6.Variation des débits de consommation dans le temps.....	32
2.6.1. Variation journalière.....	32
2.6.2. Variation horaire	33
2.7. Détermination des débits journaliers.....	36
2.7.1. Débit maximal journalier.....	36
2.7.2. Débit minimal journalier	36
2.8. Détermination des débits horaires.....	37
2.8.1. Débit moyen horaire	37
2.8.2. Débit maximal horaire	38
2.8.3. Débit minimal horaire	38
2.9. Régime de consommation de la cite d’El ghirene.....	39
2.9.1. Détermination de la répartition des débits horaires.....	43
2.9.2. Interprétation du tableau.....	45
2.9.3. Graphique de consommation et courbe intégrale de la consommation de l’agglomération.....	45
2.10. Récapitulation.....	47
2.11. Conclusion	48
 Chapitre-3- : Réseau de distribution d’eau potable de la cité d’El ghirene	
3.1. Introduction.....	49
3.2. Système d’alimentation en eau potable de la cité d’El ghirene	49
3.3. Réseau actuel et projeté de distribution de la cité d’El ghirene	50
3.4. Dimensionnement et simulation du réseau.....	50
3.4.1. Principes de dimensionnement du réseau.....	50



3.4.2. Principe de trace du réseau maillé.....	51
3.4.3. Choix du type de matériau	52
3.4.3.1. Tuyaux en fonte.....	52
3.4.3.1.1. Avantage	53
3.4.3.1.2. Inconvénient.....	53
3.4.3.2. Tuyau en acier.....	53
3.4.3.2.1. Avantage.....	53
3.4.3.2.2. Inconvénient.....	53
3.4.3.3. Tuyau en P.E.H.D.....	54
3.4.3.3.1. Avantage	54
3.4.3.3.2. Inconvénient.....	54
3.4.4. Choix des diamètres des conduites.....	54
3.4.5. Vitesse dans le réseau de distribution.....	55
3.4.6. Pression à garantir	55
3.4.7. Méthodes de calcul d'un réseau maillé	55
3.4.8. Détermination des paramètres de dimensionnement.....	56
3.4.8.1. Débit spécifique	56
3.4.8.2. Débit route	56
3.4.8.3. Débit nodal	57
3.4.9. Détermination des paramètres hydrauliques du réseau de distribution.....	59
3.4.9.1. Logiciel de simulation : Epanet.....	59
3.4.9.2. Simulation du réseau de distribution.....	59
3.4.9.3. Résultat de simulation	60
3.4.9.3.1. Cas de pointe	60



4.9.3.2. Détermination du point défavorable du réseau	62
3.4.9.3.3. Cas de pointe & incendie	62
3.5. Conclusion	64

Chapitre-4- : Dimensionnement du réservoir projeté

4.1. Introduction.....	66
4.2. Fonctions des réservoirs de distribution	66
4.3. Différents types de réservoirs.....	67
4.4. Localisation des réservoirs.....	67
4.5. Méthode de détermination de la capacité des réservoirs.....	68
4.6. Capacité pratique du réservoir	68
4.7. Détermination du volume du réservoir projeté	68
4.8. Détermination des dimensions des réservoirs projetés	69
4.8.1. Hauteur d'eau dans la cuve	69
4.8.2. Diamètres du réservoir.....	70
4.8.3. Répartition du volume d'incendie entre les deux réservoirs	70
4.8.4. Hauteur du volume d'incendie dans la cuve.....	71
4.8.5. Hauteur du volume utile.....	71
4.8.6. Détermination de la cote du radier des réservoirs jumelés	72
4.8.6.1. Cas : cote =569.55 m.....	72
4.8.6.1.1. Histogrammes associés.....	73
4.8.6.1.2. Interprétation	73
4.8.6.2.1. Cas: Cote =571.55 m.....	74
4.8.6.2.2. Histogrammes associés	75
4.8.6.2.3. Interprétation.....	75



4.8.5.3.1. Cas: Cote =573.55 m.....	76
4.8.6.3.2. Histogrammes associés	77
4.8.6.3.3. Interprétation	77
4.8.6.4. 1.Cas: Cote = 575.55 m.....	78
4.8.6.4.2. Histogrammes associés	79
4.8.6.4. 3. Interprétation	79
4.8.6.5. Conclusion.....	80
4.8.7. Cote du niveau du volume d'incendie.....	80
4.8.8. Cote du niveau du volume utile.....	80
4.8.9. Cote du niveau du trop –plein	80
4.9. Détermination du débit d'alimentation du réservoir.....	80
4.10. Source d'alimentation du réservoir.....	81
4.11. Variantes	82
4.12. Équipements d'un réservoir	82
4.12. 1.Conduite d'arrivée ou d'alimentation	83
4.12. 2.Conduite de départ ou de distribution	83
4.12.3. Conduite du trop-plein	83
4.12.4. Conduite de vidange	83
4.12.5. Conduit by-pass.....	84
4.12.6. Système de matérialisation d'incendie.....	84
4.12.7. Système à deux prises	84
4.12.8. Système à siphon	84
4.12.9. Chambre de manœuvre	84
4.12.10. Système de ventilation	84



4.13. Protection sanitaire.....	85
4.14. Rapport entre les anciens et nouveaux réservoirs	85
4.15. Conclusion.....	86

Chapitre-5- : Organes accessoires du réseau de distribution

5.1. Introduction.....	87
5.2. Robinetterie et équipements divers	87
5.2.1. Robinet –vanne	87
5.2. 2. Ventouse	88
5.2. 3. Décharges	89
5.2. 4. Bouches d'incendie	91
5.2. 5. Régulateurs	92
5.2.6. By-pass	94
5.2.7. Clapet de retenue ou clapet anti-retour.....	94
5.2.8. Organes de mesure	95
5.2.8. 1. Mesure de débit.....	95
5.2.8. 2. Mesure de pression	95
5.3. Conclusion	96

Chapitre-6- : Pose des canalisations

6.1.Introduction.....	97
6.2. Principe de pose des canalisations.....	97
6.3. Sollicitations s'exerçant sur une conduite enterrée	98
6.4. Modes de pose des canalisations	98
6.4. 1. Pose en terre	98



6.4. 1.1. Cas particuliers de pose en terre	99
6.4. 1.1. 1. Cas des terrains marécageux ou tourbeux	99
6.4. 1.1. 2. Cas des terrains mouillés	100
6.4. 2. Pose en galerie	100
6.4. 3. Traversée d'une rivière	100
6.4. 5. Croisement des conduites existantes.....	101
6.4. 4. Pose de canalisation en forte pente.....	101
6.5. Essais d'étanchéité au chantier.....	101
6.6. Conclusion	102

Chapitre-7- : Organisation de chantier

7.1. Introduction	103
7.2. Étapes de la réalisation du projet	103
7.3. Implantation du tracé des tranchées sur le terrain	103
7.3.1. Matérialisation	103
7.3.2. Nivellement	103
7.4. Excavation des tranchées	103
7.4.2. Excavation.....	104
7.4.1. Enlèvement de la couche végétale	104
7.4.2. 1. Profondeur de la tranchée	104
7.4.2. 2. Largeur de la tranchée	105
7.5. Détermination du volume d'excavation	105
7.6. Détermination des caractéristiques de la pelle adéquate a notre projet	106
7.6. 1. Capacité du godet adéquat.....	106



7.6. 2.Rendement de l'exploitation de la pelle.....	106
7.6.3. Durée de l'excavation.....	107
7.7. Aménagement du lit de pose des conduites	107
7.8. Pose des conduites	107
7.9.Épreuve de joint et de la canalisation.....	107
7.10. Remblaiement de la tranchée	108
7.11. Engins utilisés.....	108
7.11. 1. Pelle.....	108
7.11. 1. 1. Pelle équipée en rétro	108
7.11. 1. 2. Pelle équipée en butée	108
7.11. 2. Appareil topographique : Le niveleur	109
7.11. 3. Niveleuses	109
7.12. Planification des travaux.....	110
7.13. Conclusion	111

Chapitre -8- : Protection et sécurité de travail

8.1. Introduction	112
8.2. Causes des incidents de travail	112
8.2. 1. Facteurs humains	112
8.2.2. Facteurs matériels.....	113
8.3. Liste des conditions dangereuses	113
8.4. Liste des actions dangereuses	114
8.5. Prévention des incidents de travail	114
8.5.1. Organisation de la prévention	114
8.5.3. Prévention individuelle	115



8.5.2. Prévention collective	115
8.6. Conclusion.....	115
Conclusion générale.....	116
Bibliographies.....	117



Introduction générale

Introduction

Générale



L'eau est le socle de tout développement socio-économique des individus vivant en société. Mais cet objectif ne peut être atteint que lorsque les infrastructures d'approvisionnement en eau potable existent et fonctionnent efficacement.

Ces infrastructures, même bien entretenues et bien gérées, s'usent au fil du temps et leurs rendements s'estompent. Par conséquent des problèmes apparaissent et exigent des solutions pertinentes et immédiates. C'est dans ce cadre que s'inscrit notre projet de fin d'étude intitulé <<**Conception du réseau d'alimentation en eau potable de la cité d'El ghirene de la commune de Hamma Bouziane.**>>

Le réseau de distribution de la cité d'El ghirene connaît actuellement des problèmes de distribution liés à une mauvaise répartition de pressions et de débits traduite par une insuffisance de débit d'alimentation dans certaines zones de la cité et de fuites assez notables dans le réseau. De surcroit la densité du réseau ne couvre pas la totalité de la cité. Le besoin de la cité ne cessant de grandir, le réseau, dans ces conditions, ne pourra pas assurer l'approvisionnement de la cité jus qu'en 2040. De tels problèmes exigent des solutions pertinentes et immédiates.



Chapitre-1- : Présentation de la cité d'El ghirene

1.1. Introduction

Tout projet hydraulique commence par la prospection de la zone d'étude ayant pour but la collecte des données requises pour l'étude hydraulique de la zone concernée.

Ces données comprennent :

- ✓ La situation géographique de la zone d'étude (coordonnées géodésiques, limites frontalières, relief, etc.).
- ✓ L'hydrographie (présence éventuelle du (des)cours d'eau, leur sens d'écoulement, leurs débits etc.).
- ✓ Le climat (pluie, vent, température, etc.).
- ✓ La situation géologique et hydrogéologique.
- ✓ L'urbanisme, la démographie, les différents consommateurs.
- ✓ La situation hydraulique.
- ✓ La consultation des normes et des conditions de réalisation du projet établies par le pays de la zone d'étude.

Ces données servent de base et de guide pour l'étude hydraulique de la zone d'étude.

Vu l'état actuel du réseau de distribution de la cité, il ne suffira pas pour satisfaire la demande croissante en eau de la cité jus qu'en 2040. Par ailleurs la population augmente et la cité s'étend, ce qui prévoit une éventuelle sous-alimentation en eau si des résolutions pertinentes et efficaces ne sont pas prises. Pour l'étude de notre projet, nous avons besoin des données de base de la cité comme nous l'avons mentionné ci-dessus. L'objectif du présent chapitre consiste à la présentation de la cité d'El ghirene. Cependant il est important de noter que la cité d'El ghirene n'est pas, d'après les données de la direction hydraulique de la commune de Hamma Bouziane, décrite comme une entité à part mais comme faisant partie de la commune de Hamma Bouziane. En d'autres termes il n'existe pas de données décrivant uniquement la cité d'El ghirene.

1.2. Situation géographique

La cité d'El ghirene fait partie de la commune de Hamma Bouziane qui couvre environ 700.32km^2 et se situe à sa partie supérieure. La commune de Hamma Bouziane est située au Nord –Ouest de la ville de Constantine et elle est distante de 7 km du chef lieu de la wilaya de Constantine.

Elle est limitée :

- ✓ Au Nord par la commune de Béni H'midene.
- ✓ Au Sud par la ville de Constantine.
- ✓ A l'Est par la commune de Didouche.
- ✓ A l'Ouest par la commune d'Iben Ziad.

Sa situation géographique est, d'après la carte topographique de Constantine au 1/50000, localisée par les coordonnées Lambert suivantes :

X=850.10m , Y=354.40m, Z=510m

1.3. Relief

Le relief de Hamma Bouziane n'est pas homogène. Il est composé de versants, de collines et présente des pentes variant de 12% à 25%. La cité, se situant à sa partie supérieure, présente deux zones topographiquement distinctes : El ghirene inférieure, **objet de notre étude**, et El ghirene supérieure.

1.4. Hydrogéologie

La commune de Hamma Bouziane appartient au même contexte géologique que Constantine : le bassin néogène de Constantine-Mila.

Le bassin mi pliocène est à dominance argileuse à l'exception de quelques affleurements lacustres, renfermant des ressources localement exploitées. Par ailleurs émergent de nombreux horsts de calcaire néritique d'âge jurassique –crétacé donnant lieu à des aquifères karstiques hydrothermaux. La commune de Hamma Bouziane possède une nappe aquifère qui débite 700l/s d'eau à la température de 32 degrés Celsius.

Chapitre-1-

Présentation de la cité d'El ghirene

1.5. Sismicité

Considérée comme une zone sismique à haut risque, la commune de Hamma Bouziane s'inscrit dans le même cadre sismique que la ville de Constantine.

En effet, en 1985, Constantine a subi un séisme de magnitude de 5.9 sur l'échelle de Richter qui a causé de grandes désolations.

1.6. Climat

La région du centre de la commune de Hamma Bouziane est caractérisée par un climat méditerranéen, pluvieux en hiver et chaud en été.

Les données relevées sur une période de 25 ans par la station de Zirgout Youcef sont résumées comme suit :

- ✓ La moyenne annuelle des précipitations est de 675mm.
- ✓ La moyenne annuelle des températures est de 21.2 degrés Celsius.
- ✓ Le maximum enregistré en été est de 30.9 degrés Celsius.
- ✓ Le minimum enregistré en hiver est de 11.6 degrés Celsius.

Les vents dominants sont ceux du Nord-Ouest et Nord-Est. Ils sont généralement modérés.

1.7. Hydrologie

La commune de Hamma Bouziane appartient au bassin versant du Kebir – Rhumel et se trouve dans le même sous-bassin que Garem, Osmendou, O.Rhumel et Sidi Khelifa .

Elle est caractérisée par deux courbes d'isohyètes : 511mm et 509mm et comprend un oued qui le divise en deux zones.

Elle est équipée par les postes pluviométriques de Hamma Bouziane et Zirgout Youcef. Les écoulements du sous-bassin auquel il appartient sont reçus par la station de Garem.



Chapitre-1-

Présentation de la cité d'El ghirene

1.8. Hydrographie

La commune de Hamma Bouziane est traversée par l'oued El Hamma prenant sa source au pied du Djebel Kelal et qui passe à travers la partie inférieure de la cité d'El ghirene .

Ce dernier est alimenté par les sources d'Ain Skhoura et Ain Hammam Zouaoui situées au Nord-Ouest du Djebel Salah selon une direction Sud-Est et Nord-Ouest (SE-NO) qui devient Sud-Ouest et Nord-Est (SO-NE) au Nord de Hamma.

L'oued El Annka (au Nord-Est de Djebel Salah) a un sens d'écoulement Nord-Ouest vers l'Oued El Hamma.

1.9. Urbanisme et Démographie

La commune de Hamma Bouziane appartient au groupement intercommunal de Constantine composé de 5 communes à savoir El Khroub , Ain Smara, Didouche Mourad, Hamma Bouziane et Constantine.

Sa population s'élève à 85700 habitants dont 31883 habitants dans la cité d'El Ghirene : 15830 habitants dans El ghirene inférieure, objet **de notre étude**, et 16053 habitants dans El ghirene supérieure selon le rapport de synthèse de PDAU groupement de 2010.

La commune de Hamma Bouziane comprend Djebli Ahmed, El Ghirene, Kaidi Abdallah, Zeghrour Larbi, Gare basse de vie, la zone éparsée et le chef lieu de Hamma Bouziane ; El ghirene inférieure comprend les districts 63, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 72, 73 et 74.

La commune de Hamma Bouziane affiche un taux d'accroissement de 2.17%, un taux d'urbanisation de 50%, une densité de 500 habitants par kilomètre carré, une solidité migratoire de 1.5% , un nombre d'habitants par logement de 7 ,un taux de chômage de 11% et une population active entre 19 -59 ans de 48650 habitants .

Les secteurs d'activités économiques sont principalement dominés par l'agriculture (12% de la population active), le BTP (Bâtiments et Travaux Publics) (15%) l'industrie (27%) et le secteur tertiaire (46%).

Par ailleurs l'accès à la commune est assuré par les routes nationales RN 79 et RN 03 passant par Bekira vers Didouche Mourad.

Chapitre-1-

Présentation de la cité d'El ghirene

Il est important de noter que la commune est soumise à un double flux, exode rural et transfert de surplus de population venant de Constantine.

1.10. Situation hydraulique

1.10.1. Dotation et Consommateurs

La dotation actuelle en eau potable d'El ghirene inferieure selon la direction de l'hydraulique de la commune de Hamma Bouziane est de 200 l/j/habitant et le besoin journalier en eau potable est actuellement 4007 m³/j

Les consommateurs de la cité d'El ghirene inférieure (zone d'étude) sont diversifiés et comprennent :

- ✓ Des consommateurs domestiques.
- ✓ Une polyclinique composée de 1000lits.
- ✓ Une population scolaire de 3466 écoliers.
- ✓ Un abattoir (10 à 20 têtes abattus par jour).
- ✓ Quatre mosquées de 400 fideles.
- ✓ Un stade de 20 vestiaires.
- ✓ Un marché occupant une superficie de 1000 m².
- ✓ Trois maternités de 60 lits.
- ✓ Quatre jardins publics de 312.5 m² de superficie.
- ✓ Cinq restaurants de 100 personnes par jour.
- ✓ Trois lavages publics de 10 voitures par jour.
- ✓ Trois salles de fête de 50 m².
- ✓ Trois gendarmeries de 30 personnes.
- ✓ Trois mairies APC de 30 personnes.
- ✓ Cinq postes CCP de 9 personnes.
- ✓ Cinq douches de 60 personnes par jour.
- ✓ 4 W-C à réservoir de chasse : en moyenne 25 opérations de chasse par jour.

Par ailleurs nous signalons que le secteur agricole est autonome et il a son propre système hydraulique.

1.10 .2. Complexe hydraulique

La commune de Hamma Bouziane est alimentée actuellement à partir de deux (02) forages : F02 et F03.

Le forage F02 alimente les réservoirs jumelés d'El ghirene de capacité 1800m^3 et 500m^3 avec un débit de 83 l/s dont un débit de 2.5 l/s est destiné au réservoir de capacité 200m^3 qui alimente la cité Iben Chaoui.

Le forage F03 alimente un réservoir de capacité 2000m^3 avec un débit de 50l/s.

1.10.2 .1. Description du forage 03

Le forage F03 se situe dans la zone basse de la commune de Hamma Bouziane. Il débite 50l/s et présente les caractéristiques hydrauliques suivantes :

- ✓ Cote du terrain naturel : 496.99 m.
- ✓ Niveau statique : 6.64m.
- ✓ Niveau dynamique : 14.35 m.
- ✓ Débit d'exploitation : 50l/s.
- ✓ Deux pompes de types immergées dont une sert de secours, de hauteur manométrique totale de : 131m.

1.10 .2 .2. Adduction par refoulement : forage 03 –réservoir 2000m^3

Cette adduction servant à l'alimentation en eau potable du réservoir de 2000m^3 de la commune de Hamma Bouziane, présente les caractéristiques hydrauliques suivantes :

- ✓ Conduite en acier galvanisé de diamètre : 315 mm.
- ✓ Débit : 50 l/s.
- ✓ Longueur : 1611.59 ml.
- ✓ Vitesse d'écoulement : 0.64 m/s.

- ✓ Hauteur manométrique totale : 131 m.
- ✓ Rugosité : 0.1 mm.

1.10 .2 .3. Description du forage F02

Le forage F02 se situant aussi dans la zone basse de la commune de Hamma Bouziane, débite 83 l/s. Ses caractéristiques hydrauliques sont les suivantes :

- ✓ Cote du terrain naturel : 506.66 m.
- ✓ Niveau statique : 5.05 m.
- ✓ Niveau dynamique : 12.17 m.
- ✓ Débit d'exploitation : 83l/s.
- ✓ Deux pompes de types immergées, dont une sert de secours, de hauteur manométrique totale de : 60 m.

1.10.2 .4. Adduction par refoulement : F02-réservoirs jumelés 1800 m³

Cette adduction sert à l'alimentation des réservoirs jumelés de 1800 m³ de La cité d'El ghirene et présente les caractéristiques hydrauliques suivantes :

- ✓ Conduite en acier galvanisé et de diamètre : 350 mm.
- ✓ Débit : 83 l/s.
- ✓ Longueur : 660 ml.
- ✓ Vitesse d'écoulement : 0.87 m/s.
- ✓ Hauteur manométrique totale : 60 m.
- ✓ Rugosité : 0.1 mm.

1.10.2 .5. Réservoirs jumelés de volume total 1800m³ de la cité d'Elghirene

Les deux réservoirs jumelés ont une capacité totale de 1800m³ dont l'un a une capacité de 1300 m³ et l'autre de 500 m³. Ces deux réservoirs sont de type semi-enterré et possèdent les caractéristiques hydrauliques suivantes :

- ✓ Cote du radier des réservoirs : 555.11 m.
- ✓ Cote du trop-plein des réservoirs : 558.11 m.

Chapitre-1-

Présentation de la cité d'El ghirene

- ✓ Cote du volume d'incendie : 555.41 pour R1300m³ et 555.83 m pour R500m³.
- ✓ Ils sont de type circulaire et de diamètres respectifs : 29.20 m et 23.50 m.
- ✓ Hauteur de la cuve : 3m.

Ils sont alimentés par le forage F02 avec un débit de 83 l/s et par le réservoir de volume 2000 m³ avec un débit de 34.62 l/s. Ils desservent la zone basse de la cité Bouaacide et la cité El ghirene et alimentent par refoulement le réservoir R200m³ avec un débit de 2.5 l/s. Désignons ces zones par A.

1.10.2 .6.Réservoir de volume 2000m³

Ce réservoir de type semi-enterré a une capacité de 2000 m³, et est alimenté par le forage F03 avec un débit de 50l/s. Ses caractéristiques hydrauliques sont :

- ✓ Cote du radier : 603.14 m.
- ✓ Cote du trop-plein :606.14 m.
- ✓ Cote du niveau du volume d'incendie : 603.32 m.
- ✓ Il est de type circulaire et de diamètre : 29.20 m.
- ✓ Hauteur de la cuve : 3m.

Construit en béton armé, Il dessert gravitairement les réservoirs jumelés R1800m³ par un débit de 34.62 l/s et le réservoir R200 m³ avec un débit de 10.33l/s. Il couvre aussi les besoins en eau de la zone haute de la cité de Bouaacide, les 100 logements et la cite d'El ghirene. Désignons ces zones par B.

1.10.2 .7.Réservoir de volume 200m³

D'une capacité de 200 m³, il est en béton armé et de type semi-enterré. Il présente les caractéristiques hydrauliques suivantes :

- ✓ Cote du radier : 588.44 m.
- ✓ Cote du trop-plein : 591.44 m.
- ✓ Cote du niveau du volume d'incendie : 589.34 m.
- ✓ Il est de type circulaire et a un diamètre : 9.25 m.

Chapitre-1-

Présentation de la cité d'El ghirene

- ✓ Hauteur : 3 m.

Ce réservoir est alimenté par celui de volume $R2000 \text{ m}^3$ avec un débit de 10.33 l/s, et par les réservoirs jumelés $R1800 \text{ m}^3$ avec un débit de 2.5 l/s. Ce réservoir en question couvre le besoin en eau de la cité Iben Chaoui. Désignons ces zones par C.

1.10.2 .8.Adduction gravitaire reliant le réservoir 2000 m3 au point de jonction

Cette adduction dessert gravitairement les réservoirs de volumes 1800 m^3 et 200 m^3 et, possède les caractéristiques hydrauliques suivantes :

- ✓ Débit d'exploitation : 44.95 l/s.
- ✓ Conduite en acier galvanisé et de diamètre : 250 mm.
- ✓ Vitesse d'écoulement : 0.92 l/s.
- ✓ Rugosité : 0.1 mm.
- ✓ Longueur : 114.07 ml.

1.10.2 .9.Adduction gravitaire reliant le point de jonction au réservoir de volume 200 m^3

Cette adduction alimente le réservoir de volume 200 m^3 avec un débit de 10.33 l/s et possède les caractéristiques hydrauliques :

- ✓ Débit d'exploitation : 10.33 l/s.
- ✓ Conduite en acier galvanisé et de diamètre : 110 mm.
- ✓ Vitesse d'écoulement : 1.09 m/s.
- ✓ Rugosité : 0.1 mm.
- ✓ Longueur : 12.86 ml.

1.10.2 .10.Adduction gravitaire reliant le point de jonction au réservoir de volume 1800 m^3

Cette adduction alimente le réservoir de volume 1800 m^3 avec un débit de 34.62 l/s et, possède les caractéristiques hydrauliques :

- ✓ Débit d'exploitation : 34.62 l/s.
- ✓ Conduite en acier galvanisé et de diamètre : 200 mm.



Chapitre-1-

Présentation de la cité d'El ghirene

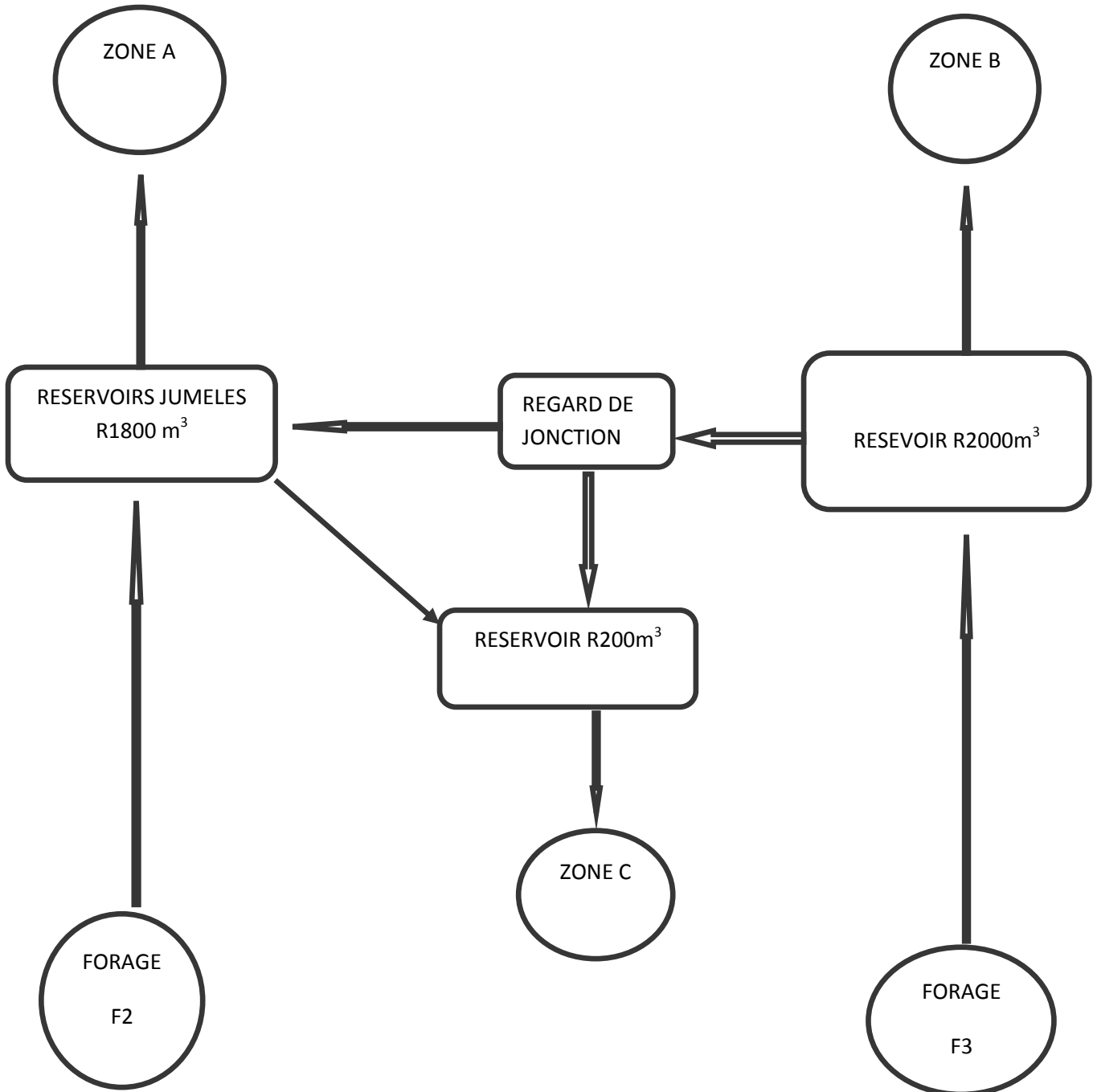
- ✓ Vitesse d'écoulement : 1.10 m/s.
- ✓ Rugosité : 0.1 mm.
- ✓ Longueur : 463.31 ml.

1.10.2 .11. Adduction par refoulement reliant le réservoir de volume 1800 m³ au réservoir de volume 200 m³

Cette adduction dessert par refoulement Le réservoir de volume 200 m³ avec un débit de 2.5 l/s. Elle présente les caractéristiques hydrauliques suivantes :

- ✓ Débit d'exploitation : 2.5 l/s.
- ✓ Conduites en acier galvanisé et de diamètres : 80/90 mm.
- ✓ Vitesses d'écoulement : 0.50/0.40 m/s.
- ✓ Rugosité : 0.1 mm.
- ✓ Longueur : 467 ml.

Fig. 1.1: Schéma illustrant le complexe hydraulique



1.10 .3.État du réseau de distribution de la cité d'El ghirene

Le réseau de distribution d'eau potable de la partie inférieure de la cité d'El ghirene est de type maillé. Il est composé de conduites en PEHD et alimenté par les réservoirs jumelés R1800m³ et par piquage direct sur la conduite DN200 en PEHD sortant du réservoir R2000m³ et alimentant les villes : Les cités de Bouaacida, de Hadjar El Ghoula, de Bouabid et la cité d'El ghirene supérieure. L'état du réseau est vétuste : les fuites sont nombreuses, les pressions sont importantes, les débits sont mal repartis et la densité du réseau ne cerne pas la totalité de la zone d'étude.

1.11. Conclusion

Les données de base permettent la connaissance de la zone d'étude dans ses différents contextes ci-mentionnés et leurs analyses et interprétations permettent à l'ingénieur hydraulicien de détecter les éventuelles problèmes que le système d'approvisionnement en eau de la zone considérée connaît et qu'il remédiera hydrauliquement et efficacement.

De ces données ci-dessus nous pouvons noter quelques points cruciaux :

- ✓ La présence d'un cours d'eau nécessitera une prise de précaution nécessaire et particulière pour sa traversée.
- ✓ La profondeur de la nappe souterraine permet la pose classique des conduites néanmoins une reconnaissance géophysique du sol des lieux de pose des conduites du réseau de distribution est nécessaire pour fixer leurs profondeurs définitives de pose.
- ✓ Étant donné la nature du relief l'alimentation se fait gravitairement bien que certaines adductions fonctionnent par refoulement, les nappes se situant à la zone basse de la cité.
- ✓ La sismicité de la zone d'étude exigera une prise en considération en respectant les normes et les conditions sismiques réglant la pose des conduites dans les milieux sismiques.
- ✓ La géologie de la zone doit être également prise en compte lors du choix des conduites à poser.
- ✓ La population de base est de 15830 habitants avec un taux d'accroissement 2.17%. et la dotation actuelle est de 200l/s/habitant et le besoin actuel est 4007 m³/j.



Chapitre-1-

Présentation de la cité d'El ghirene



*Chapitre-2- : Estimation des besoins en eau de la cité
d'El ghirene*

2.1. Introduction

Une agglomération peut être considérée comme un système complexe dont le principal aspect est la concentration, la centralisation d'activités, par conséquent l'infrastructure de la zone d'étude se caractérise par une concentration de services. Il en résulte que l'intensité des échanges sera grande à tous les niveaux en particulier dans le domaine de l'eau où les exigences sur le plan quantité et qualité sont importantes et critiques. Le besoin en eau d'une agglomération est le volume d'eau requis pour satisfaire quantitativement et qualitativement ses demandes en eau potable. Les principaux facteurs influençant sur le besoin en eau peuvent être les suivants :

- ✓ Facteur politique : processus décisionnel, palier de gouvernement.
- ✓ Facteur économique : activité, travail, gagne pain.
- ✓ Facteur géographique : emplacement, avantage naturel, cours d'eau, voie navigable, situation climatique.
- ✓ Facteur social : bien-être de la population. [1]

Par ailleurs le besoin en eau se trouve traduit par le concept de la dotation journalière en eau. Cette dotation varie selon le type de consommateur et le pays. Toutefois selon l'Organisation Mondiale de la Sante la dotation minimale vitale est de 55 l/habitant/jour .En moyenne, nous observons dans les pays développés :

- ✓ Les consommations rurales : 90 -180 l/habitant/jour.
- ✓ Les consommations urbaines : 180-200 l/habitant/jour. [2]

Ces valeurs sont largement dépassées dans certains pays développés tels qu'USA (United State of America) (565 l/habitant/jour),

Canada (50l/habitant /jour), Japon (372 l/habitant/jour), URSS (322 l/habitant/jour) tandis qu'en Pékin la dotation est 4 fois moins que la moyenne mondiale. [3]

L'objectif du présent chapitre est l'évaluation des besoins en eau potable de la zone oued de la cité d'El Ghirene ou la dotation en eau, selon la Direction Hydraulique de la Wilaya est de 200 l/habitant /jour.

2.2.Évaluation démographique

Le besoin domestique en eau potable est dicté par le facteur démographique.

L'évaluation démographique consiste à la détermination du nombre d'habitants à l'horizon d'étude .Elle s'effectue en tenant compte de 3 facteurs principaux :

- ✓ La natalité.
- ✓ La mortalité.
- ✓ Et la migration (entrée ou sortie).

Les périodes d'estimation démographique peuvent être considérées comme les suivants :

- ✓ Court terme : 3 à 10 ans.
- ✓ Long terme : 10 à 30 ans.

Le choix de ces périodes est fonction de la vie économique de la structure à projeter. Plusieurs informations sont nécessaires à l'évaluation démographique d'une population, certaines sont précises et rigoureuses, par contre d'autres sont plus subjectives.

Les principales sources d'information sont :

- ✓ Les recensements.
- ✓ Les données d'immigrations et d'émigration si la zone est soumise aux flux migratoires et d'immigration.

Chapitre-2-

Estimation des besoins en eau de la cité d'El ghirene

- ✓ Les répertoires de naissance et de décès, les taux de natalité et les taux de mortalité.
- ✓ D'autres informations indirectes :
 - ✓ Le nombre d'enfants dans les écoles : 5 habitants pour 1 enfant.
 - ✓ Le nombre de numéros de téléphones : 4 habitants pour 1.
 - ✓ Le nombre de service, eau, gaz, électricité : 3 habitants pour 1. [4]

2.2.1. Population

Selon le rapport de synthèse de PDAU groupement de 2010, la population de la cité El ghirene de la commune de Hamma Bouziane s'élève à 15830 habitants avec un taux d'accroissement de 2.17%.

2.2.2. Estimation de la population future

2.2.2. 1. Méthodes d'estimation d'une population

Les méthodes d'estimation de la population sont basées sur une analogie. En effet nous estimons que l'évolution de la population humaine est semblable à celle d'une population de bactéries. Cette évolution se caractérise par une période initiale ou, après une période de latence, la croissance s'accélère rapidement pour atteindre un régime de croissance régulière, en fin l'évolution tend vers un nombre limité d'individus : la population de saturation. [5]

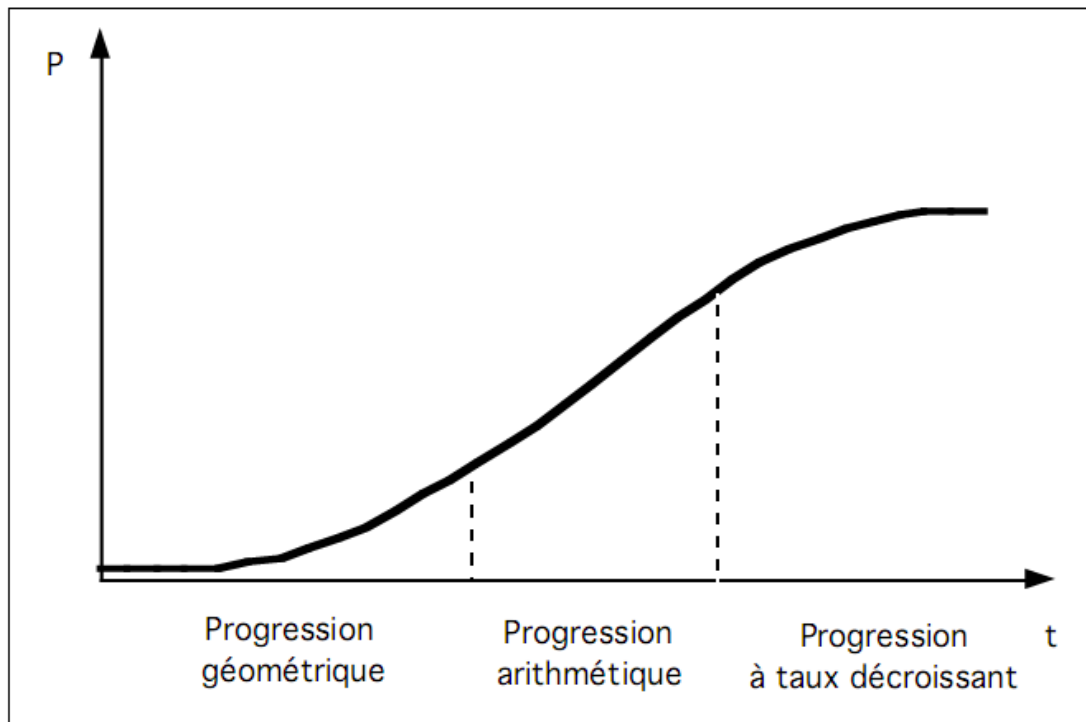


Fig. 2.1 : Évolution temporelle d'une population

Il existe plusieurs méthodes de prédiction à court terme et à long terme :

- ✓ Graphique.
- ✓ Graphique de comparaison.
- ✓ Progression géométrique.
- ✓ Décroissement à taux décroissant.
- ✓ Méthode logistique.

2.2.2.2. Estimation de la population

La population algérienne est jeune et en pleine croissance. Donc la méthode géométrique est la mieux adéquate pour l'évaluation de la population de la cite d'El ghirene .L'horizon d'étude choisie est 30 ans, la population de base est 15830 en 2010 avec un taux d'accroissement de 2.17%.L formule utilisée est la suivante :

$$P_n = P_0 (1 + \tau)^n \dots\dots 2..1.$$

Ou P_n : Population au temps T_n

P_0 : Population au temps T_0

τ : Taux d'accroissement de la population.

Dans notre cas :

- ✓ $n=30$ ans
- ✓ $P_0 = 15830$ habitants,
- ✓ $\tau = 2.17\%$

Et Nous trouvons $P_n = 30143$ habitants.

2.4. Estimation de la population des écoliers

Nous savons déjà que la population s'élèvera à 30143 habitants en 2040. Selon le ministère de l'éducation, le taux de scolarisation était de 70% en 2000, puis 77.5% en 2005 et il est actuellement 80.6% ; l'âge officiel de scolarisation est 6 ans. Néanmoins certains enfants sont scolarisés à 5ans. L'analyse de ces valeurs nous permet de conclure que ce taux serait 98.6% en 2040.

Par ailleurs d'après l'étude intitulée perspective monde faite par l'école de politique de l'université de Sherbrooke du Québec au Canada, la pyramide des âges de la population algérienne montre que le pourcentage de personnes ayant l'âge compris entre 5 à 20 ans était 27.16% en 2010 et sera 21.72% en 2020 et 20.15% en 2030. L'analyse de ces valeurs montre que le pourcentage de cet intervalle d'âge décroît chaque 10 an. Comme il s'agit d'une estimation, nous pouvons considérer que ce pourcentage en 2030 sera le même en 2040.

La formule donnant la population écolière s'écrit comme suit :

$$P_{\text{ecolier}} = P_n * \alpha\% * \beta\% \dots 2..2.$$

Chapitre-2-

Estimation des besoins en eau de la cité d'El ghirene

Ou P_n : Population à l'horizon d'étude.

$\alpha\%$: Pourcentage des personnes ayant l'âge compris entre 5 à 20 ans à l'horizon d'étude (2040).

$\beta\%$: Taux de scolarisation à l'horizon d'étude.

D'après les données ci-dessus nous trouvons $P_{\text{ecoliers}} = 5989 \approx 6000$ écoliers.

NB : Il est important de noter que la cité ne possède pas d'université ; le choix de l'intervalle d'âge [5 ; 20] au lieu de [5 ; moins de 19] s'explique du fait que certains écoliers prennent du retard dans leurs cursus et d'autres sont scolarisés tardivement, ce nombre trouvé comprend également celui de ceux qui font les formations professionnelles faute de leurs inadmissibilités dans les lycées ou grâce à leurs choix.

Tab 2.1 : La pyramide des âges d'Algérie : 2000

D'après l'étude perspective monde- U.S.Census Bureau

Par l'université de Sherbrooke (Québec : Canada): Département de la Science politique appliquée

Groupes d'âge	Hommes	Femmes	Total	Ratio F/H	% du groupe
100 ans et plus	50	60	110	1.2	0
95 - 100 ans	857	945	1 802	1.1	0.01
90 - 95 ans	6 935	7 092	14 027	1.02	0.05
85 - 90 ans	26 238	27 133	53 371	1.03	0.18
80 - 85 ans	60 560	67 143	127 703	1.11	0.42
75 - 80 ans	109 033	122 367	231 400	1.12	0.76
70 - 75 ans	179 154	197 907	377 061	1.1	1.24

Chapitre-2-

Estimation des besoins en eau de la cité d'El ghirene

65 - 70 ans	250 643	272 144	522 787	1.09	1.72
60 - 65 ans	281 963	309 707	591 670	1.1	1.94
55 - 60 ans	322 510	348 902	671 412	1.08	2.21
50 - 55 ans	459 803	454 830	914 633	0.99	3.01
45 - 50 ans	619 412	584 367	1 203 779	0.94	3.96
40 - 45 ans	792 219	768 135	1 560 354	0.97	5.13
35 - 40 ans	971 014	965 220	1 936 234	0.99	6.36
30 - 35 ans	1 157 541	1 147 590	2 305 131	0.99	7.58
25 - 30 ans	1 355 609	1 314 669	2 670 278	0.97	8.78
20 - 25 ans	1 643 417	1 609 475	3 252 892	0.98	10.69
15 - 20 ans	1 846 536	1 826 016	3 672 552	0.99	12.07
10 - 15 ans	1 861 668	1 802 710	3 664 378	0.97	12.04
5 - 10 ans	1 853 505	1 784 568	3 638 073	0.96	11.96
0 - 5 ans	1 539 954	1 479 626	3 019 580	0.96	9.92
Total	15 338 621	15 090 606	30 429 227	0.98	100

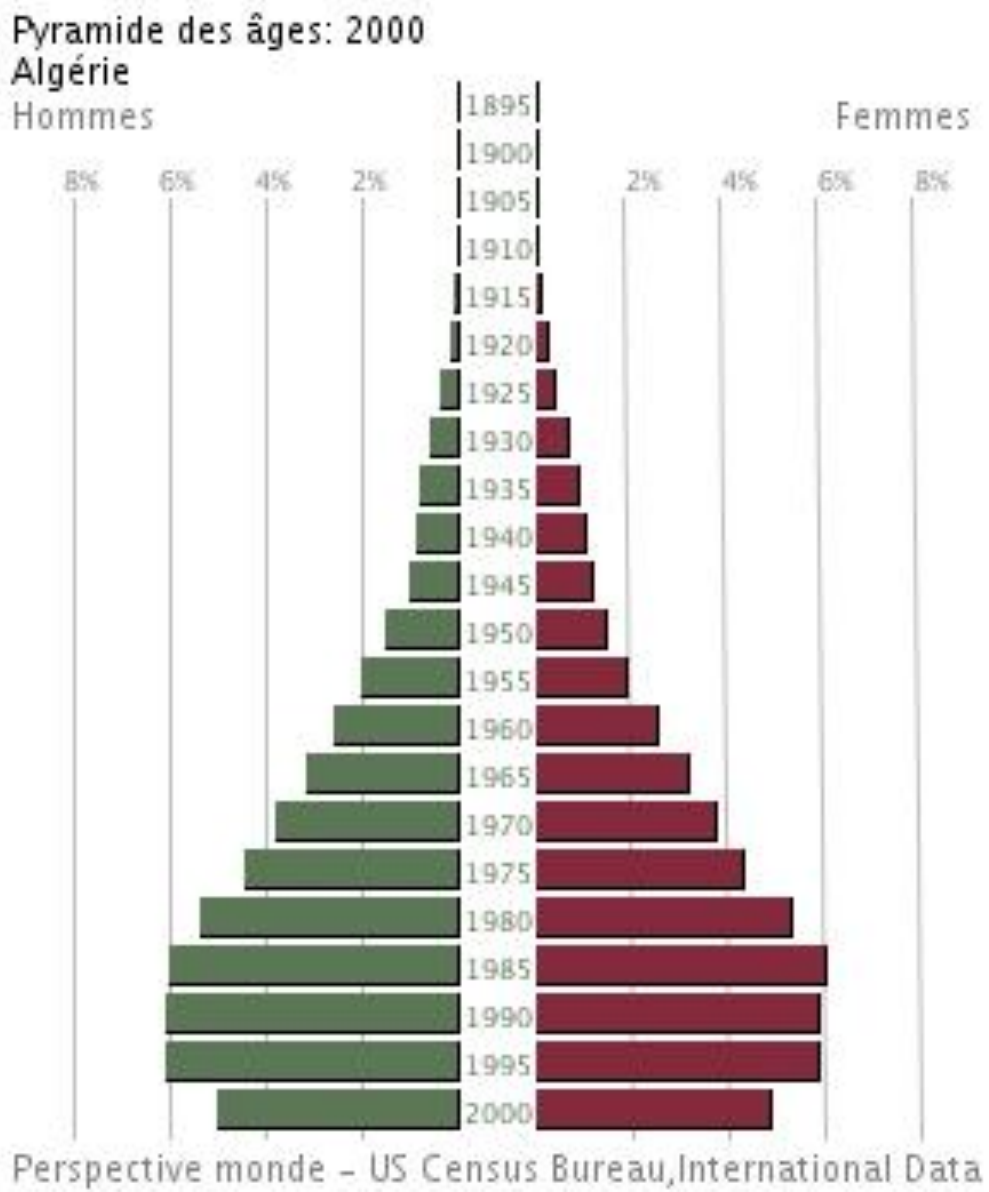


Fig.2.2 : La pyramide des âges d'Algérie 2000

Chapitre-2-

Estimation des besoins en eau de la cité d'El ghirene

Tab.2.2 : la pyramide des âges d'Algérie : 2030

D'après l'étude perspective monde- U.S. Census Bureau

**Par l'université de Sherbrooke (Québec : Canada) : Département de la Science
politique appliquée**

Groupes d'âge	Hommes	Femmes	Total	Ratio F/H	% du groupe
100 ans et plus	756	2 347	3 103	3.1	0.01
95 - 100 ans	6 892	15 999	22 891	2.32	0.05
90 - 95 ans	28 964	53 945	82 909	1.86	0.2
85 - 90 ans	80 935	123 913	204 848	1.53	0.49
80 - 85 ans	200 403	247 382	447 785	1.23	1.08
75 - 80 ans	371 298	404 085	775 383	1.09	1.86
70 - 75 ans	574 001	609 863	1 183 864	1.06	2.84
65 - 70 ans	786 623	829 161	1 615 784	1.05	3.88
60 - 65 ans	1 004 071	1 034 437	2 038 508	1.03	4.9
55 - 60 ans	1 219 875	1 218 119	2 437 994	1	5.85
50 - 55 ans	1 513 106	1 520 775	3 033 881	1.01	7.29
45 - 50 ans	1 731 382	1 751 479	3 482 861	1.01	8.36
40 - 45 ans	1 767 301	1 746 222	3 513 523	0.99	8.44
35 - 40 ans	1 773 511	1 738 593	3 512 104	0.98	8.43
30 - 35 ans	1 474 630	1 439 469	2 914 099	0.98	7
25 - 30 ans	1 394 681	1 352 086	2 746 767	0.97	6.6
20 - 25 ans	1 389 319	1 337 128	2 726 447	0.96	6.55
15 - 20 ans	1 452 109	1 392 439	2 844 548	0.96	6.83

Chapitre-2-

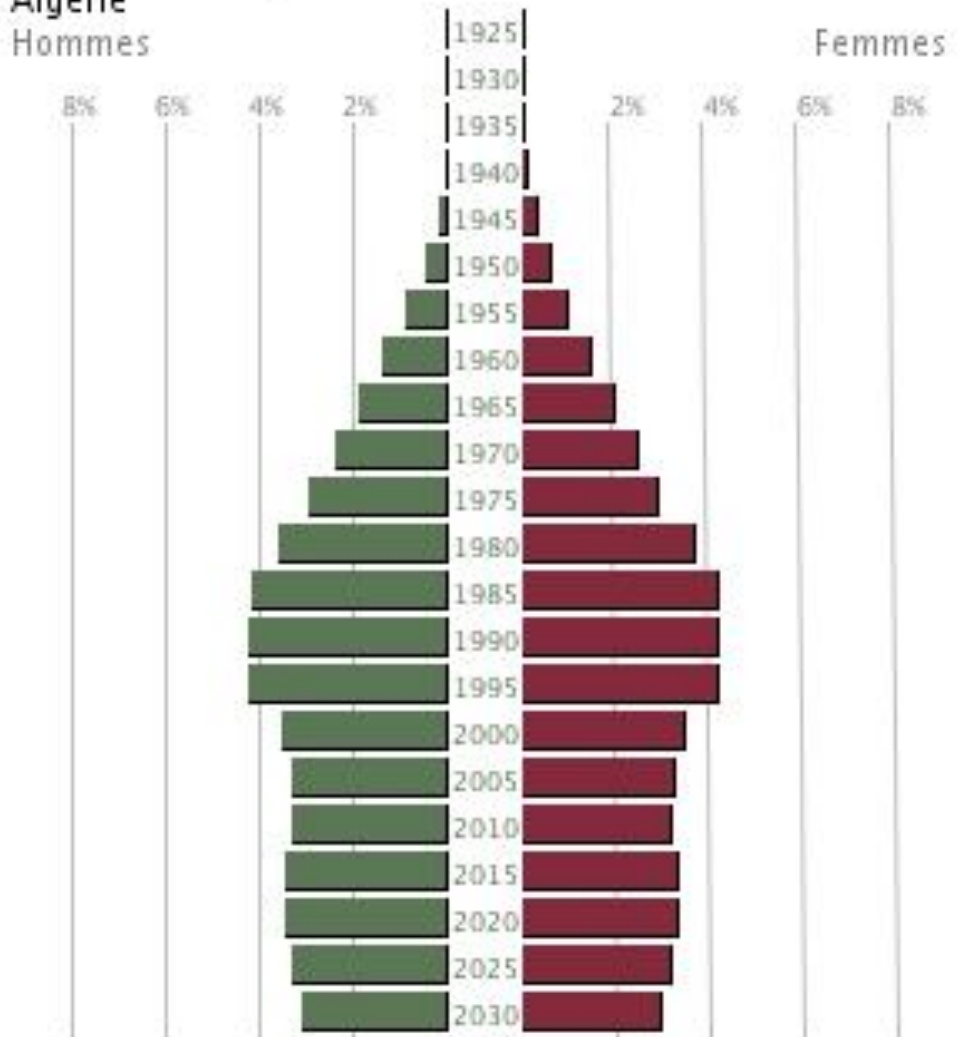
Estimation des besoins en eau de la cité d'El ghirene

10 - 15 ans	1 453 643	1 391 793	2 845 436	0.96	6.83
5 - 10 ans	1 381 938	1 322 006	2 703 944	0.96	6.49
0 - 5 ans	1 280 133	1 223 795	2 503 928	0.96	6.01
Total	20 885 571	20 755 036	41 640 607	0.99	100

Pyramide des âges: 2030

Algérie
Hommes

Femmes



Perspective monde - US Census Bureau, International Data

Fig.2.3 : La pyramide des âges d'Algérie 2030

2.5.Évaluation des besoins en eau

Les consommations d'eau sont classées en fonction des besoins spécifiques de chaque groupe de consommation .Nous distinguons généralement 4 catégories de consommation de l'eau :

- ✓ La consommation domestique.
- ✓ La consommation industrielle.
- ✓ La consommation touristique.
- ✓ La consommation collective : consommation des locaux administratifs et commerciaux, des installations militaires, des établissements scolaires et sanitaires, des appareils publics et installations municipales, etc.

2.5.1. Besoin domestique

Il s'agit de l'eau utilisée pour les besoins personnels d'alimentation et d'hygiène et d'autres utilisations moins essentielles comme le lavage de biens et l'arrosage. Le besoin domestique en eau en mètre cube par jour d'une population est quantifié par la formule suivante :

$$Q_{\text{moyj, domestique}} = \frac{\text{Dot} * N * \alpha\%}{1000} \text{ m}^3/\text{jour} \dots\dots 2. .3.$$

Ou Q_{moyj} : besoin domestique en eau potable,

Dot : Dotation journalière en eau potable en litre/habitant/jour.

$\alpha\%$: Pourcentage de la population ayant accès à l'eau potable.

Chapitre-2-

Estimation des besoins en eau de la cité d'El ghirene

La population sera 30143 habitants en 2040 .La dotation est 200l/habitant /jour selon la Direction d'Hydraulique de la commune de Hamma Bouziane.

$\alpha\% = 96$ selon le ministere des ressources en eau .Donc le besoin domestique en eau est : $5787.456 \approx 5788$ m³/jour.

Tab.2.3 :L'évolution du taux de raccordement sur le territoire national selon le ministère des ressources en eau.

Année	2009	2011	2020	2025	2030	2040
Taux de raccordement	0.75	0.80	0.95	0.95	0.96	0.96

2.5.2. Besoin scolaire

C'est la quantité journalière d'eau nécessaire à la consommation des écoliers durant le jour d'école. Elle est par la formule ci-dessous :

$$Q_{\text{moyj ,ecolier}} = \frac{\text{Dot} * P_{\text{ecolier}}}{1000} \text{ m}^3/\text{jour} \dots\dots 2.4.$$

Ou Dot : Dotation journalière d'un écolier tirée du polycopié de D^r **SALAH Boualem**, Docteur en Hydraulique spécialisé dans le Coup de Béliet.

P_{ecolier} : Population des écoliers à l'horizon d'études.

Chapitre-2-

Estimation des besoins en eau de la cité d'El ghirene

Comme il s'agit des externats, nous prenons la dotation journalière égale à 10l/écolier/jour et par conséquent nous trouvons $Q_{\text{moyj,ecolier}} = 60 \text{ m}^3/\text{jour}$.

2.5.3. Besoin administratif en eau

Tab.2.4 : Besoin administratif en eau

Administration	Unité	Dotation unitaire (l/j)	Besoin (m^3/j)
Gendarmeries	60	15	0.9
Mairies Antenne APC	60	15	0.9
Postes CCP	45	15	0.675
Total			3.375

2-5-4-Besoin socioculturel en eau

Tab.2.5 : Besoin socioculturel en eau

Structure	Unité	Dotation unitaire (l/j)	Besoin (m^3/j)
Mosquées	1600	5	8
Salles de fête	150	5	0.75
Stade de football	20	25	0.5
Douches	300	25	7.5
W-C à réservoir de chasse	100	12	1.2
Total			17.95

Chapitre-2-

Estimation des besoins en eau de la cité d'El ghirene

2.5.5. Besoin commercial en eau

Tab.2.6 : Besoin commercial en eau

Structure	Unité	Dotation (l/j)	Besoin (m ³ /j)
Marché publique	1000	5	5
Abattoir	20	5	10
Lavage publique	30	150	4.5
Restaurants	500	45	22.5
Total			42

2.5.6. Besoin sanitaire en eau

Tab.2.7 : Besoin sanitaire en eau

Structure	Unité	Dotation unitaire (l/j)	Besoin en eau (m ³ /j)
Polyclinique	1000	400	400
Maternités	180	250	45
Total			445

2.5.7. Besoin d'arrosage en eau

Tab.2.8 : Besoin d'arrosage en eau

Structure	Unité	Dotation unitaire (l/j)	Besoin en eau (m ³ /j)
Jardins publiques	1250	5	6.25
Total			6.25

2.5.8. Besoin en eau d'incendie

C'est le volume d'eau nécessaire à l'extinction de l'incendie lorsque ce cas se présente. Ce besoin en eau a des caractéristiques assez particulières en termes de volume et de débits. En effet la quantité d'eau nécessaire pour lutter contre les incendies est faible lorsqu'elle est répartie sur toute l'année. Cependant, cette demande se fait pendant une période courte à un débit très élevé. Ce besoin a une influence importante sur le dimensionnement du réseau de distribution. D'où la nécessité d'en tenir compte dans les calculs suivants :

- ✓ Répartition des bouches d'incendie.
- ✓ Capacités des systèmes des gicleurs.
- ✓ Volume des réservoirs (réserve d'incendies).
- ✓ Capacité des stations de pompage.
- ✓ Évaluation de la pression résiduelle.

Chapitre-2-

Estimation des besoins en eau de la cité d'El ghirene

Le besoin en eau d'incendies est en général évalué en tenant compte de la durée d'incendie .A cet effet les valeurs consignées dans le tableau ci-dessus peuvent être observées.

Tab.2.9: Débit d'incendie en fonction de sa durée [6]

Débit d'incendie en l/s	Durée d'incendie en heures
645	10
600	9.10
550	8.20
500	7.40
450	6.60
400	5.85
350	5.05
300	4,25
275	3.85
250	3.47
225	3.07
200	2.67
150	2.00

Par ailleurs d'autres méthodes et formules servent à estimer le besoin en eau d'incendie notamment les formules suivantes :

$$D = 0.01319 * Q_i \quad , \quad 150 \leq Q_i \leq 190 \quad \dots\dots 2..5.$$

$$D = 0.01583 * Q_i \quad , \quad 190 \leq Q_i \leq 568 \quad \dots\dots 2..6.$$

$$D = 0.01319 * Q_i \quad 568 \leq Q_i \leq 645 \quad \dots\dots 2..7. \quad [7]$$

Ou D est la durée de l'incendie en heures et Q_i est le débit d'incendie en l/s. Dans notre projet nous prenons un débit d'incendie $Q_i = 150$ l/s pour une durée $D = 2$ heures.

2.5.9. Majoration des besoins

Dans la plupart des réseaux de distribution, une forte proportion d'eau se perd pendant le transport entre les usines de traitement et les points de consommation. Le volume perdu est généralement de 20 à 30% de la quantité produite. Dans certains réseaux, en particulier les plus anciens, les pertes peuvent atteindre 50%. Les pertes d'eau peuvent avoir plusieurs causes : fuites, erreurs de mesure, utilisation publique (lutte contre les incendies, le nettoyage des conduites, etc.), vol. Cependant la principale cause est les fuites. Les fuites se produisent dans différents éléments du réseau de distribution : conduites d'adduction, conduites de distribution, branchements, raccordement, vannes, bouches d'incendie. Les principales causes des fuites sont :

- ✓ La corrosion.
- ✓ Les défauts des matériaux.
- ✓ Une mauvaise installation.
- ✓ Une pression d'eau excessive.
- ✓ Les coups de bélier.
- ✓ Les mouvements de terrain attribuables à la sécheresse ou au gel.
- ✓ Les vibrations et les charges excessives dues à la circulation. [8]

Les conséquences des fuites sont d'ordre économique, sanitaire et elles peuvent se résulter à l'endommagement du réseau de distribution (érosion de l'assise des conduites, rupture des canalisations) et des fondations des routes et des bâtiments.

Chapitre-2-

Estimation des besoins en eau de la cité d'El ghirene

Les contraintes économiques, les questions de sante publique et le besoin d'économiser l'eau incitent les exploitants de réseaux à mettre sur pied des programmes de contrôles de fuites. A cet effet diverses méthodes et moyens sont utilisés notamment :

- ✓ La méthode des bilans d'eau.
- ✓ La méthode acoustique : utilisation des appareils acoustiques (tiges d'écoutes, aquaphones, géophones, microphones au sol, etc.).
- ✓ La méthode non acoustique : utilisation des gaz traceurs, imageries infrarouges, géoradar.
- ✓ La méthode de corrélation des fuites : utilisation des appareils modernes de corrélation des fuites.
- ✓ La thermographie. [9]

Dans la direction de l'hydraulique de la commune de Hamma Bouziane, la perte d'eau pour un réseau en bon état est prise égale à 10% du besoin total journalier.

2. 6.Variation des débits de consommation dans le temps

Le débit nécessaire à la satisfaction du besoin en eau d'une zone d'étude est soumis à plusieurs variations en raison de l'irrégularité de la consommation dans le temps. Ces variations peuvent être annuelles, saisonnières, hebdomadaires, journalières ou horaires.

2.6.1. Variation journalière

La variation journalière se définit comme le rapport de la consommation maximale de la journée sur la consommation minimale de la journée de l'année. Il existe donc deux rapports de consommation par rapport à la moyenne :

Chapitre-2-

Estimation des besoins en eau de la cité d'El ghirene

- ✓ coefficient minimal d'irrégularité journalière :

$$K_{\min j} = \frac{Q_{\min j}}{Q_{\text{moyj}}} \dots\dots 2..8.$$

Avec $K_{\min j}$ variant entre 0.7 et 0.9.

Nous prenons $K_{\min j} = 0.8$.

- ✓ coefficient maximal d'irrégularité journalière :

$$K_{\max j} = \frac{Q_{\max j}}{Q_{\text{moyj}}} \dots\dots 2..9.$$

Avec $K_{\max j}$ variant entre 1.1 et 1.3.

Ce coefficient a pour but la majoration du débit moyen Q_{moyj} de 10 à 30%.

Nous prenons $K_{\max j} = 1.3$.

2.6.2. Variation horaire

Durant la journée la plus chargée de l'année, il existe des variations importantes de la consommation d'une heure à une autre, d'où :

Il existe donc deux rapports de consommation par rapport à la moyenne :

- ✓ Coefficient d'irrégularité maximale horaire ($K_{\max, h}$) :

Chapitre-2-

Estimation des besoins en eau de la cité d'El ghirene

Ce coefficient représente l'augmentation de la consommation horaire pour la journée. Il tient compte de l'accroissement de la population ainsi que le degré du confort et du régime de travail de l'industrie :

$$K_{\max,h} = \frac{Q_{\max,h}}{Q_{\text{moy},h}} \dots\dots 2..10.$$

D'une manière générale, Ce coefficient peut être décomposé en deux autres coefficients : $\alpha_{\max,h}$ et $\beta_{\max,h}$ tel que :

$$K_{\max,h} = \alpha_{\max,h} * \beta_{\max,h} \dots\dots 2..11.$$

Avec :

α_{\max} : Coefficient tenant compte du développement industriel et des habitudes de la population, varie entre 1.2 à 1.4. Pour notre cas nous prenons $\alpha_{\max} = 1.3$.

β_{\max} : Coefficient en fonction du nombre d'habitant suivant le tableau ci-dessous :

Tab.2.10 : $\beta_{\max,h}$ en fonction du nombre d'habitants [10]

Habitant	<1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	50000
$\beta_{\max,h}$	2	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.15

Tab.2.11 : Calcul de $K_{\max,h}$

Zone d'étude	Population horizon2031	$\alpha_{\max,h}$	$\beta_{\max,h}$	$K_{\max,h}$
--------------	------------------------	-------------------	------------------	--------------

Chapitre-2-

Estimation des besoins en eau de la cité d'El ghirene

Cite d'El ghirene	30143	1.3	1.15	1.495 \cong 1.5
-------------------	-------	-----	------	-------------------

✓ Coefficient d'irrégularité minimale horaire ($K_{min,h}$) :

Ce coefficient permet de déterminer le débit minimum horaire observable dans le réseau de distribution d'eau potable :

$$K_{min,h} = \alpha_{min,h} * \beta_{min,h} \dots 2.12.$$

Avec :

$\alpha_{min,h}$: Le coefficient tenant compte du développement industriel et des habitudes de la population, varie entre 0.4 à 0.6. Pour notre cas nous prenons $\alpha_{min,h} = 0.6$.

$\beta_{min,h}$: Le coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population.

Tab.2.12 : $\beta_{min,h}$ en fonction du nombre d'habitants [11]

Habitant	<1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	50000
$\beta_{min,h}$	0.1	0.1	0.1	0.2	0.25	0.4	0.5	0.6

Tab.2.13 : Calcul de $K_{min,h}$

Zone d'étude	Population horizon2031	$\alpha_{min,h}$	$\beta_{min,h}$	$K_{min,h}$
Cite d'El ghirene	30143	0.6	0.6	0.36

2.7. Détermination des débits journaliers

2.7.1. Débit maximal journalier

Le débit maximal journalier se définit comme le débit de la journée de l'année ou la consommation est maximale. Il sert comme élément de base dans le dimensionnement de l'adduction, du réseau de distribution, de la station de pompage, du réservoir de stockage,...

Il s'exprime par :

$$Q_{\max, j} = K_{\max, j} * Q_{\text{moy}, j} \dots\dots 2..13.$$

Ou $Q_{\max, j}$: Le débit maximal journalier.

$K_{\max, j}$: Le coefficient de pointe maximal journalier.

$Q_{\text{moy}, j}$: Le débit moyen journalier.

2.7.2. Débit minimal journalier

Il est défini comme le débit de la journée de l'année ou la consommation est minimale. Il est exprimé par la relation ci-dessus :

$$Q_{\min, j} = K_{\min, j} * Q_{\text{moy}, j} \dots\dots 2..14.$$

Ou $Q_{\max,j}$: Débit minimal journalier en m^3/j .

$K_{\max,j}$: Coefficient de pointe minimal journalier en m^3/j .

$Q_{\text{moy},j}$: Le débit moyen journalier en m^3/j .

Les résultats des calculs sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tab.2.14 : Résultats du calcul

Cité d'El ghirene	$Q_{\text{moy},j}$ (m^3/j)	$K_{\max,j}$	$Q_{\max,j}$ (m^3/j)	$K_{\min,j}$	$Q_{\min,j}$ (m^3/j)
Valeurs	6999.3 $\cong 7000$	1.3	9100	0.8	5600

2.8. Détermination des débits horaires

2.8.1. Débit moyen horaire

Il est défini par la formule suivante :

$$Q_{\text{moy},h} = \frac{Q_{\max,j}}{T} \dots\dots 2..15.$$

Ou $Q_{\text{moy},j}$: Le débit moyen horaire en m^3/j .

$Q_{\max,j}$: Le débit maximal journalier en m^3/j .

T : La durée du jour prise généralement égale à 24 heures.

Par ailleurs le débit moyen horaire est utile dans le dimensionnement des prises d'eau, des stations de pompage du 1er degré, des stations de traitement, des conduites d'eau.

Tab.2.15 : Débit moyen horaire

$Q_{\max,j}$ en m^3/j	T en heures	$Q_{\text{moy},h}$ en m^3/h
9100	24	379.20

2.8.2. Débit maximal horaire :

Ce débit joue un rôle très important dans les différents calculs du réseau de distribution et il est déterminé par la relation suivante :

$$Q_{\max,h} = K_{\max,h} * Q_{\text{moy},h} \dots\dots 2..16.$$

Ou $Q_{\text{moy},h}$: Débit moyen horaire en m^3/h .

$K_{\max,h}$: Coefficient d'irrégularité maximal horaire.

$Q_{\max,h}$: Débit maximal horaire en m^3/h .

2.8.3. Débit minimal horaire

C'est le débit minimal atteint lors de la consommation horaire et il est donné par la formule suivante :

$$Q_{\min,h} = K_{\min,h} * Q_{\text{moy},h} \dots\dots 2..17.$$

Ou $Q_{moy,h}$: Débit moyen horaire en m^3/h .

$K_{min,h}$: Coefficient d'irrégularité minimal horaire.

$Q_{min,h}$: Débit minimal horaire en m^3/h .

Tab.2.16 : Débits horaires minimal et maximal

$Q_{moy,h}$ en m^3/h	$K_{max,h}$	$Q_{max,h}$ en m^3/h	$K_{min,h}$	$Q_{min,h}$ en m^3/h
379.20	1.5	568.75	0.3	136.5

2.9. Régime de consommation de la cite d'El ghirene

Nous avons vu que le besoin d'une agglomération est caractérisé par des débits maximal et minimal journaliers ainsi que les débits maximal et minimal horaires mais ces débits ne nous renseignent nullement sur l'évolution horaire de la consommation de l'agglomération. Ce concept se traduit par le régime de la consommation. Il est variable en fonction des habitudes et de sa vocation. Certes bien que le régime de consommation traduit les habitudes des consommateurs, son pronostique est très difficile faute de l'absence d'une connaissance précise des habitudes de l'agglomération existante. Donc pour l'établir, nous faisons recourt à l'étude d'analyse du fonctionnement du système de distribution d'eau dans l'agglomération existante. Ainsi par analogie avec cette méthode, nous adoptons un régime ou un graphique de consommation d'eau pour l'agglomération envisagée.

Chapitre-2-

Estimation des besoins en eau de la cité d'El ghirene

Le régime de consommation d'eau jouit d'une importance inestimable dans les calculs hydrauliques. En effet en fonction de la quantité d'eau nécessaire à la consommation et du choix du régime de consommation nous pouvons déterminer par le calcul hydraulique :

- ✓ Les dimensions de certains ouvrages et de certaines installations.
- ✓ Le nombre et la capacité des pompes qui sont destinées à refouler de l'eau.
- ✓ La capacité des réservoirs destinés au stockage de l'eau traitée.
- ✓ La hauteur et la capacité des châteaux d'eau.
- ✓ Et enfin le dimensionnement des canalisations.

Faute d'une maîtrise précise du fonctionnement du système de distribution d'eau et pour des raisons économiques, en général nous avons recours aux études déjà faites sur la répartition horaire des débits en fonction du nombre d'habitants. Celles-ci expriment les débits horaires en pourcentage par rapport au débit maximal journalier. Les résultats de ces études se trouvent consignés dans le tableau ci-après.

Tab.2.17 : Répartition des débits horaires en fonction du nombre d'habitants [12]

Heures (h)	Nombre d'habitants				
	Moins de 10000	10001à 50000	50001à 100000	Plus de 100000	Agglomération de type rurale
0-1	1.00	1.5	03	3.35	0.75
1-2	1.00	1.5	3.2	3.25	0.75
2-3	1.00	1.5	2.5	3.3	01
3-4	1.00	1.5	2.6	3.2	01
4-5	2.00	2.5	3.5	3.25	03
5-6	3.00	3.5	4.1	3.4	5.5
6-7	5.00	4.5	4.5	3.85	5.5
7-8	6.50	5.5	4.9	4.45	5.5
8-9	6.50	6.25	4.9	5.2	3.5
9-10	5.50	6.25	4.6	5.05	3.5
10-11	4.50	6.25	4.8	4.85	06
11-12	5.50	6.25	4.7	4.6	8.5
12-13	7.00	5.00	4.4	4.6	8.5
13-14	7.00	5.00	4.1	4.55	06
14-15	5.50	5.50	4.2	4.75	05
15-16	4.50	6.00	4.4	4.7	05
16-17	5.00	6.00	4.3	4.65	3.5
17-18	6.50	5.50	4.1	4.35	3.5
18-19	6.50	5.00	4.5	4.4	06

Chapitre-2-

Estimation des besoins en eau de la cité d'El ghirene

19-20	5.00	4.50	4.5	4.3	06
20-21	4.50	4.00	4.5	4.3	06
21-22	3.00	3.00	4.8	3.75	03
22-23	2.00	2.00	4.6	3.75	02
23-24	1.00	1.50	3.3	3.7	01

Dans le paragraphe **estimation de la population de l'agglomération à l'horizon d'étude**, nous avons déterminé le nombre de la population future et nous l'avons trouvé égal à 30143 habitants. Ainsi le tableau nous donne-t-il les valeurs choisies.

Tab.2.18 : Coefficients de répartition des débits horaires de l'agglomération (30143 habitants)

Heures (h)	Coefficient de répartition des débits horaires de l'agglomération (%)
0-1	1.5
1-2	1.5
2-3	1.5
3-4	1.5
4-5	2.5
5-6	3.5
6-7	4.5
7-8	5.5
8-9	6.25
9-10	6.25
10-11	6.25
11-12	6.25

Estimation des besoins en eau de la cité d'El ghirene

12-13	5.00
13-14	5.00
14-15	5.50
15-16	6.00
16-17	6.00
17-18	5.50
18-19	5.00
19-20	4.50
20-21	4.00
21-22	3.00
22-23	2.00
23-24	1.50

2.9.1. Détermination de la répartition des débits horaires

Le débit horaire est la consommation de l'agglomération durant une heure précise. Il s'obtient par la formule suivante :

$$Q_{h,i} = \alpha_{h,i} * Q_{\max,j} \dots\dots 2..18.$$

Chapitre-2-

Estimation des besoins en eau de la cité d'El ghirene

Les résultats des calculs sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Tab.2.19 : Résultats du calcul.

Centres des intervalles d'heures *	Heures (h)	Débit maximal journalier $Q_{max,j}(m^3/j)$	Coefficient de répartition horaire $\alpha_{h,i} (%)$	Débit horaire $Q_{h,i} (m^3/h)$	Coefficient cumulé de répartition horaire $\alpha_{h,ic} (%)$	Débit horaire Cumulé $Q_{h,i,c} (m^3/h)$	Observation
0.5	0-1	9100	1.5	136.5	1.5	136.5	$Q_{h,i,min}$
1.5	1-2	9100	1.5	136.5	3.00	273	$Q_{h,i,min}$
2.5	2-3	9100	1.5	136.5	4.5	409.5	$Q_{h,i,min}$
3.5	3-4	9100	1.5	136.5	6	546	$Q_{h,i,min}$
4.5	4-5	9100	2.5	227.5	8.5	773.5	
5.5	5-6	9100	3.5	318.5	12.00	1092	
6.5	6-7	9100	4.5	409.5	16.5	1501.5	
7.5	7-8	9100	5.5	500.5	22	2002	
8.5	8-9	9100	6.25	568.75	28.25	2593.5	$Q_{h,i,max}$
9.5	9-10	9100	6.25	568.75	34.5	3139.5	$Q_{h,i,max}$
10.5	10-11	9100	6.25	568.75	40.75	3685.5	$Q_{h,i,max}$
11.5	11-12	9100	6.25	568.75	47	4277	$Q_{h,i,max}$
12.5	12-13	9100	5.00	455	52	4732	
13.5	13-14	9100	5.00	455	57	5187	
14.5	14-15	9100	5.50	500.5	62.5	5687.5	
15.5	15-16	9100	6.00	546	68.5	6260.8	
16.5	16-17	9100	6.00	546	74.5	6779.5	

Chapitre-2-

Estimation des besoins en eau de la cité d'El ghirene

17.5	17-18	9100	5.50	500.5	80	7280	
18.5	18-19	9100	5.00	455	85	7735	
19.5	19-20	9100	4.50	409.5	89.5	8144.5	
20.5	20-21	9100	4.00	364	93.5	8508.5	
21.5	21-22	9100	3.00	273	96.5	8781.5	
22.5	22-23	9100	2.00	182	98.5	8963.5	
23.5	23-24	9100	1.5	136.5	100	9100	$Q_{h,i,min}$

NB : * Comme l'Excel ne permet pas de représenter les intervalles et qu'il est possible en Statistiques de représenter un intervalle par son centre, nous avons introduit ici les centres des intervalles pour mieux représenter les graphes.

2.9.2. Interprétation du tableau

L'analyse du tableau nous montre que la durée de forte consommation (heure de pointe) de l'agglomération est de 8 h à 12 h et celle de faible consommation est de 23 h à 4 h du matin.

2.9.3. Graphique de consommation et courbe intégrale de la consommation de l'agglomération

Il s'agit d'une représentation graphique des résultats des calculs précédents et consignés dans le tableau ci-dessus. (Voir les graphes ci-dessous).

Graphique de consommation de l'agglomeration

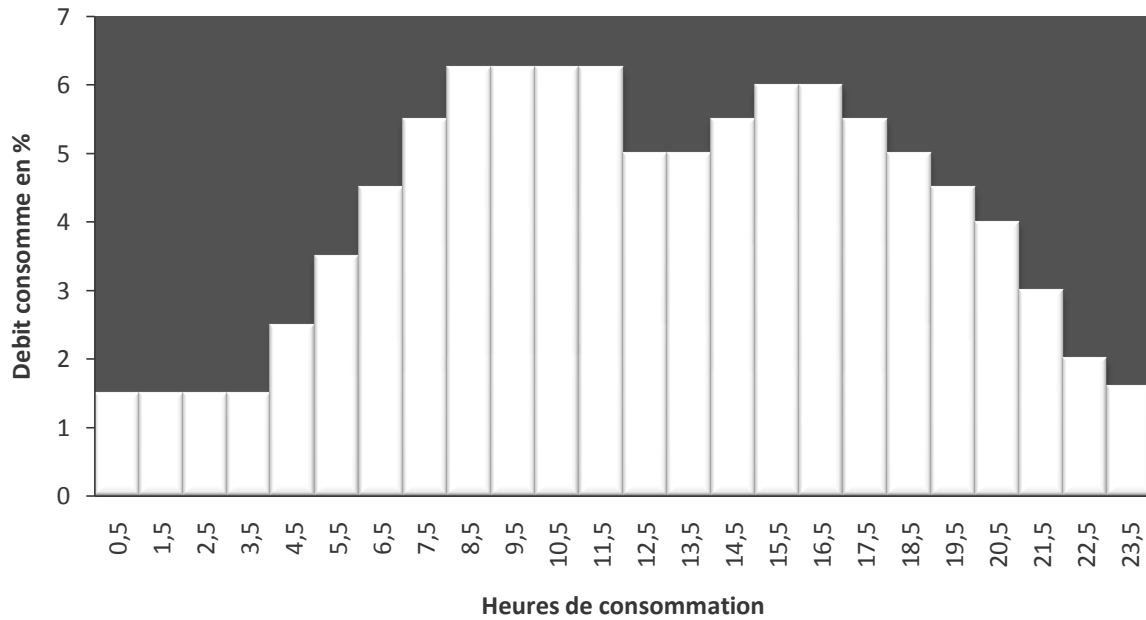


Fig.2.4 : Régime de consommation de la cité d'El ghirene.

Courbe integrale de la consommation

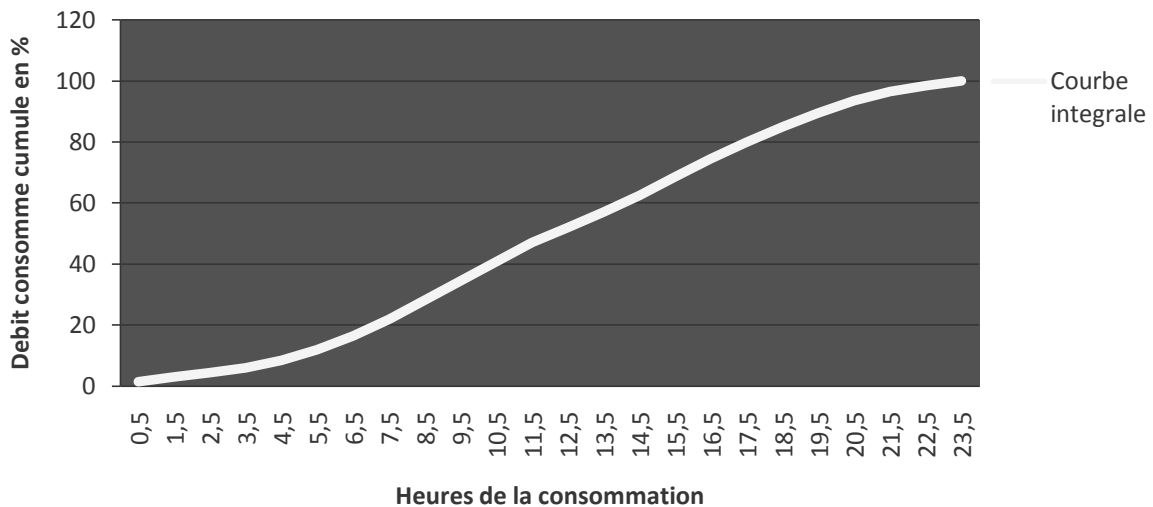


Fig.2.5: Courbe intégrale de la consommation de la cité d'El ghirene.

2.10. Récapitulation

Nous récapitulons les résultats dans le tableau suivant:

Tab.2.20: Aperçu du besoin en eau de la cité d'El ghirene en 2040

Besoin domestique journalier en eau en m^3/j	5788
Besoin scolaire journalier en eau en m^3/j	60
Besoin journalier des infrastructures de base en eau en m^3/j	514.575
Majoration en %	10
Débit d'incendie en m^3/h	150
Débit maximal journalier en m^3/j	9100
Débit minimal journalier en m^3/j	5600

Chapitre-2-

Estimation des besoins en eau de la cité d'El ghirene

Débit moyen horaire en m³/h	379.20
Débit maximal horaire en m³/h	568.75
Débit minimal horaire en m³/h	136.5
Heure de pointe	9-12
Heure de faible consommation	23-05 du matin.

2.11. Conclusion

Nous avons constaté que le besoin journalier en eau de la cité d'El ghirene s'élèvera à 9100 m³/j en 2040 sans que le besoin journalier actuel est 4007 m³/j, ce qui nous fera un déficit de 5093 m³/j. D'où la nécessité de projeter un nouveau réservoir de distribution d'eau pour satisfaire le besoin en eau de la population en 2040. De surcroît il faudra faire une rénovation du réseau de distribution actuel : les pressions excessives, la mauvaise répartition de débit et de pression et augmenter sa densité et ce selon les perspectives de PDAU de la commune de Hamma Bouziane concernant la cité d'El ghirene.

Notons également que faute de données suffisantes de PDAU de la commune certaines hypothèses ont été faites notamment le fait que le besoin des infrastructures de base reste constant alors qu'en réalité il varie avec la population.



Chapitre-2-

Estimation des besoins en eau de la cité d'El ghirene



*Chapitre-3- : Réseau de distribution d'eau potable
de la cité d'El ghirene*

3.1. Introduction

Le système d'alimentation en potable est un système hydraulique destiné à l'approvisionnement en eau potable de la zone considérée.

Le réseau de distribution est un ensemble cohérent de réservoirs, de d'équipements hydrauliques, de conduites de distribution, de conduites de branchement, de points de livraison et de tous les appareils de robinetterie et de régulation nécessaires. [13]

Le système d'approvisionnement de la cité d'El ghirene est un système à réservoir de tête et son réseau de distribution actuel est de type maillé .La densité de ce dernier ne couvre pas toute la cité et les vitesses dans le réseau sont assez faibles et les pressions y sont également élevées ; les débits y sont mal repartis et les fuites sont relativement importantes. De plus il ne peut pas assurer la distribution de l'eau jusqu'en 2040 bien qu'il assure maintenant le besoin en eau de l'agglomération: le besoin croissant en eau provoquera une augmentation de débits dans le réseau, ce qui entraînerait des chutes appréciables de pressions, par ailleurs le réseau est soumis au vieillissement durant le temps et de ce fait ses rendements qualitatif et quantitatif s'estomperont.

D'où la nécessité de le rénover et d'augmenter sa densité. La détermination des paramètres hydrauliques du réseau ne se faisant pas manuellement, nous ferons usage du logiciel Epanet.

3.2. Système d'alimentation en eau potable de la cité d'El ghirene

La commune de Hamma Bouziane présente un relief composé de collines et de versants, les sources d'eau se trouvent en zones basses de la commune. De plus la cité d'El ghirene se trouve à la zone haute de la commune Hamma Bouziane et présente deux zones topographiquement distinctes : El ghirene inférieure et El ghirene supérieure. El ghirene inférieure encore appelée zone oued d'El ghirene, **objet de notre étude**, comprend également deux zones basse et haute. Le système d'alimentation en eau y est un système à réservoir de tête étant donné le relief de la zone .Les réservoirs assurant la distribution d'eau sont le réservoir R2000m³ et les réservoirs jumelés El ghirene R1800m³ et qui sont respectivement alimentés par les forages F03 et F02 comme nous les avons décrits dans le chapitre **présentation de l'agglomération**.

3.3. Réseau actuel et projeté de distribution de la cité d'El ghirene

Le réseau de distribution de la cité est un réseau maillé .IL est actuellement alimenté par deux sources : Le réservoir R1800 donnant un débit de pointe de 79.27 l/s et par piquage direct sur la conduite DN200 en PEHD sortant du réservoir R2000m³ et alimentant les villes : Les cités de Bouaacida, de Hadjar El Ghoula, de Bouabid et la cité d'El ghirene supérieure. Le point de piquage débite 19.29l/s aux heures de pointe sous une charge piézométrique de 581. 5 m.

Étant donné l'état actuel du réseau, nous avons pris les décisions suivantes :

- ✓ Une rénovation du réseau de distribution actuel.
- ✓ La suppression de l'alimentation directe du réseau par le point de piquage et la projection d'un nouveau réservoir.
- ✓ L'extension du réseau distribution se fera conformément aux perspectives de PDAU.
- ✓ Le déficit du besoin de l'agglomération et le besoin en eau d'incendie seront assurés par le nouveau réservoir que nous projetterons.

3.4. Dimensionnement et simulation du réseau

3.4.1. Principes de dimensionnement du réseau

Le nouveau réseau de distribution de la cité d'El ghirene sera alimenté par deux réservoirs de tête. Par conséquent le principe de dimensionnement d'un système d'alimentation en eau potable à deux réservoirs de tête s'y applique. Ces principes sont :

- ✓ Application du principe de tracé d'un réseau maillé en premier lieu.
- ✓ Localisation des nœuds d'alimentation du réseau, lors que la topographie de l'agglomération le permet, cet endroit sera là ou la densité de la population est importante.
- ✓ Application de la première loi de la méthode de calcul du réseau maillé : En un nœud quelconque d'une maille, la somme des débits entrants est égale à la somme des débits sortants.

- ✓ Détermination des débits donnés par chaque réservoir moyennant les formules suivantes :

$$Q_i = \frac{V_i}{V_i + V_j} Q_{\max,h} \dots\dots 3..1.$$

Et

$$Q_j = \frac{V_j}{V_i + V_j} Q_{\max,h} \dots\dots 3..2.$$

- ✓ Le calcul du réseau maillé se fait suivant l'application des deux lois de la méthode de calcul du réseau.
- ✓ *La détermination de pressions au sol se fait moyennant la méthode de détermination de la ligne d'influence.
- ✓ Le remplissage du réservoir le plus bas se fait par le cas de faible consommation (cas de transit dans le cas d'un système de contre-réservoir : pompe +un ou plusieurs réservoirs).
- ✓ Les diamètres formant les tronçons du réseau de distribution seront déterminés en tenant compte des conditions des diamètres avantageux avec le plus grand débit parmi les deux cas de débits transités (cas de pointe ; cas de pointe & incendie) : l'alimentation se fait gravitairement.

NB :*Cette étape n'est pas absolue puis que le calcul des paramètres hydrauliques se fait en général à l'aide d'un logiciel de simulation exemple Epanet, Loop, Watercad,...

3.4.2. Principe de trace du réseau maillé

Une fois que le type de réseau de distribution est choisi, il faudra procéder à son tracé .Pour ce faire il est essentiel de disposer au moins le plan topographique de la zone concernée par l'étude .Le tracé du réseau obéit à certains principes que nous appelons principe du tracé du réseau .Ce principe est le suivant :

Réseau de distribution d'eau potable de la cité d'Elghirene

- ✓ Tout d'abord, il faut repérer les consommateurs importants (débits concentrés soutires élevés).
- ✓ Déterminer les itinéraires (sens) principaux pour assurer la distribution à ces consommateurs.
- ✓ Suivant ces sens, tracer les conduites principales en parallèle si possible.
- ✓ Ces conduites principales doivent être bien réparties pour avoir une bonne distribution d'eau.
- ✓ Pour alimenter l'intérieur des quartiers, ces conduites principales sont reliées entre elle par des conduites secondaires pour former des boucles (mailles).

IL est important de noter que ce principe ne suffit à lui seul d'établir un tracé définitif du réseau mais théorique ou plutôt provisoire .En effet le réseau ainsi tracé doit satisfaire aux contraintes du terrain et doit être l'objet d'étude de simulation pour être définitivement approuvé.

3.4.3. Choix du type de matériau

Les conduites de distribution sont faites de matériau. Le type de matériau doit être choisi en tenant compte des conditions rencontrées sur le terrain (type de sol, agressivité du sol, présence du roc, profondeur requise, conditions géotechnico-sismiques, etc.) et également en tenant compte de l'impact sur la santé des consommateurs puis que l'objectif visé par la distribution est avant tout la préservation de la santé des consommateurs tout en les assurant une eau de bonne qualité : le matériau des conduites peut être un facteur majeur de la dégradation de la qualité de l'eau injectée dans le réseau de distribution et ceci est d'autant plus notable que le réseau vieillit.

Il est toute une panoplie de types de conduites sur le marché. En voici quelques uns avec leurs avantages et inconvénients.

3.4.3.1. Tuyaux en fonte

Les tuyaux en fonte présentent plusieurs avantages aussi des inconvénients.

3.4.3.1.1. Avantage

- ✓ Bonne résistance aux sollicitations du fluide.
- ✓ Bonne résistance aux chocs et aux charges compressibles.
- ✓ Longueur des conduites variant de 6 à 16m, ce qui réduit le nombre de joint et par conséquent une réduction des risques de fuite.
- ✓ Facilité de pose.

3.4.3.1.2. Inconvénient

- ✓ Sensible à la corrosion des sols agressifs, ce qui nécessite une protection cathodique et une maintenance rigoureuse.
- ✓ Risque de déformation des conduites pendant leur transport et un cout très élevé pendant la pose.
- ✓ Mauvaise résistance au cisaillement.
- ✓ Une durée de vie d'environ 30 ans.
- ✓ Ils peuvent être un facteur de la dégradation de la qualité de l'eau.

3. 4.3.2. Tuyau en acier

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

3.4.3.2.1. Avantage

- ✓ Résistances aux contraintes (choc, écrasement.).
- ✓ Les tuyaux en acier permettent aussi une pression élevée.

3.4.3.2.2. Inconvénient

Leur principal inconvénient est la corrosion c'est-à-dire sensible à la corrosion des sols agressifs, ce qui nécessite une protection cathodique et une maintenance rigoureuse et qui peut être à l'origine de la dégradation de la qualité de l'eau dans le réseau de distribution si des mesures drastiques ne sont pas prises et observées (rénovation de la conduite concernée par une nouvelle conduite par exemple).

3.4.3.3. Tuyau en P.E.H.D

3.4.3.3.1. Avantage

- ✓ Bonne résistance à la corrosion interne, externe, microbiologique et à l'entartage.
- ✓ Disponibilité sur le marché.
- ✓ Facilité de pose (grande flexibilité), Fiabilité au niveau des branchements (réduction de risque de fuite).
- ✓ Possibilité d'enroulement en couronne pour les petits diamètres.
- ✓ Bonne caractéristique hydraulique (coefficient de rugosité très faible).
- ✓ Durée de vie prouvée par l'expérience et le test de vieillissement théoriquement de 50 ans à une température de 20°C.

3.4.3.3.2. Inconvénient

- ✓ Nécessite une grande technicité pour la jonction.

Étant donné leur disponibilité sur le marché, leur bon comportement hydraulique, la facilité de leur pose et leur bonne capacité de la préservation de la qualité de l'eau depuis son injection dans le réseau jus qu'au robinet de l'utilisateur, nous choisissons les conduites en P.H.E.D.

3.4.4. Choix des diamètres des conduites

Le choix du diamètre des conduites doit obéir aux considérations technico-économiques.

La simulation du réseau impose parfois des diamètres non normalisés. Pour résoudre ce problème, nous choisissons des diamètres normalisés qui occasionneraient les mêmes pertes de charges que ceux imposés par la simulation et dont leurs longueurs respectives seront évaluées moyennant des calculs hydrauliques précis.

3.4.5. Vitesse dans le réseau de distribution

Les vitesses dans le réseau de distribution doivent être telles qu'elles ne seront pas responsables de la détérioration des conduites, des accessoires et des équipements hydrauliques et elles doivent également se conformer aux exigences des consommateurs.

En général les vitesses admissibles sont :

- ✓ Cas de forte de demande en eau où cas de pointe, la vitesse doit être comprise entre 0.5 à 1.5 m/s.
- ✓ Cas de pointe & incendie, elle doit être entre 0.5 à 2 m/s.

NB : Il est important de souligner que ces limites ne sont pas absolues par ce que pour certains auteurs les vitesses ne doivent jamais descendre en dessous de 0.3 m/s et ils ne doivent pas dépasser 2.5 m/s. [14]

3.4.6. Pression à garantir

Le réseau de distribution doit satisfaire aux exigences de pressions imposées par la topographie du terrain et les consommateurs.

La pression minimale à satisfaire au point défavorable est 1.4 bars selon la direction hydraulique de la commune de Hamma Bouziane.

NB : Il est tout de même important de noter que la pression doit être comprise entre 2 à 6 bars et ce pour permettre aux équipements accessoires du réseau de distribution de fonctionner correctement et éviter ainsi leurs détériorations. [15]

3.4.7. Méthodes de calcul d'un réseau maillé

Il existe plusieurs méthodes de détermination des paramètres hydrauliques d'un réseau de distribution maillé .Parmi ces méthodes nous pouvons citer :

- ✓ Les méthodes de Hardy Cross (par mailles et par nœuds).
- ✓ Les méthodes des corrections simultanées.
- ✓ Les méthodes directes. [16]

3.4.8. Détermination des paramètres de dimensionnement

3.4.8.1. Débit spécifique

Il quantifie la quantité d'eau consommée par mètre linéaire le long des conduites de distribution pendant une seconde. Cependant il est important de souligner qu'il peut avoir une infinité de débit spécifique selon les heures de consommation, puis que le réseau de distribution est dimensionné aux heures de fortes demandes, la détermination du débit spécifique se fait seulement en tenant compte de ces heures. D'où la formule suivante :

$$Q_{sp} = \frac{Q_{max,h} - \sum Q_{C,l_i}}{\sum L_i} \dots 3.3.$$

Où $Q_{max,h}$: Débit maximal horaire,

$\sum Q_{C,l_i}$: Somme des débits locaux concentrés y compris le débit d'incendie,

$\sum L_i$: Somme de toutes les conduites assurant le service mixte.

3.4.8.2. Débit route

C'est le débit supposé être consommé linéairement le long d'une conduite assurant un route où un service mixte. Pour une conduite de longueur L_i , il est donné par :

$$Q_{r,i} = 0.55 Q_{sp} L_i \dots 3.4.$$

3.4.8.3. Débit nodal

Le débit nodal est le débit qui est supposé concentré à un nœud donné. Pour un nœud j constitué de n conduites de débit route $Q_{r,i}$ et de transportant le débit localisé concentré Q_{C,l_i} , le débit nodal Q_j s'écrit comme suit :

$$Q_j = 0.5 \sum Q_{r,i} + \sum Q_{C,l_i} \dots 3.5.$$

3.4.8.4. Résultats des calculs :

L'application des définitions précédentes permettent de construire les tableaux suivants :

Tab 3.1: Caractéristiques hydrauliques des conduites (avant la simulation)

Désignation	Longueur réelle	Perte de charge singulière	Coefficient de Longueur équivalente	Longueur équivalente	Débit spécifique	Débit route
L ₁	114.14	15%	1.15	131.261	0.0324	3.70
L ₂	276.35	15%	1.15	317.8	0.0324	8.95
L ₃	226.26	15%	1.15	260.2	0.0324	7.33
L ₄	287.93	15%	1.15	331.12	0.0324	9.33
L ₅	416.62	15%	1.15	479.11	0.0324	13.50
L ₆	414.45	15%	1.15	476.62	0.0324	13.43
L ₇	301.56	15%	1.15	346.79	0.0324	9.77
L ₈	444.32	15%	1.15	510.97	0.0324	14.40
L ₉	450.47	15%	1.15	518.04	0.0324	14.60
L ₁₀	523.71	15%	1.15	602.27	0.0324	16.97
L ₁₁	521.69	15%	1.15	599.94	0.0324	16.90
L ₁₂	462.76	15%	1.15	532.17	0.0324	14.99
L ₁₃	246.10	15%	1.15	283.02	0.0324	7.97
L ₁₄	303.32	15%	1.15	348.82	0.0324	9.83
Total	4875.54			5606.87		157.97

Chapitre-3-

Réseau de distribution d'eau potable de la cité d'Elghirene

Tab 3.2: Caractéristiques hydrauliques des nœuds (avant la simulation)

Désignation	Composantes du nœud	Débit nodal	Cote du nœud
N ₁	L ₁₄ ; L ₃	8.14	555.20
N ₂	L ₆ ; L ₅	13.46	496
N ₃	L ₁₀ ; L ₉ ; L ₈	22.98	489
N ₄	L ₁₁ ; L ₉ ; L ₇ ; L ₄ ; L ₁₃ ; L ₁₄	39.11	534.47
N ₅	L ₁₂ ; L ₁₁ ; L ₁₀	24.43	527.10
N ₆	L ₄ ; L ₃ ; L ₅	15.08	533.88
N ₇	L ₁₃ ; L ₁₂ ; L ₂	15.96	550.85
N ₈	L ₈ ; L ₇ ; L ₆	18.80	502.11
Total		157.96	

Tab 3.3: Caractéristiques hydrauliques des diamètres (avant la simulation)

Désignation	*Diamètre (mm)	Rugosité (mm)
L ₁	200	0.1
L ₂	200	0.1
L ₃	200	0.1
L ₄	200	0.1
L ₅	200	0.1
L ₆	200	0.1
L ₇	200	0.1

Réseau de distribution d'eau potable de la cité d'Elghirene

L ₈	200	0.1
L ₉	200	0.1
L ₁₀	200	0.1
L ₁₁	200	0.1
L ₁₂	200	0.1
L ₁₃	200	0.1
L ₁₄	200	0.1

NB : *Ces diamètres ont été arbitrairement choisis et ils seront l'objet des modifications lors de la simulation jusqu'à l'obtention des conditions hydrauliques satisfaisantes (conditions sur les vitesses,...).

3.4.9. Détermination des paramètres hydrauliques du réseau de distribution

3.4.9.1. Logiciel de simulation : Epanet

Epanet est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pressions. Il calcule le débit dans chaque tuyau, la pression à chaque nœud, le niveau dans les réservoirs, et la concentration en substance chimique dans les différentes parties du réseau, au cours d'une durée de simulation divisée en plusieurs étapes. Il est également capable de calculer les temps de séjour et de suivre l'origine de l'eau. Il a pour objectif une meilleure compréhension de l'écoulement et de l'usage de l'eau dans les systèmes de distribution. Il peut être utilisé pour différents types d'application dans l'analyse des systèmes de distribution. En voici quelques exemples : Définition d'un programme de prélèvement d'échantillon, calage d'un modèle hydraulique, simulation du chlore résiduel, et estimation de l'exposition de la population à une substance... [17]

3.4.9.2. Simulation du réseau de distribution

Dans cette partie il s'agit de tracer le réseau de distribution de la zone d'étude sur Epanet ensuite procéder à la simulation du comportement hydraulique de ce réseau de distribution par le logiciel. Cependant cela requiert des données minimales nécessaires qui dépendent de la composition du réseau (vanne, buse, pompe, réservoir, bache, etc.)

pour son exécution. Étant donné la composition de notre réseau de distribution, les données de base sont :

- ✓ **Caractéristiques hydrauliques nodales** : l'altitude au dessus d'un certain plan de référence (généralement le niveau de la mer), la demande en eau (Débit prélevé sur le réseau).
- ✓ **Caractéristiques hydrauliques des conduites** : Les nœuds initial et final, le diamètre, la longueur équivalente, le type de conduite, le coefficient de rugosité, l'état ouvert ou fermé.
- ✓ **Caractéristiques hydrauliques du réservoir** : L'altitude du radier, le diamètre ou sa forme s'il n'est pas cylindrique, le niveau initial, minimal, maximal de l'eau dans le réservoir.
- ✓ **Choix de la formule de calcul des pertes de charge** : Formule de Darcy-Weisbach dans notre cas.

3.4.9.3. Résultat de simulation

3.4.9.3.1. Cas de pointe

Le cas de pointe correspond aux heures de forte demande où le débit de pointe est uniquement composé du débit maximal horaire. En d'autres termes il comprend seulement le débit moyen horaire majoré par le coefficient de pointe horaire.

Tab 3.4 : Caractéristiques hydrauliques des conduites (après la simulation)

Désignation des conduites	Diamètres (mm)	Débit (l/s)	Perte de charge par kilomètre (m/km)	Vitesse (m/s)	Observation
L ₁	350	78.69	1.66	0.82	Bonne
L ₂	180	29.06	7.09	1.14	Bonne
L ₃	200	20.92	2.23	0.67	*

Chapitre-3-

Réseau de distribution d'eau potable de la cité d'Elghirene

L ₄	100	4.23	3.55	0.54	Bonne
L ₅	150	10.07	2.38	0.57	Bonne
L ₆	100	-3.39***	2.35	0.43	**
L ₇	200	26.29	3.44	0.84	Bonne
L ₈	100	-4.10	3.34	0.52	Bonne
L ₉	150	15.85	5.60	0.90	Bonne
L ₁₀	100	3.04	1.92	0.39	**
L ₁₁	100	-3.80	2.91	0.48	Bonne
L ₁₂	170	-23.67	6.39	1.04	*
L ₁₃	125	10.10	5.86	0.82	Bonne
L ₁₄	300	79.27	3.66	1.12	Bonne

NB :*Ces diamètres sont imposés par la simulation du réseau pour aboutir à des vitesses acceptables néanmoins dans la pratique, ils peuvent être remplacés par deux conduites normalisées de diamètres différents qui occasionneraient les mêmes pertes de charge que ces conduites et dont les longueurs respectives seront déterminées moyennant des calculs hydrauliques précis et basés sur les principes de la continuité du débit et des pertes de charge des conduites en série.

*Certes nous sommes un peu loin de la fourchette de vitesses limites qui, comme nous le savons, n'est pas absolue. Néanmoins nous pouvons accepter ces valeurs parce que selon certains auteurs la vitesse ne doit jamais descendre en dessous de 0.3 m/s.

***Les débits négatifs s'opposent au sens arbitraire de la maille.

Tab 3.5 : Caractéristiques hydrauliques des nœuds (après la simulation)

Désignation	Charge piézométrique nodale (m)	Observation
N ₁	19.83	Bonne
N ₂	77.31	*
N ₃	83.72	*
N ₄	41.15	Bonne
N ₅	40.88	Bonne
N ₆	42.55	Bonne
N ₇	26.43	Bonne
N ₈	72.32	*

NB : *Les charges piézométriques nodales supérieures à 60 mce seront écrêtées par des réducteurs de pression afin d'amener ces charges à des valeurs acceptables (<60 mce).

3.4.9.3.2. Détermination du point défavorable du réseau

Le point de favorable est un point où les conditions de pression et de débit sont défavorables. Dans notre contexte nous parlons du point défavorable pour faire allusion au point où la pression est la plus minimale. Autrement dit le nœud où la charge piézométrique nodale est la plus petite. Une analyse des valeurs du tableau précédent nous montre en toute évidence que ce point est le nœud N₁. C'est à ce nœud que nous mettrons le débit d'incendie : le réseau est dimensionné dans le cas défavorable.

3.4.9.3.3. Cas de pointe & incendie

Ce cas se diffère du précédent par le fait que le débit d'incendie est inclus dans le débit de pointe. Autrement dit il suppose une incendie aux heures de pointe. Le débit d'incendie est mis au point défavorable.

Tab 3.6 : Caractéristiques hydrauliques des conduites (après la simulation)

Désignation des conduites	Diamètres (mm)	Débit (l/s)	Perte de charge par kilomètre (m/km)	Vitesse (m/s)	Observation
L ₁	350	99.52	2.60	1.03	Bonne
L ₂	180	45.42	16.76	1.78	Bonne
L ₃	200	16.45	1.42	0.52	Bonne
L ₄	100	6.93	8.99	0.88	Bonne
L ₅	150	8.30	1.66	0.47	Bonne
L ₆	100	-5.16	5.14	0.66	Bonne
L ₇	200	27.72	3.81	0.88	Bonne
L ₈	100	-3.77	2.86	0.48	Bonne
L ₉	150	15.50	5.37	0.88	Bonne
L ₁₀	100	3.71	2.78	0.47	Bonne
L ₁₁	100	-2.98	1.85	0.38	Bonne
L ₁₂	170	-25.16	7.19	1.11	Bonne
L ₁₃	125	12.97	9.60	1.06	Bonne
L ₁₄	300	79.27	3.60	1.12	Bonne

Tab 3 .7 : Caractéristiques hydrauliques des nœuds (après la simulation)

Désignation	Charge piézométrique nodale (m)	Observation
N ₁	16.63	Bonne
N ₂	74.67	*
N ₃	82.66	*
N ₄	39.97	Bonne
N ₅	40.33	Bonne
N ₆	39.56	Bonne
N ₇	26.31	Bonne
N ₈	71.01	*

NB : *Les charges piézométriques nodales supérieures à 60 mce seront écrêtées par des réducteurs de pression afin d'amener ces charges à des valeurs acceptables (<60 mce).

3.5. Conclusion

De nos études il ressort que :

- ✓ Le réseau de distribution de notre agglomération sera désormais approvisionné par deux réservoirs de tête : l'ancien R1800m³ avec un débit de pointe de 79.27 l/s et le nouveau projeté avec un débit de pointe de 78.69 l/s jusqu'à l'horizon d'étude (2040).
- ✓ La réserve d'incendie sera assurée par le nouveau réservoir.
- ✓ Le point de piquage qui alimentait directement sera remplacé par le nouveau réservoir projeté.
- ✓ Les charges nodales piézométriques dépassant 60 m seront écrêtées par des réducteurs de pression jusqu'à ce qu'elles soient comprises entre 14 à 60 m.

Chapitre-3-

Réseau de distribution d'eau potable de la cité d'Elghirene

- ✓ Malgré que le réseau assure une protection d'incendie, les diamètres des conduites dont les débits sont inférieurs à 17 l/s peuvent être remplacés par ceux qui sont inférieurs à 100 mm pour améliorer les conditions hydrauliques. Néanmoins un tel changement influencera sur la répartition des débits qu'il faudra tenir compte : Réduction de débit dans certaines conduites et augmentation dans d'autres.
- ✓ Les bouches d'incendie seront placées sur les conduites ayant au minimum un débit de 17 l/s et à des points de pression ayant au minimum une pression de 8 à 10 m. Les conduites concernées sont : L₂, L₃, L₇, L₁₂, L₁₄, L₂₀.

Par ailleurs il est important de noter que le bon dimensionnement d'un réseau de distribution ne garantit nullement à lui seul la distribution quantitative, qualitative et durable de l'eau potable à une agglomération. Néanmoins lors qu'il est conjugué à une bonne réalisation du projet, une bonne exploitation et une bonne gestion du réseau, le réseau pourra être à l' hauteur des attentes.



Chapitre-4- : Dimensionnement du réservoir projeté

4.1. Introduction

La demande en eau est variable pendant les heures de consommation .Elle peut être inférieure ou supérieure à la production .Alors que pour être économique et efficace, la production doit être constante : la demande et la production doivent s'harmoniser .Aussi est il préférable d'accumuler les excédents d'eau dans les réservoirs, lorsque la demande se trouve inférieure à la consommation et de les restituer aux heures de forte consommation.[18]

Les réservoirs constituent les organes régulateurs de pression et de débit entre le régime de production et de consommation .Ainsi un réservoir est principalement utilisé en tant que liaison entre un ouvrage de production dont le fonctionnement est d'autant meilleur qu'il lui est demandé de fournir un débit constant dans le temps et un réseau de distribution dont le débit est soumis à des fluctuations pendant les heures de consommation.[19]

4.2. Fonctions des réservoirs de distribution

Les fonctions des réservoirs sont diverses et sont définies en général en fonction du rôle qu'ils sont appelés à jouer dans le système d'alimentation en eau potable. Néanmoins nous pouvons en noter quelques unes :

- ✓ Ils servent à harmoniser la production et la distribution, réduisant ainsi la capacité des ouvrages de captage, des stations de pompage, des adductions, etc.
- ✓ Ils permettent d'ajuster la pression à des valeurs souhaitées lorsque certaines parties de l'agglomération se trouvent en dessous de la pression minimale de service exigée .Ce cas s'observe dans le cas où l'agglomération s'étend dans une direction, un réservoir unique peut s'avérer insuffisant pour assurer une pression de service suffisante en tout point et à tout moment (exemple : cas de point).
- ✓ Ils assurent la continuité de la distribution pendant l'arrêt de la pompe.
- ✓ Ils assurent la réserve d'incendie.
- ✓ Ils servent de brise charge dans le cas d'une distribution étagée.
- ✓ Ils jouent le rôle de relais.

Dimensionnement du réservoir projeté

- ✓ Ils permettent une bonne répartition de débits dans le réseau de distribution.

4.3. Différents types de réservoirs

Selon les opportunités offertes par la topographie du lieu d'implantation du réservoir et les exigences technico-économiques, les réservoirs s'arrangent, en général, en 3 principales catégories :

- ✓ Le réservoir enterré ou souterrain.
- ✓ Le réservoir semi-enterré.
- ✓ Le réservoir surélevé. [20]

4.4. Localisation des réservoirs

La localisation d'un réservoir dépend de ses fonctions et des sites disponibles. En effet un réservoir servant à contrôler la pression dans le réseau devrait être suffisamment élevé pour que sa fonction puisse s'accomplir gravitairement tout en étant dans la mesure du possible, capable de se remplir durant la nuit sans pompage auxiliaire. Il doit se situer à l'intérieur ou à proximité du secteur où l'amélioration des pressions est requise.

Il est important de noter que les exigences techniques doivent prendre en considération les exigences géotechniques.

Dans notre cas deux sites sont potentiellement favorables à l'implantation d'un réservoir, l'un se trouve dans la zone limitée par les points de coordonnées géographiques Lambert : $(X_1 = 849400 \text{ m} ; Y_1 = 354400)$ et $(X_1 = 849500 \text{ m} ; Y_1 = 354400 \text{ m})$ et l'autre par $(X_1 = 849400 \text{ m} ; Y_1 = 354476.66 \text{ m})$ et $(X_1 = 849500 \text{ m} ; Y_1 = 354476.66 \text{ m})$.

A conditions géotechniques égales, nous les départagerons par des conditions technico-économiques. Notons que les sites susceptibles de se trouver à cote des réservoirs jumelés $R1800\text{m}^3$ sont exclus parce qu'ils ne permettent pas une bonne répartition des débits et des pressions.

Dimensionnement du réservoir projeté

4.5. Méthode de détermination de la capacité des réservoirs

Un réservoir doit être déterminé pour répondre aux fonctions qui lui sont demandées depuis sa mise en service jusqu'aux conditions les plus exigeantes (demande de pointe).

En général les réservoirs de distribution contiennent essentiellement deux volumes :

- ✓ Volume de modulation journalière : Un réservoir de distribution remplit son rôle s'il est suffisamment grand pour amortir les variations de la demande tout en étant alimenté, de façon constante, selon le débit moyen journalier.
- ✓ Volume de sécurité : Un réservoir de distribution doit disposer une réserve d'incendie .Si le réservoir de distribution est à l'aval d'une station de pompage, la prévision d'une réserve de sécurité pour assurer la distribution pendant la durée de défaillance de la station de pompage est requise. [21]

En hydraulique la détermination du volume d'un réservoir se fait en se basant sur les lois de remplissage et de vidange du réservoir. Cependant en pratique le plus souvent les données sont insuffisantes pour faire une application rigoureuse de ces lois, de ce fait des méthodes simples et pratiques sont proposées pour permettre une estimation du volume du réservoir. Envoi-ci quelques unes :

- ✓ Méthode du calcul forfaitaire.
- ✓ Méthode de calcul à partir des courbes d'alimentation et de consommation.
- ✓ Méthode du calcul approximatif.

4.6. Capacité pratique du réservoir

La capacité calculée d'un réservoir doit être arrondie aux capacités usuelles des réservoirs pour faciliter sa réalisation.

Soient :100 ;250 ;500 ;1000 ;1500 ;2000 ;2500 ;5000 ;7500 ;10000 m³. [22]

4.7. Détermination du volume du réservoir projeté

Tenant compte des données que nous disposons, nous utilisons la méthode forfaitaire pour déterminer la capacité de notre réservoir. En effet tout ce que nous savons est que le réseau actuel est alimenté par les réservoirs jumelés débitant un débit



de pointe de 79.27 l/s et un point de piquage sur une conduite de 200 mm débitant un de pointe de 19.27 l/s sous une cote piézométrique de 581.5 m. Autrement dit nous n'avons aucune connaissance sur le débit transité par la conduite sur laquelle le piquage est fait. Par conséquent nous ferons usage de la méthode forfaitaire pour déterminer la capacité théorique de notre réservoir projeté.

Selon cette méthode, en approvisionnement urbain, la capacité totale du ou des réservoir (s) est égale au minimum à 50% de la consommation journalière maximale de l'agglomération.

Dans notre cas la consommation maximale journalière est de 9100 m³, ce qui nous fait un volume de 4550 m³ de la capacité totale des deux réservoirs. Or la capacité totale des réservoirs jumelés est de 1800m³. Donc le volume du nouveau réservoir est de 2750 m³.

Nous savons que le réservoir doit contenir une réserve d'incendie puis que le réseau de distribution assure une protection contre l'incendie et que nous l'avons prise, dans le **chapitre-2- :Estimation des besoins de la cité d'El ghirene**, égale à 150 m³ pour deux heures. Donc le volume total du réservoir projeté devient $V = 2900 m^3$.

Le volume d'un réservoir se doit une normalisation pour faciliter sa construction en génie civil. D'après les valeurs pratiques ci-dessus, nous prenons deux réservoirs jumelés R1000 m³ et R2000 m³.

4.8. Détermination des dimensions des réservoirs projetés

4.8.1. Hauteur d'eau dans la cuve

Lors que le réservoir est plein, l'eau contenue atteint un niveau dans la cuve du réservoir que nous appelons hauteur d'eau dans la cuve.

Cette hauteur doit être comprise entre 3 et 6 m ; 4 à 5 m est une bonne moyenne. Cependant les réservoirs de grande capacité des agglomérations importantes peuvent présenter des hauteurs d'eau de l'ordre de 7 à 8 m, voire 10 m.

Nous choisissons une hauteur d'eau de 5 m pour les deux réservoirs.

4.8.2. Diamètres du réservoir

Les réservoirs seront de type circulaire. Dans ce cas leurs diamètres s'obtiennent à partir des formules suivantes :

$$V = \frac{\prod}{4} HD \dots 4.1.$$

ET

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\prod H}} \dots 4.2.$$

Faisons l'application numérique de cette formule pour calculer ces diamètres :

$$\left. \begin{array}{l} V = 1000m^3 \\ H = 5m \\ \prod : pi \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{D'après la formule 4.2.}} D = 15.96 m \cong 16 m$$

$$\left. \begin{array}{l} V = 2000 m^3 \\ H = 5m \\ \prod : pi \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{D'après la formule 4.2.}} D = 22.56 m \cong 23 m$$

4.8.3. Répartition du volume d'incendie entre les deux réservoirs

Cette répartition est déterminée par l'application de la règle de 3.

Soient V le volume total des deux réservoirs, $V_{1000 m^3}$ celui de R1000 m³ et V_i son volume d'incendie occupé, $V_{2000 m^3}$ celui de R2000m³ et V_j son volume d'incendie occupé et en fin V_d pour le volume d'incendie. Nous pouvons écrire :

$$V \implies 100\% \text{ de } V_d$$

$$V_i \implies \alpha \% \text{ de } V_d$$

$$V_j \implies \beta \% \text{ de } V_d$$

A partir de ces relations, nous trouvons que R1000 m³ occupe 50 m³ et R2000 m³ 100 m³.

4.8.4. Hauteur du volume d'incendie dans la cuve

Nous savons que la hauteur d'eau dans la cuve des deux réservoirs est de 5 m et que lors que le diamètre est fixé, la hauteur d'eau dans la cuve varie linéairement en fonction du volume.

D'où l'expression suivante :

Affectons l'indice d à la hauteur du volume d'incendie, i à la hauteur du volume d'incendie dans le réservoir R1000 m³, j à celle dans le réservoir R 2000 m³. Alors nous aurons :

$$H_d = \frac{V_d}{V_c} H \dots \dots c = i \text{ ou } j \dots \dots 4.3.$$

Faisons l'application numérique de cette formule pour calculer ces hauteurs :

$$\left. \begin{array}{l} V_i = 50 \text{ m}^3 \\ V_j = 100 \text{ m}^3 \\ V_{1000 \text{ m}^3} = 1000 \text{ m}^3 \\ V_{2000 \text{ m}^3} = 2000 \text{ m}^3 \\ H = 5 \text{ m} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{D'après la formule 4.3}} H_i = H_j = 0.25 \text{ m.}$$

4.8.5. Hauteur du volume utile

Le volume utile est le volume d'eau consommé par les abonnés pendant la période de fonctionnement normal du réseau de distribution et la hauteur correspondante à ce volume est désignée par la hauteur du volume utile dans la cuve du réservoir. Comme le régime de consommation de l'agglomération est variable durant les heures de consommation, cette hauteur n'est pas constante néanmoins elle atteint une valeur maximale que nous allons calculer.

Cette hauteur H_u est donnée par l'expression suivante : $H_u = H - H_d \dots \dots 4.4.$

Faisons l'application numérique de cette expression pour calculer cette hauteur :

$$\left. \begin{array}{l} H = 5 \text{ m} \\ H_d = 0.25 \text{ m} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{D'après la formule 4.4}} H_u = 4.75 \text{ m.}$$

Dimensionnement du réservoir projeté

NB : Des calculs précédents, nous avons obtenu le même résultat pour les hauteurs d’incendie dans les deux réservoirs.

4.8.6. Détermination de la cote du radier des réservoirs jumelés

La hauteur du réservoir doit être suffisante pour permettre une distribution d’eau sous des pressions de service suffisantes en tous les points du réseau de distribution en particulier le point défavorable pendant les heures de consommation en particulier les heures de pointe et les heures de pointe & incendie. Cette hauteur doit être aussi économique car plus elle est grande, plus le cout de génie l’est aussi lors que le réservoir est un château .Donc une étude technico-économique s’impose : Il s’agira de trouver une cote qui satisfera aux exigences techniques et les exigences économiques.

Dans notre cas pour déterminer une cote technico-économique, nous allons procéder aux différentes simulations de notre réseau en faisant varier la cote du radier et en observant les charges nodales ; la hauteur arrêtée sera celle qui donnera une pression minimale de 14 m. En effet La charge piézométrique minimale exigée au point défavorable doit être de 14 m selon la Direction d’Hydraulique de la commune de Hamma Bouziane. Nous rappelons que le logiciel de simulation est **Epanet**.Les résultats et les interprétations de ces simulations sont les suivantes

4.8.6.1. Cas : cote =569.55 m

Tab.4.1 : Caractéristiques hydrauliques des nœuds

Numéro des nœuds	Charges piézométriques nodales (m) : Cas de pointe	Charges piézométriques nodales (m) : Cas de pointe & Incendie
1	11.88	8.68
2	69.36	66.72
3	75.77	74.71
4	33.20	32.02
5	32.93	32.38
6	34.60	31.61

Dimensionnement du réservoir projeté

7	18.48	18.36
8	64.37	63.06

4.8.6.1.1. Histogrammes associés

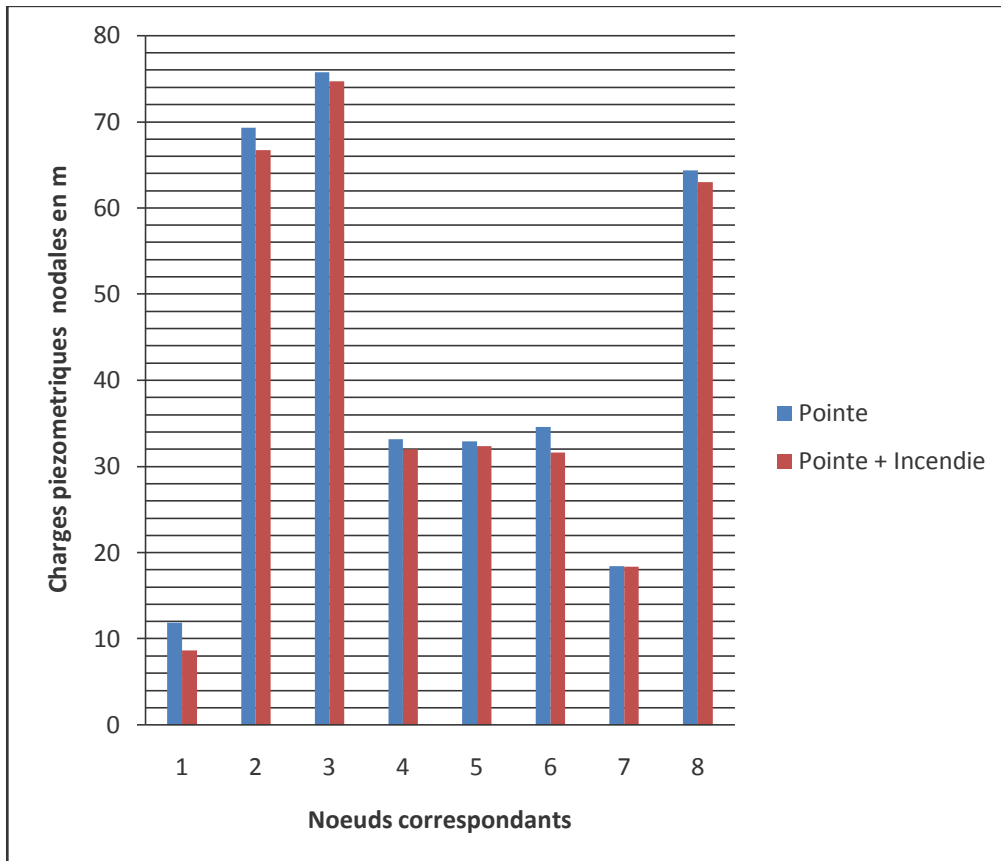


Fig.4.1 : Histogrammes des charges piézométriques nodales

4.8.6.1.2. Interprétation

En analysant les histogrammes, nous remarquons qu'ils présentent une charge piézométrique nodale maximale de 75.77 m au cas de pointe et de 74.71 m au cas de pointe & incendie et une charge piézométrique nodale minimale de 11.88 m en cas de pointe et de 8.68 m en cas de pointe & incendie.



4.8.6.2.1. Cas: Cote =571.55 m

Tab.4.2 : Caractéristiques hydrauliques des nœuds

Numéro des nœuds	Charges piézométriques nodales (m) : cas de pointe	Charges piézométriques nodales (m) : cas de pointe & incendie
1	13.88	10.68
2	71.36	68.72
3	77.77	76.71
4	35.20	34.02
5	34.93	34.38
6	36.60	33.61
7	20.48	20.36
8	66.37	65.06

Dimensionnement du réservoir projeté

4.8.6.2.2. Histogrammes associés

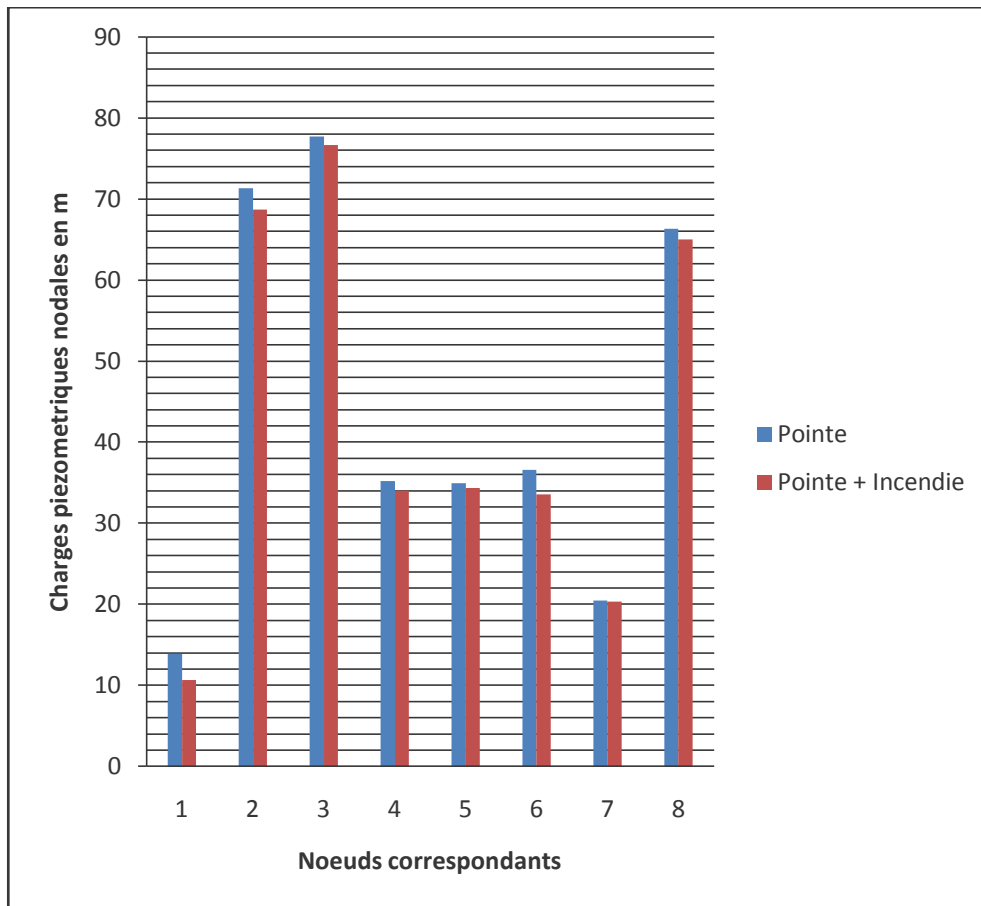


Fig.4.2 : Histogrammes des charges piézométriques nodales

4.8.6.2.3. Interprétation

Les histogrammes présentent une charge piézométrique nodale maximale de 77.77m au cas de pointe et de 76.71m au cas de pointe & incendie et une charge piézométrique nodale minimale de 13.88 m au cas de pointe et de 10.68 m au cas de pointe & incendie.



4.8.5.3.1. Cas: Cote =573.55 m

Tab.4.3 : Caractéristiques hydrauliques des nœuds

Numéro des nœuds	Charges piézométriques nodales (m) : cas de pointe	Charges piézométriques nodales (m) : cas de pointe & incendie
1	15.88	12.68
2	73.36	70.72
3	79.77	78.71
4	37.20	36.02
5	36.93	36.38
6	38.60	35.61
7	22.61	22.48
8	68.37	67.06

4.8.6.3.2. Histogrammes associés

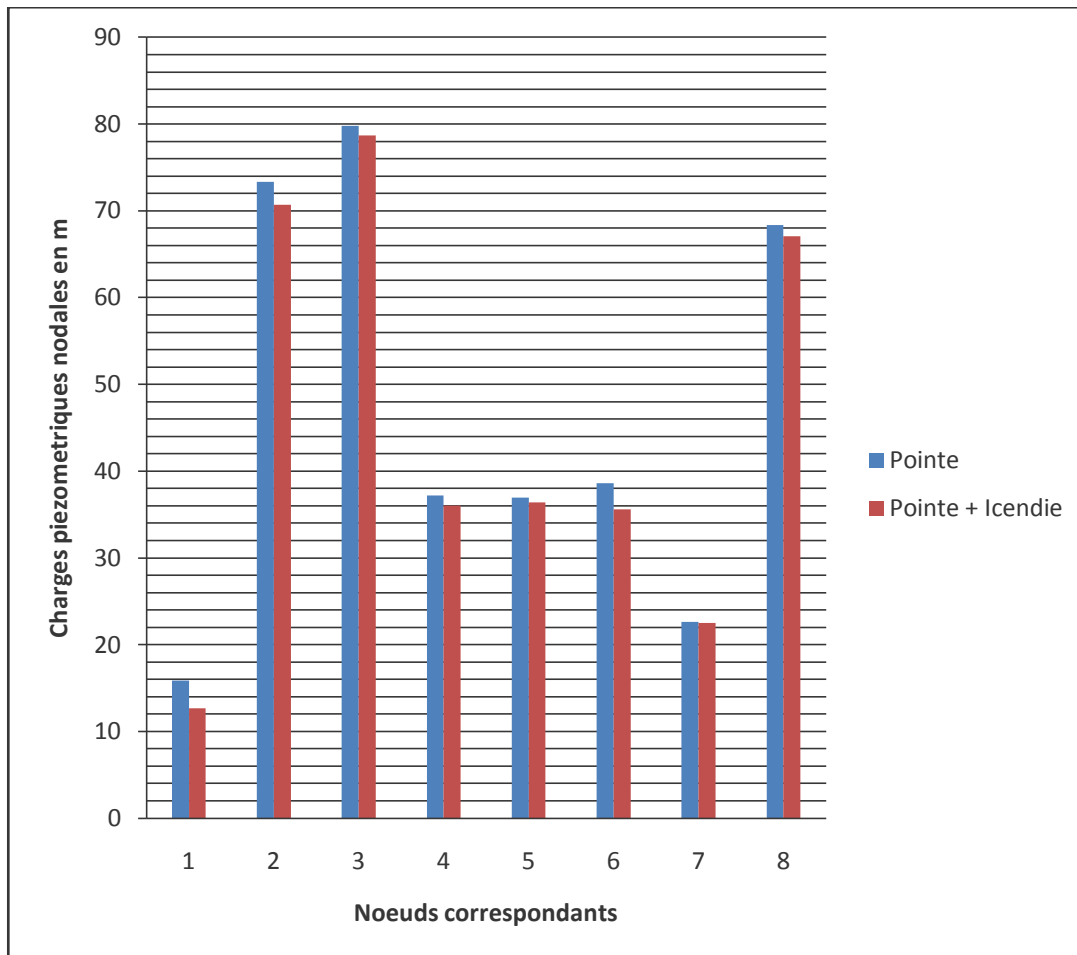


Fig.4.3 : Histogrammes des charges piézométriques nodales

4.8.6.3.3. Interprétation

L'analyse de ces histogrammes montre qu'ils présentent une charge piézométrique nodale maximale de 79.77 m au cas de pointe et de 78.71 m au cas de pointe & incendie et une charge piézométrique nodale minimale de 15.88 m au cas de pointe et de 12.68 m au cas de pointe & incendie.



4.8.6.4. 1.Cas: Cote = 575.55 m

Tab.4.4 : Caractéristiques hydrauliques des nœuds

Numéro des nœuds	Charges piézométriques nodales (m) : cas de pointe	Charges piézométriques nodales (m) : cas de pointe & incendie
1	17.88	14.68
2	75.36	72.72
3	81.77	80.71
4	39.20	38.02
5	38.93	38.38
6	40.60	37.61
7	24.48	24.36
8	70.37	69.06

4.8.6.4.2. Histogrammes associés

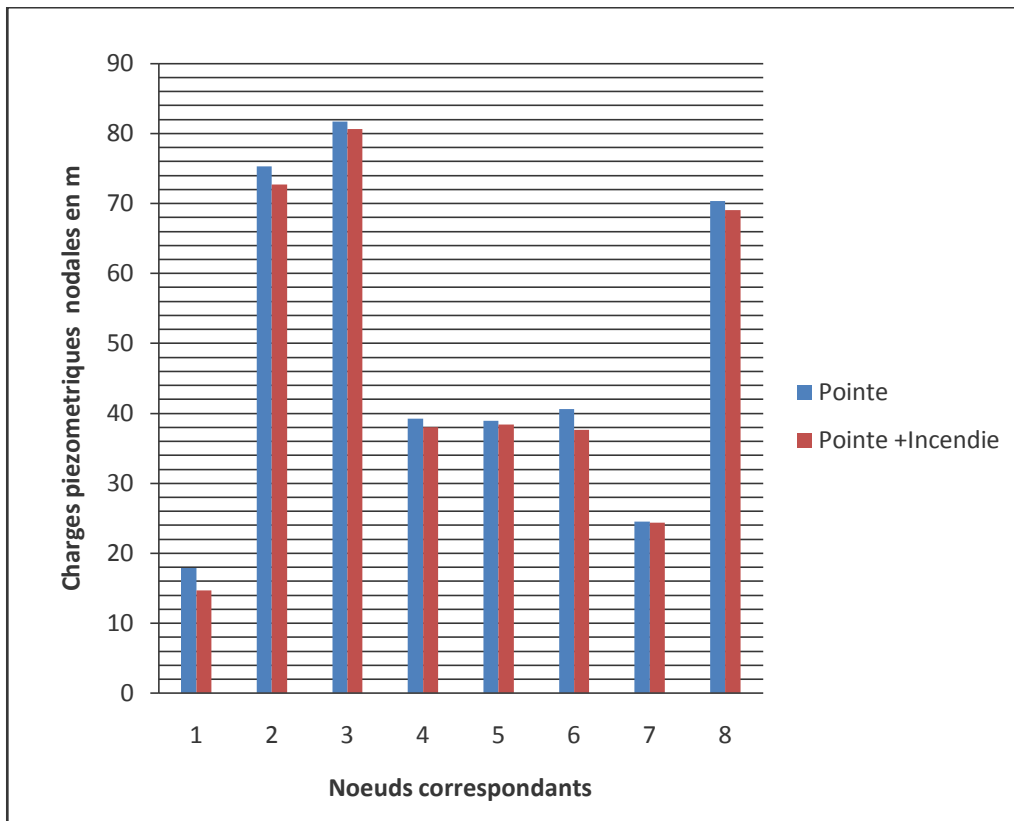


Fig.4.4 : Histogrammes des charges piézométriques nodales

4.8.6.4. 3. Interprétation

Les histogrammes atteignent une charge piézométrique nodale maximale de 81.77m au cas de pointe et 80.71 m au cas de pointe & incendie et une charge piézométrique nodale minimale de 17.88 m au cas de pointe et de 14.68 m au cas de pointe & incendie.

4.8.6.5. Conclusion

L'observation des différentes valeurs précédentes nous montre que la cote minimale satisfaisant aux exigences techniques est de 575.55 m. Néanmoins pour des raisons de sécurité nous prendrons une hauteur de 577.55 m.

En définitif la cote du radier du réservoir sera 577.55 m.

4.8.7. Cote du niveau du volume d'incendie

La cote du niveau du volume d'incendie est celle du radier augmentée de la hauteur d'eau correspondante au volume d'incendie.

Or la cote du radier est 577.55 m et la hauteur d'eau H_d est 0.25 m .Donc la cote du niveau du volume d'incendie est 577.80 m.

4.8.8. Cote du niveau du volume utile

C'est la cote du niveau d'incendie augmentée de la hauteur du volume utile H_u . Or la cote du niveau d'incendie est 577.80 m et la hauteur du volume utile est 4.75 m. Alors la cote du niveau du volume utile est 582.55 m.

4.8.9. Cote du niveau du trop –plein

La cote du trop-plein est égale à la cote du niveau du volume utile majorée de 50 cm. Elle est donc 583.05 m.

4.9. Détermination du débit Q_{app} . d'alimentation du réservoir

Le débit d'alimentation est le débit par lequel le réservoir est approvisionné par sa source d'alimentation.

D'après la simulation du nouveau réseau de distribution, nous avons obtenu un débit Q_p de pointe du nouveau réservoir de 78.69 l/s.

Ce débit de pointe peut s'écrire : $Q_p = K_{max} Q_{app}$ 4.5.

Ou K_{max} : Coefficient de pointe horaire que nous avons obtenu dans le **chapitre -2- : Estimation des besoins en eau de la cité d'El ghirene.**

D'après cette formule nous trouvons $Q_{app} = 52.46$ l/s.

4.10. Source d'alimentation du réservoir

Dans le **chapitre1** paragraphe **Complexe hydraulique**, nous avons mentionné qu'en plus des zones desservies, le réservoir $R2000m^3$ approvisionne en eau les réservoirs jumelés $R1800 m^3$ avec $34.62 l/s$ et le réservoir $R200 m^3$ par $10.33l/s$. Pour alimenter notre réservoir, nous avons pris les décisions suivantes :

- ✓ Le réservoir $R2000 m^3$, en plus des zones desservies, approvisionnera seulement ce nouveau réservoir avec un débit de $52.46l/s$.
- ✓ Les réservoirs jumelés recevront par refoulement à partir du forage F02 un débit de $127.95 l/s$ au lieu de $83l/s$ qui est le débit d'exploitation du forage.
- ✓ Le réservoir $R200 m^3$ sera uniquement alimenté par les réservoirs jumelés avec un débit de $12.83 l/s$ au lieu de $2.5 l/s$.
- ✓ Et le réservoir $R2000 m^3$ recevra un débit de $57.51 l/s$ au lieu de $50l/s$ qui est le débit d'exploitation du forage F03.

NB : Ce changement a plusieurs conséquences sur le système d'adduction. Notamment sur les pompes des forages, nous pouvons noter que leurs débits d'exploitation ont augmenté. Donc il faudra s'assurer qu'ils disposent les hauteurs manométriques nécessaires pour refouler les nouveaux débits sinon ils seront remplacés par d'autres pompes capables. Puis qu'un diamètre peut véhiculer infinité de débit les diamètres des conduites de refoulement pourront supporter ces nouveaux débits par contre les anti-béliers doivent être revus pour assurer qu'ils pourront assurer les éventuels coups de bélier.

Il sera primordial de noter que les données qui ont mises à notre disposition ne suffisent pas pour faire ces vérifications.

Il est important de se rappeler que hormis la dimension des diamètres des deux réservoirs, ils ont les mêmes caractéristiques hydrauliques.



4.11. Variantes

Dans ce projet, deux possibilités s'offrent à nous :

- ✓ Possibilité de projeter des châteaux juste à cote du point de piquage dans la zone limitée par les points de coordonnées Lambert ($X_1 = 849400 \text{ m}$; $Y_1 = 354400$) et ($X_1 = 849500 \text{ m}$; $Y_1 = 354400 \text{ m}$) .
- ✓ Possibilité de projeter des réservoirs semi-enterrés sur le pointe de cote 577.5 m dans la zone limitée par les points : ($X_1 = 849400 \text{ m}$ et $Y_1 = 354476.66 \text{ m}$) et ($X_1 = 849500 \text{ m}$ et $Y_1 = 354476.66 \text{ m}$)

Étant donné les données à notre disposition il nous est difficile de départager ces deux variantes. Néanmoins lors qu'elles présentent les mêmes conditions géotechniques, les exigences économiques seront privilégiées et la priorité sera accordée au réservoir type semi-enterré.

Dans le cas du château la hauteur du radier du château sera la différence entre la cote du radier calculée et la cote du terrain soit 24 m.

Cependant sur la carte, nous avons représenté la variante type semi-enterré.

4.12. Équipements d'un réservoir

Un réservoir se doit de bons équipements pour assurer pleinement et efficacement ses fonctions. Aussi un réservoir doit avoir les équipements suivants :

- ✓ Une conduite d'arrivée ou d'alimentation.
- ✓ Une conduite de départ ou distribution.
- ✓ Une conduite de vidange.
- ✓ Une conduite de trop-plein.
- ✓ Une conduite de by-pass.
- ✓ Un système de matérialisation du débit d'incendie.
- ✓ Une chambre de manœuvre.
- ✓ Un system de ventilation.

Dimensionnement du réservoir projeté

- ✓ Des accès.
- ✓ Un système de drainage du toit.

4.12. 1. Conduite d'arrivée ou d'alimentation

Cette conduite doit arriver de préférence dans la cuve en siphon noyé ou par le bas, toujours à l'opposé de la conduite pour permettre un bon brassage de l'eau contenue dans la cuve. En effet cette arrivée par le bas ou en siphon noyé permet le renouvellement d'eau par mélange en créant des perturbations et écoulement par rouleaux.

L'extrémité de la conduite est munie d'un dispositif qui obture la conduite quand le niveau maximal est atteint dans la cuve.

4.12. 2. Conduite de départ ou de distribution

La conduite de départ est placée à l'opposé de la conduite d'arrivée à quelques centimètres au-dessus du radier (15 à 25 cm) pour éviter l'entrée de matières en suspension. L'extrémité de la conduite est alors munie d'une crépine courbée pour éviter le phénomène de vortex (pénétration d'air dans la conduite). Cette conduite est également équipée d'une vanne à survitesse permettant la fermeture rapide en cas de rupture au niveau de cette conduite.

Dans les résultats de simulation, le diamètre de cette conduite est de 350 mm et sa longueur 115 m.

4.12.3. Conduite de vidange

Elle permet la vidange du réservoir en cas d'entretien ou de réparations. Elle est munie d'un robinet-vanne, et se raccorde généralement à la conduite du trop-plein. Le robinet-vanne doit être nettoyé après chaque vidange pour éviter le dépôt de sable.

4.12.4. Conduite du trop-plein

Elle permet l'évacuation de l'excès d'eau arrivant au réservoir.



4.12.5. Conduit by-pass

C'est un tronçon de conduite qui relie la conduite d'arrivée et la conduite de départ d'un réservoir. Elle fonctionne quand le réservoir est isolé en cas d'entretien ou de réparation du réservoir.

4.12.6. Système de matérialisation d'incendie

C'est une disposition spéciale de la tuyauterie qui permet d'interrompre l'écoulement, une fois le niveau de la réserve d'incendie est atteint. Il existe deux systèmes :

- ✓ Système à deux prises.
- ✓ Et système à siphon.

4.12.7. Système à deux prises

Dans ce cas les prises pour le volume utile et la réserve d'incendie sont bien distinctes mais elles se joignent à la sortie du réservoir pour former la conduite de départ et un robinet-vanne est mis sur la prise de la réserve d'incendie juste avant à la jonction des prises. En cas d'incendie le robinet-vanne s'ouvre manuellement ou automatiquement et la réserve d'incendie est utilisée. Bien que ce système est efficace et il ne permet pas le renouvellement de la réserve d'incendie.

4.12.8. Système à siphon

Ce système est composé d'une seule prise, d'un évent et d'un siphon. Par siphonage le réservoir fonctionne sans la consommation de la réserve d'incendie en absence d'incendie. Ce système a l'avantage de renouveler la réserve d'incendie.

4.12.9. Chambre de manœuvre

C'est la chambre qui reçoit les conduites du réservoir et d'autres équipements utiles ou nécessaires au bon fonctionnement de ce dernier.

4.12.10. Système de ventilation

Il permet l'aération de l'intérieur du réservoir. Pour des châteaux ce système peut être fait d'un grillage non corrosif d'au moins 1.6 maille au centimètre. Ce système doit être conçu de manière à éviter l'intrusion des eaux de surface ou de pluie, l'entrée des oiseaux ou d'autres animaux. [23]

Dimensionnement du réservoir projeté

NB : Il est important de noter que pour que l'eau puisse conserver sa fraîcheur le réservoir doit être équipée des systèmes d'isolations thermiques.

4.13. Protection sanitaire

Le réservoir de distribution doit contenir de l'eau sans contamination. Pour ce faire certaines dispositions doivent être prise en compte .En voici quelques unes :

- ✓ Tout réservoir d'eau potable doit avoir un toit et un couvercle empêchant l'intrusion de poussière, d'insectes, et autres animaux, de façon à maintenir la qualité de l'eau.
- ✓ Une clôture, des verrous sur les regards d'accès et autres précautions utiles doivent être prises pour empêcher l'entrée d'intrus, le vandalisme ou le sabotage.
- ✓ Le système drainage du réservoir doit être conçu de façon à assurer le maximum de sécurité. De plus le système de drainage d'un réservoir ne doit pas être raccordé à un réseau d'égout.
- ✓ Le terrassement autour du réservoir doit être conçu de façon à éloigner les eaux de ruissellement.
- ✓ Une bonne circulation de l'eau dans le réservoir est nécessaire afin d'éviter la stagnation. [24]

4.14. Rapport entre les anciens et nouveaux réservoirs

Les anciens et nouveaux réservoirs jumelés servent à assurer la distribution de l'eau potable dans la cité d'El ghirene par l'intermédiaire du nouveau réseau projeté. Cependant chacun des réservoirs jumelés est alimenté par des sources différentes. Malgré que les nouveaux réservoirs jumelés se trouvent plus en altitude par rapport aux anciens réservoirs jumelés et contrairement au fonctionnement du réseau à deux contre-réservoirs qui permet le remplissage du réservoir moins en altitude, les anciens réservoirs ne doivent pas recevoir de l'eau de la part des nouveaux car l'eau ainsi reçue pourrait être utilisée lors de l'application d'autres fonctions des anciens réservoirs jumelés.

Nous installerons à cette fin un clapet anti-retour dans les conduites de départ des anciens juste avant le robinet –vanne à survitesse.



4.15. Conclusion

La conception du réservoir doit tenir de la préservation de la qualité de l'eau. Parfois elle peut exiger la réalisation d'une étude sur modèle physique pour optimiser le mélange de l'eau entrant dans le réservoir avec celle s'y trouvant déjà : le temps de séjour pouvant être un des facteurs primordiaux de la dégradation de la qualité de l'eau potable et dépendant directement du volume de stockage (du réservoir), le renouvellement de l'eau dans le réservoir est une condition nécessaire à la préservation de la qualité de l'eau potable.

Par ailleurs les réservoirs constituent un maillon important dans les infrastructures d'alimentation et de distribution de l'eau destinée à la consommation humaine et aux autres besoins des collectivités et des industries. Il convient donc de bien les concevoir et de bien les réaliser pour qu'ils remplissent toutes les fonctions requises d'une manière durable, tant au niveau de la pérennité de leur structure, que de celui de leur disponibilité. En plus des aspects purement fonctionnels les réservoirs doivent faire l'objet d'études architecturale et paysagère pour permettre leur parfaite intégration dans leurs sites d'implantation par exemple le réservoir de carburant de l'aéroport de Houari Boumediene à Alger(Algérie).



Chapitre-5- : Organes accessoires du réseau de distribution



Chapitre -5-

Organes accessoires du réseau de distribution

5.1. Introduction

Le système d’approvisionnement en eau n’est pas seulement constitué que des canalisations mais aussi des équipements spéciaux appelés accessoires. Ces accessoires sont indispensables pour le bon fonctionnement et l’efficacité du système d’alimentation en eau potable.

Ces accessoires sont des équipements hydrauliques destinés à :

- ✓ Assurer un bon écoulement de l’eau dans le système d’alimentation en eau potable.
- ✓ Régulariser les pressions et mesurer les débits véhiculés par des conduites.
- ✓ Protéger les canalisations (contre le coup de bélier par exemple).
- ✓ Soutirer des débits (cas de piquage par exemple).

5.2. Robinetterie et équipements divers

5.2.1. Robinet –vanne

Les robinets - vannes sont des appareils de sectionnement utilisés pour le cas de manœuvre lente pour les gros diamètres. Généralement ce robinet vanne est court-circuité pour faciliter l’ouverture si celui-ci se trouve entre deux biefs (amonts sous pression et aval vide).

Les robinets d’arrêt ou de prise sont utilisés dans le réseau (petit diamètre) au niveau des branchements (diamètre < 100 mm) et sont à quart de tour.

Les vannes papillons sont des vannes à sur vitesse utilisées surtout au niveau des réservoirs d’eau (sortie). Elles servent à couper l’alimentation en cas d’avarie de la conduite de départ d’un réservoir.

Dans notre projet, nous mettrons des robinets au niveau des conduites de départ, de vidange et d’arrivée des réservoirs, sur les conduites du réseau où la vitesse semble être faible pour la purge de l’eau afin d’éviter les zones de stagnation des eaux,...

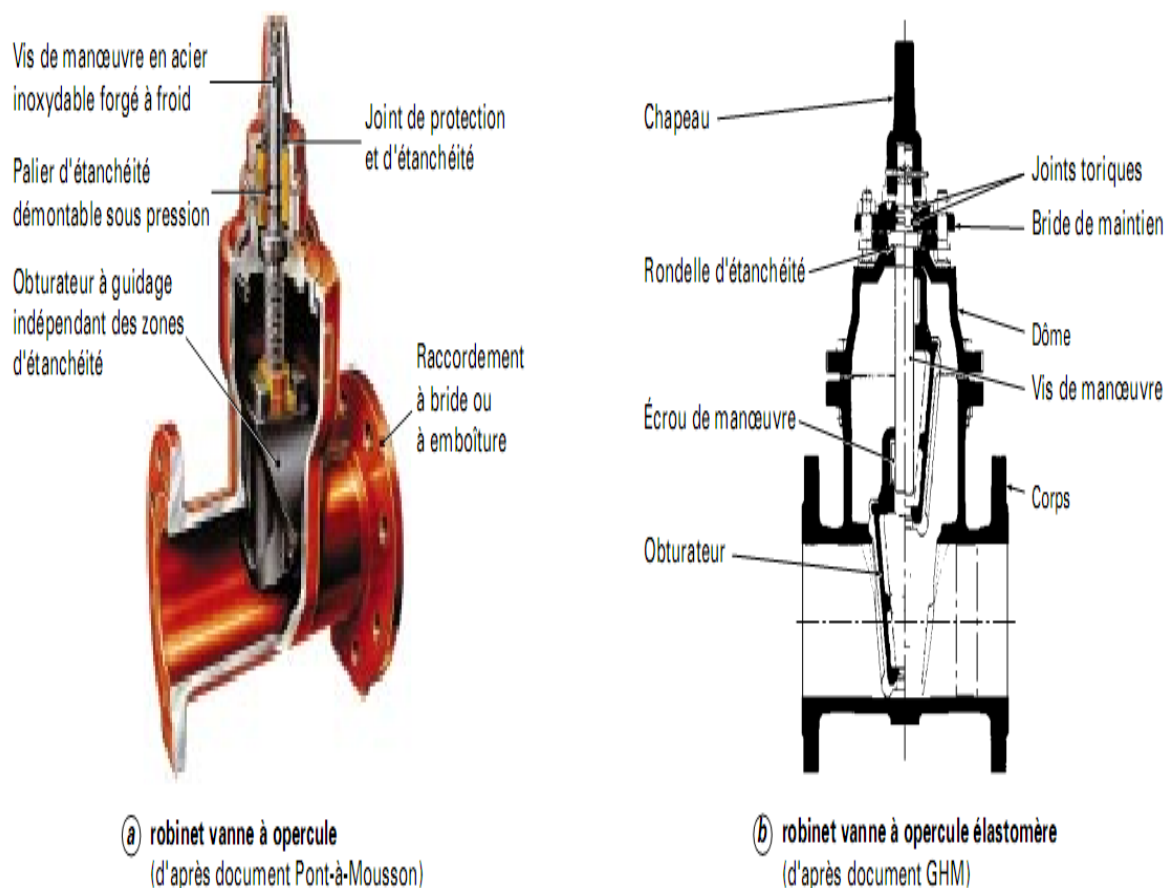


Fig.5.1 : Robinets vannes à opercule (d'après document Pont-à-Mousson)

5.2. 2. Ventouse

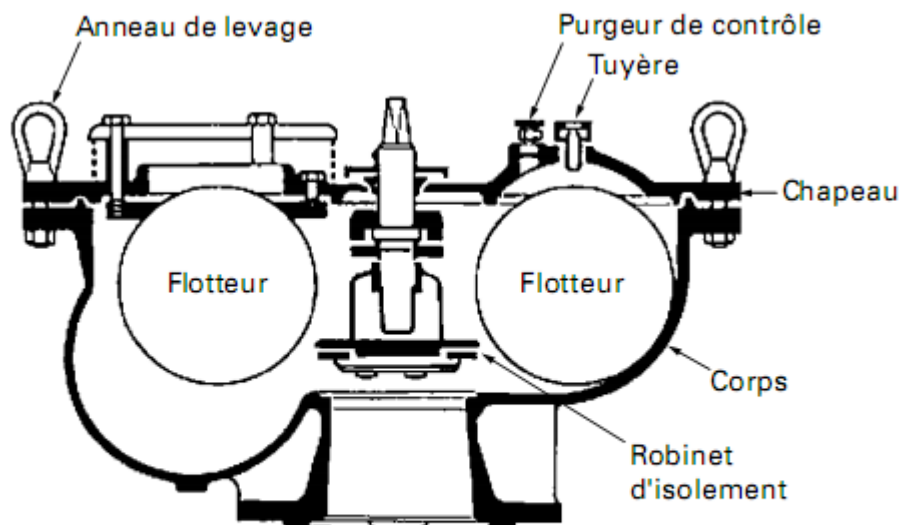
Une accumulation d'air peut se faire aux points hauts d'une conduite. La poche d'air provoque des perturbations qu'il s'agit d'éviter : diminution de la section, arrêt complet de débits, coup de bélier.

L'évacuation de l'air se fait par l'intermédiaire d'une ventouse qui peut être manuelle ou automatique.

En général sur le marché elle se rencontre sous deux formes :

- ✓ Ventouse simple assurant le dégazage des conduites à haute pression.
- ✓ Ventouse à deux orifices réunis en un seul appareil.

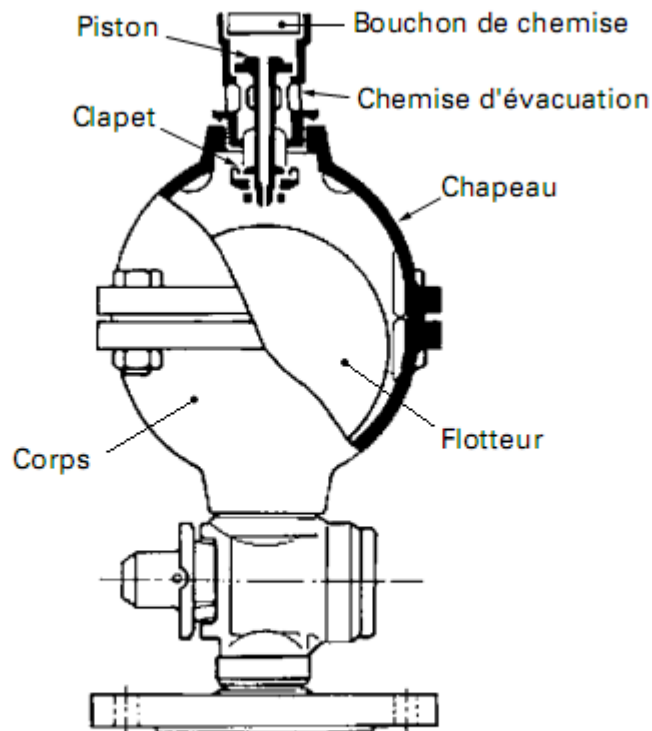
Dans notre projet nous placerons ces appareils au niveau des points hauts le long des conduites où se rassemble l'air soit au moment du remplissage ou soit en cours de fonctionnement pour chasser l'air ainsi accumulée dans les conduites et pour permettre l'admission de l'air dans les conduites lors de la vidange des conduites en cas d'intervention sur le réseau.



(a) ventouse à trois fonctions

(purge des poches, entrée rapide d'air, sortie rapide d'air)

Fig.5.2: Ventouse (d'après document Pont-à-Mousson)



(b) ventouse à fonction unique
(évacuation des poches d'air)

Fig.5.3: Ventouse (d'après document Pont-à-Mousson)

5.2. 3. Décharges

Les décharges sont des robinets disposés aux points bas des conduites en vue de vidanger l'eau de la conduite lors de l'entretien ou en cas de problème. La vidange se fait soit dans un égout (cas d'un réseau urbain), soit dans un fossé ou en plein air (cas d'une conduite de campagne). Elles sont prévues:

- ✓ A tous points bas du profil de la conduite.
- ✓ D'un côté ou de part et d'autre des vannes de sectionnement, là où la fermeture de celles-ci crée un point bas.



Chapitre -5-

Organes accessoires du réseau de distribution

Nous placerons ces robinets aux points bas le long des conduites du réseau dans des regards en maçonnerie facilement accessibles pour la vidange en cas d'intervention sur le réseau.

5.2. 4. Bouches d'incendie

Elles permettent de fournir aux pompiers l'eau dont ils ont besoin pour combattre les incendies. Elles sont reliées aux conduites du réseau par des conduites de raccordement dotées d'une vanne d'isolement. Les bouches d'incendie doivent être placées sur des conduites dont le diamètre est au minimum 100 mm et le débit véhiculé est au minimum 17l/s aux points où la pression minimale de service est de 8 à 10 m et elles doivent être séparées les unes des autres par des distances ne dépassant pas 200 m mais lorsque le risque d'incendie est important, elles peuvent être placées à des distances bien loin de celles-ci et elles doivent être comprises entre 80 à 180 m selon certains auteurs.

Dans notre cas, ces bouches d'incendie seront placées sur des conduites mentionnées dans la conclusion du **Chapitre -3- : Réseau de distribution.**

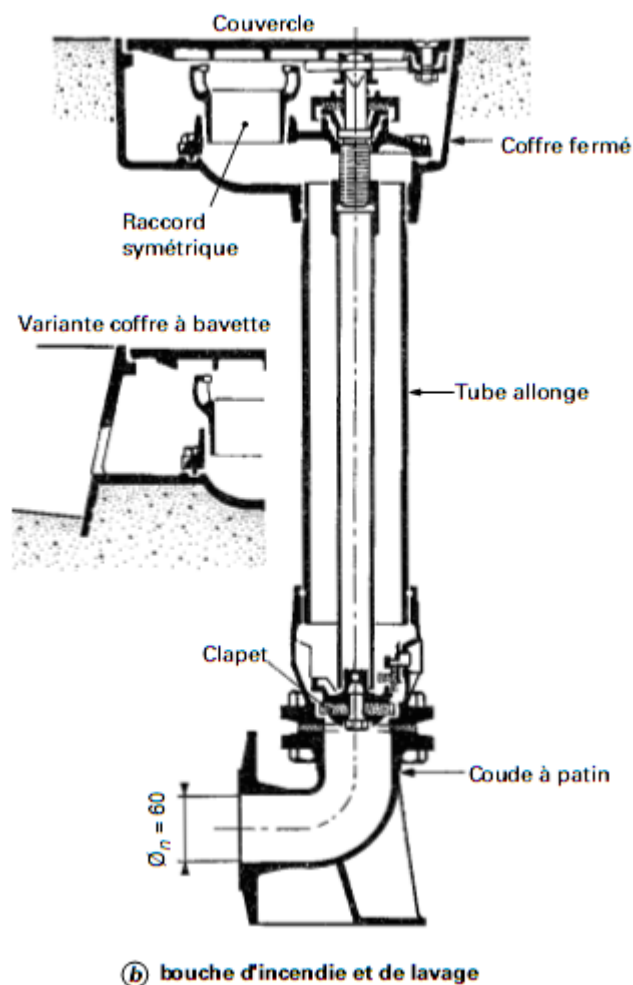


Fig. 5.4: Bouche d'incendie (d'après document Pont-à-Mousson)

5.2. 5. Régulateurs

Un réseau de distribution se comporte bien lors que les débits et les pressions varient dans des fourchettes raisonnables. Donc il est indispensable si tel n'est pas le cas de les ramener dans ces fourchettes. Pour ce faire, les régulateurs sont à l'honneur de l'utilisation. Ils sont nombreux et en voici quelques :

- ✓ Réducteur –stabilisateur de pression avale ou Stabilisateur amont aval qui fonctionne sur le principe de pilote à ressort taré permettant le réglage

par gammes de pression de 0.1 à 21 bars. Nous installerons ces réducteurs

- ✓ sur les conduites dont les charges nodales sont bien supérieures à 60 m.
- ✓ Robinets de réservoir : contrôleur de niveau haut bas du flotteur (tranche de 0.5 à 2 m de hauteur d'eau) ; contrôleur de niveau constant à flotteur (plage inférieure à 10 cm) ; Contrôleur de niveau altimétrique (place en pied de réservoir). Nous équiperons les nouveaux réservoirs par ces dispositifs. [25]

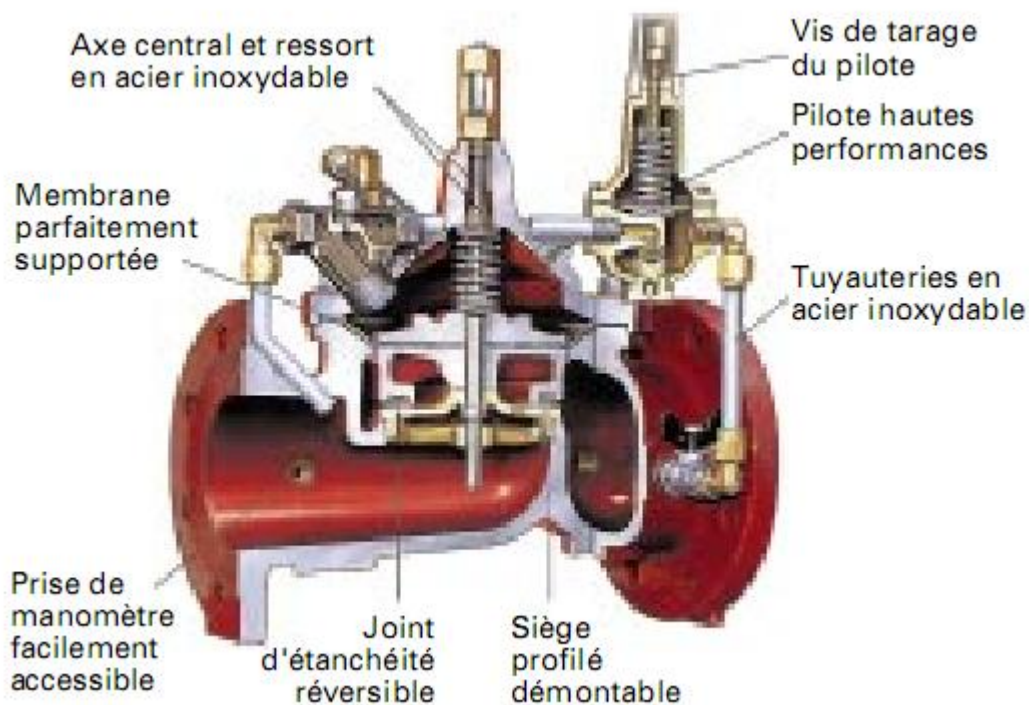


Fig.5.5 : Appareil de régulation modulaire (d'après document Pont-à-Mousson)

5.2.6. By-pass

Le by-pass est utilisé pour :

- ✓ Faciliter la manœuvre de la vanne à fermeture lente.
- ✓ Remplir, à débit réduit, la conduite avant sa mise en service.
- ✓ Relier la conduite d'arrivée à la conduite de départ du réservoir.

Les conduites d'arrivée et de départ des nouveaux réservoirs seront by-passées pour assurer la continuité de la distribution en cas d'entretien ou de réparation du réservoir.

5.2.7. Clapet de retenue ou clapet anti-retour

Ils sont destinés à empêcher la circulation en retour. Leur emploi est généralement dans les stations de pompage où ils sont disposés à la sortie même des pompes, entre celles-ci et les robinets vannes de sectionnement. Ils sont également utilisés sur les canalisations de distribution.

Les différentes sortes de clapets sont:

- ✓ **Clapet anti-retour à battant:** le battant en position levée permet un débit important. Un mécanisme de contrepoids où un ressort permet une fermeture régulée. Elle est utilisée pour une fréquence de manœuvre faible.
- ✓ **Clapet anti-retour à double battant:** Permet d'éviter les coups de bélier.
- ✓ **Clapet anti-retour à bille:** Une bille libre assure la fermeture.

Nous équiperons les conduites de départ des anciens réservoirs jumelés par un clapet anti-retour comme nous l'avons mentionné dans le **chapitre-4 -:** **Dimensionnement du réservoir.**

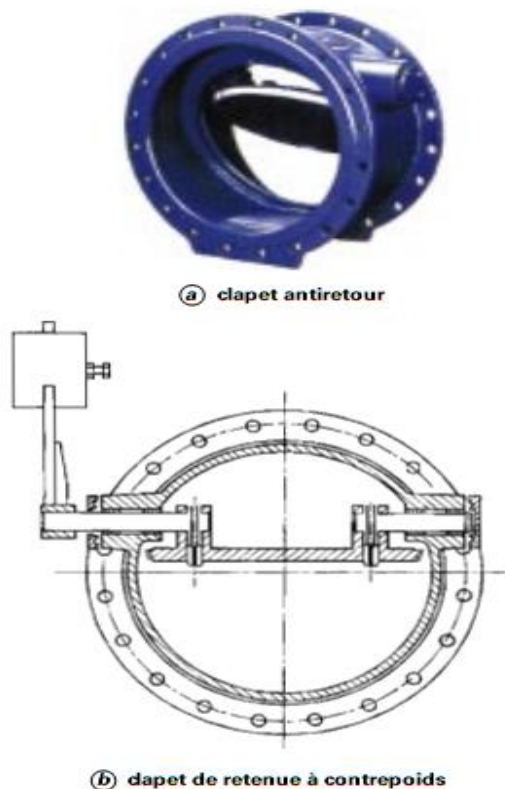


Fig.5.6 : Clapet de retenue (d'après document Pont-à-Mousson)

5.2.8. Organes de mesure

5.2.8. 1. Mesure de débit

Les appareils les plus utilisés au niveau des installations sont :

- ✓ Le diaphragme.
- ✓ Le venturi.
- ✓ Et la tuyère.

5.2.8. 2. Mesure de pression

Les appareils les plus utilisés sont :

- ✓ Les manomètres à aiguilles.



Chapitre -5-

Organes accessoires du réseau de distribution

- ✓ ET les manomètres à soufflet.

Ces appareils seront mis aux points où les mesures de débit et de pression seront nécessaires notamment à la sortie des réservoirs, à chaque nœud du réseau en vue de permettre la gestion et le suivi de notre réseau.

5.3. Conclusion

Les accessoires sont indispensables dans le réseau pour assurer une bonne exploitation, un bon suivi ; leurs choix et leurs mises en place doivent tenir compte de la préservation de la qualité de l'eau dans le réseau. L'observation des normes de leurs installations et de leurs gestions est impérative: Ils sont des points potentiels de l'entrée des saletés dans le réseau de distribution notamment celle des eaux de retour en cas de dépression dans le réseau.



Chapitre-6- : Pose des canalisations

Chapitre -6-

Pose des canalisations

6.1. Introduction

La pose des canalisations est une étape importante dans un projet d'alimentation en eau et elle est la matérialisation de l'étude sur le terrain. Elle consiste à l'enfouissement des conduites sous terre suivant le tracé dans les tranchées convenablement calculées. Elle est fonction des contraintes du terrain (conditions géotechniques, topographie du relief, la nature du sol...)

6.2. Principe de pose des canalisations

Les canalisations peuvent être posées en terre, en galerie, en élévation au dessous du sol, sur des ouvrages d'art, dans le lit d'une rivière ou dans un sous-sol marin.

Le principe de pose de la canalisation est quasi la même par contre le mode de pose est variable d'un terrain à l'autre et ceci dans le but de diminuer l'effet des différentes contraintes agissant sur la canalisation.

En principe pour permettre un écoulement naturel des eaux d'infiltration, la pose doit s'effectuer à partir des points hauts. Si la canalisation est posée en tranchée, celle-ci doit être suffisamment large (minimum 70 cm) pour permettre l'entrée des ouvriers pour le travail. De surcroît la tranchée doit présenter un élargissement plus prononcé au niveau des joints (niches). L'épaisseur du remblai au-dessous de la génératrice supérieure de la conduite est variable suivant les régions (la situation climatique (gel...)) et elle ne dépasse pas en général 1.2 mètre. Une conduite doit toujours être posée avec une légère pente afin de créer des points bas pour la vidange et des points hauts pour l'évacuation de l'air entré soit lors du remplissage de la conduite soit pendant le fonctionnement. Par conséquent un tracé en dent de scie avec des pentes de quelques millimètres par mètre (mm/m) et des changements de pente tous les 200 à 400 m. Les canalisations doivent être éloignées de tout élément dur d'environ 10 m, de 30 cm des câbles électriques, de 60 cm des canalisations et d'au moins 60 cm des conduites des eaux usées.

6.3. Sollicitations s'exerçant sur une conduite enterrée

Les conduites enterrées sont soumises à de nombreuses sollicitations dont les principales sont les suivantes :

- ✓ Le poids propre du remblai.
- ✓ Le poids du liquide transporté.
- ✓ Les charges mobiles et fixes sur le remblai.
- ✓ Les tassements différentiels du terrain.
- ✓ L'action des racines d'arbres.
- ✓ Les variations du niveau de la nappe phréatique.
- ✓ Les chocs lors de la mise à œuvre.
- ✓ Les tassements et les vibrations dus aux trafics routiers.
- ✓ Et les charges dues à la dilatation thermiques.

6.4. Modes de pose des canalisations

6.4. 1. Pose en terre

La pose en terre s'effectue dans une tranchée de largeur suffisante pour que les ouvriers puissent y poser les tuyaux commodément. Aux droits des joints, des niches (élargissements de tranchée) sont établies pour faciliter le travail de réalisation du joint des conduites. Le fond de la tranchée est purgé des pierres qui pourraient s'y trouver ; Il est convenable dressé .La profondeur de cette tranchée est déterminée de façon qu'une distance suffisante soit ménagée au dessus de la génératrice supérieure du tuyau pour éviter les dégâts qui pourraient être causés par le gel si le cas se présente.

Cette distance varie de 0.6 à 1.2 m selon que les régions ne sont pas ou sont exposées à des gels importants. Cependant la reconnaissance géophysique du sol de pose est indispensable pour fixer la profondeur définitive de pose de la conduite. [26]

Le fond de la fouille est ensuite recouvert d'un lit de pose (sable en général) de 0.15 à 20 mm d'épaisseur bien pilonné et bien nivelé suivant les cotes du profil en long. Ce lit est composé par :

- ✓ Du gravier ou du gravier, dans les terrains ordinaires.
- ✓ De la pierre cassée à l'anneau de 5 cm pour former des drains, dans les terrains imperméables ou rocheux.
- ✓ Un lit de béton maigre dans les parties rocheuses très en pente. [27]

Avant la descente en fouille, les tuyaux doivent être examinés en vue d'éliminer ceux qui auraient subi des chocs. Ils sont débarrassés de tous corps étrangers et la descente dans le fond de la fouille s'effectue lentement au palan ou à la grue. Pour faciliter le nivellement, ils sont calés sur le bois, puis les joints sont exécutés. Il est ensuite procédé à l'essai des joints. Cet essai s'effectue par tronçons plus ou moins longs suivant les circonstances.

6.4. 1.1. Cas particuliers de pose en terre

6.4. 1.1. 1. Cas des terrains marécageux ou tourbeux

Lors que la conduite traverse les terrains marécageux ou tourbeux, il faut prévoir des travaux confortatifs en conséquence pour éviter tout mouvement ultérieur des tuyaux. Suivant les circonstances, il est prévu, sous le tuyau, une semelle continue en béton armé enserrant la conduite sous un angle de 90^0 , ou plus, de façon à diminuer l'effort que supportera le tuyau, et à réaliser, d'autre part, un empattement suffisant, compte tenu de la charge que le sol est en mesure de supporter.

Chapitre -6-

Pose des canalisations

Les tuyaux peuvent également reposer sur les tasseaux en béton dans lesquels les têtes des pieds seront noyées, pieux en chêne, battus au préalable jus qu'au bon sol. [28]

6.4. 1.1. 2. Cas des terrains mouillés

Il est prévu dans la tranchée un moyen de drainage des eaux couvert d'un lit de gravier de gros calibre par la suite un lit en béton armé sur lequel repose la canalisation.

6.4. 2. Pose en galerie

Dans certains cas le tracé de la canalisation peut rencontrer des obstacles (route par exemple) où celle-ci pourra être placée en galerie. Les conduites de diamètres importants (sauf aqueducs) doivent être placées sur des madriers (bois de chêne) et calés de part et d'autre pour éviter le mouvement. Un canal est prévu pour éviter et évacuer les eaux stagnantes dans la galerie.

Les canalisations de petit diamètre peuvent être dans un fourreau de diamètre supérieur et reposant sur les tasseaux en béton. Les robinets vannes sont placés des deux cotés de la route.

6.4. 3. Traversée d'une rivière

Lors qu'il s'agit de franchir une rivière, la conduite peut emprunter le caniveau ordinairement réservé sous le trottoir d'un pont -route, s'il en existe. Elle peut également être posée sur des ouvrages spéciaux. De plus la pose dans le lit de la rivière est aussi envisageable. Dans ce cas les tronçons immergés doivent être convenablement dimensionnés (à vide) pour éviter leur soulèvement par l'eau. Dans certains cas les contrepoids sont disposés sur la génératrice supérieure de la conduite pour la maintenir au contact du fond. Les joints soudés sont maintenus par des butées de béton posées de part et d'autre des joints.

Chapitre -6-

Pose des canalisations

6.4. 4. Pose de canalisation en forte pente

La pose en pente d'une canalisation peut être faite en deux façons:

- ✓ En réalisant des massifs en béton.
- ✓ En réalisant un massif en béton en tête de tronçon verrouillé.

Au-delà d'une certaine pente (25%), les frottements entre la canalisation et les terres sont insuffisants pour maintenir la conduite. Il convient alors d'équilibrer la composante de gravité par l'utilisation de butées d'ancrage ou de joints verrouillés, les deux techniques pouvant être associées.

6.4. 5. Croisement des conduites existantes

Si Les conduites nouvellement projetées croiseront des canalisations existantes qui concernent notamment les conduites de distribution d'eau potable .Elles passeront en dessous de ces canalisations, avec une distance minimum de 0.3m dans le cas d'une conduite d'alimentation en eau potable.

6.5. Essais d'étanchéité au chantier

Les conduites ainsi enterrées et jointes doivent subir des essais d'étanchéité avant d'être complètement ensevelies par du remblai. Ces essais comprennent :

- ✓ Essai à l'eau pour les faibles diamètres pendant 30 minutes ainsi que les joints ; la pression est augmentée jus qu'à 3 bars.
- ✓ Essai à la fumée : en cas d'absence de vent et conduite non humide.
- ✓ Et essai à l'air sous pression : variation de pression inferieure à 0.5 bars.

Chapitre -6- Pose des canalisations



6.6. Conclusion

La pose des conduites est une étape essentielle pour un projet d'alimentation en eau potable. Par conséquent il est fortement obligatoire que les normes et les conditions de pose soient respectées et que de grandes précautions et de soins y soient prêtés.



Chapitre-7- : Organisation de chantier

7.1. Introduction

Organiser un chantier est une étape préalable et indispensable pour la réalisation du projet .Il consiste à coordonner les différents intervenants sur le projet et à établir un planning de réalisation de ce dernier dans le but de respecter le délai.

7.2.Étapes de la réalisation du projet

- ✓ Implantation des traces des tranchées sur le terrain.
- ✓ Excavation des tranchées.
- ✓ Pose des conduites.
- ✓ Épreuve de joint et de canalisation.
- ✓ Déblaiement et remblaiement des tranchées.
- ✓ Définir les engins utilisés lors de la réalisation du projet.
- ✓ Planification des travaux.

7.3. Implantation du tracé des tranchées sur le terrain

7.3.1. Matérialisation

L'axe de la tranchée sur le terrain est matérialisé avec des jalons placés en ligne quasi droite et espacés de 50 m. Ce travail s'effectue en mesurant sur le plan leurs distances par des repères fixés ou des bornes. La direction des axes et leurs extrémités sont ainsi bien déterminées.

7.3.2. Nivellement

Le nivellement est la mesure des différences d'altitudes entre deux ou plusieurs points situés sur une pente uniforme. Lorsque le terrain compte des obstacles nous procédons au nivellement par cheminement et par un simple calcul, nous déterminons la hauteur de chaque point ainsi la profondeur de tranchée en point.

7.4. Excavation des tranchées

Cette opération comprend en deux étapes :

- ✓ Enlèvement de la couche végétale si elle existe.
- ✓ Excavation.

7.4.1. Enlèvement de la couche végétale

Pour ce faire, nous optons pour un bulldozer ou un angledozer.

7.4.2. Excavation

Selon les caractéristiques du terrain ; l'excavation sera réalisée mécaniquement. La profondeur maximale de la tranchée à excavée doit atteindre 2 m.

La largeur de la tranchée doit être grande pour qu'un homme puisse travailler sans difficulté et elle augmente avec les diamètres des conduites à mettre en place. L'excavation des tranchées s'effectue par tronçon successive en commençant par les points hauts à cause de l'écoulement naturel des eaux d'infiltrations. Elle nécessite la détermination de plusieurs paramètres tels que :

- ✓ La profondeur de la tranchée : H_{tr}
- ✓ La largeur de la tranchée : b

7.4.2. 1. Profondeur de la tranchée

La profondeur de la tranchée est fonction du diamètre de la conduite et elle est donnée par la formule suivante :

$$H_{tr} = D + h + h_1 \dots\dots 7.1.$$

Ou H_{tr} : Profondeur de la tranchée (m).

D : Diamètre de la conduite (m).

h : Hauteur(m) de la génératrice supérieure de la conduite à la surface du sol à choix selon la situation climatique de la zone de pose de la conduite.

h_1 : Épaisseur du lit de pose (m) (valeurs : voir **chapitre pose des conduites**)

NB : Dans le but de faciliter la réalisation de la tranchée, nous avons choisi une profondeur égale à 2 m sur l'ensemble du tracé.

7.4.2. 2.Largueur de la tranchée

La tranchée étant supposée trapézoïdale, sa petite base b sera calculée en fonction du diamètre de la conduite et nous laisserons 30 cm d'espace de chaque côté de la conduite.

$$b = D + 0.6 \text{ m} \dots 7.2.$$

Ou D : diamètre de la conduite (m) et la grande base sera $B = b + 1.4 \text{ m}$.

7.5. Détermination du volume d'excavation

La tranchée de longueur L_{tr} étant trapézoïdale, le volume est donné par la formule suivante :

$$V = \frac{(B + b)H_{tr}L_{tr}}{2} \dots 7.3.$$

Tab. 7.1 : Le résultat des calculs

Diamètre de la conduite (mm)	Longueur de la tranchée (m)	Grande base de la tranchée B(m)	Petite base de la tranchée b(m)	Hauteur de la tranchée H(m)	Surface de la transversale de la tranchée S (m ²)	Volume du déblai (m ³)
350	114	3.43	0.95	2.03	4.45	506.81
170	414.6	2.17	0.77	2.02	2.97	1231.11
100	1426.5	2.1	0.7	2.03	2.84	4054.11
150	406	2.15	0.75	2.04	2.96	1200.95
200	228	2.2	0.8	2.01	3.02	687.42
Volume total du déblai (m³)						7680.40

7.6. Détermination des caractéristiques de la pelle adéquate a notre projet

La pelle est principalement caractérisée par la capacité de son godet et de son rendement.

7.6. 1.Capacité du godet adéquat

Les godets sont classés en fonction du volume du terrassement. Cette classification est donnée par le tableau suivant :

Tab. 7.2 : Caractéristique du godet

Volume du terrassement par pelle (m ³)	≤ 10000	≥ 10000	> 20000	> 100000
Capacité du godet (m ³)	0.25-0.35	0.5-0.65	1-1.25	1.5

Source : mémoire de fin d'études M^r ABDERAHIM Sakine Abderahim

Dans notre cas nous avons un volume inférieur à 10000m³. Par conséquent nous choisirons comme capacité du godet 0.35 m³.

7.6. 2.Rendement de l'exploitation de la pelle

Le rendement d'une pelle est exprimé par la formule suivante :

$$R_p = \frac{3600 * q * K_r * K_t}{T_c * K_f} \dots\dots 7..5.$$

Ou q : Capacité du godet (m³)

K_r : Coefficient de remplissage du godet compris entre 0.8-0.9 ; Pour notre cas $K_r = 0.8$.

K_t : Coefficient d'utilisation du temps dépendant de la nature du sol et de l'habilité du conducteur et compris entre 0.7-0.8 ; prenons $K_t = 0.8$

K_f : Coefficient foisonnement du sol considéré égal a 1.2 dans notre cas.

T_c : Durée d'un cycle de remplissage du godet $T_c = (15 - 30) s$; prenons la égale à 20 s.

Faisant l'application numérique de cette formule, nous trouvons

$$R_p = 33.6 \text{ m}^3/h$$

Pour une journée de 8 heures de travail, le rendement journalier est 268.80 m³/jour.

7.6.3. Durée de l'excavation

Elle est donnée par la formule : $T = \frac{V}{R_p} \dots\dots 7.6.$

Ou V : Volume de terre à excaver.

R_p : Rendement du godet.

Après les calculs, nous trouvons $T = 29 \text{ jours}$.

7.7. Aménagement du lit de pose des conduites

Avant la pose des conduites, nous procédons aux opérations suivantes :

- ✓ Éliminer les grosses pierres des déblais placés sur les cotes de la tranchée de manière à éviter leurs chutes accidentelles sur la canalisation une fois posée.
- ✓ Nivelier soigneusement le fond de la fouille pour que la pression soit constante entre les points de changement de pentes prévues.
- ✓ Établir en suite le niveau du fond de la tranchée en confectionnant un lit de pose bien damé avec la terre meuble et du sable ; ce lit de sable est à une épaisseur d'environ 20 cm (pour notre cas nous avons pris 15 cm).

7.8. Pose des conduites

Avant la descente des conduites dans la fouille, nous procédons à un triage des conduites de façon à écarter celles qui ont subie des chocs ; les conduites choisies sont descendues lentement au moins d'un engin de levage, dans le fond de la fouille. Au cours de la pose, nous vérifions régulièrement l'alignement des tuyaux pour opérer correctement.

7.9.Épreuve de joint et de la canalisation

Pour plus de sécurité, l'essai de pression des conduites et des joints se fait avant le remblaiement, Il s'effectue à l'aide d'une pompe d'essai qui consiste au remplissage en eau

de la conduite sous une pression de 1.5 fois la pression de service à laquelle sera soumise la conduite en cours de fonctionnement. Cette épreuve doit durer 30 minutes environ où la variation ne doit pas excéder 0.2 bar.

7.10. Remblaiement de la tranchée

Une fois les épreuves réussies, la mise en place du remblai bien tassé doit être effectuée manuellement en utilisant la terre déblayée (tout élément indésirable étant exclu).

7.11. Engins utilisés

7.11. 1. Pelle

L'engin utilisé pour notre travail est la pelle dont la capacité du godet est de 0.35m^3 et un rendement journalier pour 8 heures de travail de $268.80\text{ m}^3/\text{jour}$.

7.11. 1. 1. Pelle équipée en rétro

Les applications de la pelle en rétro sont :

- ✓ Creuser en dessous de la surface d'appui à son niveau.
- ✓ Excaver dans la direction de la machine.
- ✓ Creuser avec grande précision et rapidité des tranchées à talus verticaux.

7.11. 1. 2. Pelle équipée en butée

Les caractéristiques de la pelle en butée sont :

- ✓ Excavation en hauteur au dessus de l'assise de la machine.
- ✓ Ramassage des matériaux.

Connaissant la nature des travaux à faire et comparant le champ d'application ainsi que les caractéristiques de chacune de deux types de pelle, nous optons pour une pelle équipée en rétro à roue pneumatique pour atteindre un rendement optimal.

Chapitre-7- Organisation de chantier



Fig. 7.1 : Pelle mécanique à chenilles

7.11. 2. Appareil topographique : Le niveleur

Il est utilisé lors de l'implantation des axes de nos conduites.

7.11. 3. Niveleuses

La niveleuse en plus de son travail de terrassement et de finition, ses emplois sont multiples :

- ✓ Débroussaillage en terrain léger ne comportant pas des gros arbustes ou de grosses pierres.
- ✓ Décapage des terrains végétaux sur une faible épaisseur.

Lors du creusement ou Curage des fossés en inclinant la lame sur le coté, les terres extraites par la lame remontent le long de celle-ci et viennent se déposer en cavalier sur le bord du fossé.



Fig.7.2: Niveleuse automotrice

7.12. Planification des travaux

Les principales opérations à exécuter pour la poser des conduites du réservoir au point le plus défavorable en empruntant le cheminement le plus long du réseau sont :

- ✓ A : Décapage de la couche de terre végétale.
- ✓ B : Piquetage
- ✓ C : Exécution des tranchées.
- ✓ D : Aménagement du lit de pose.
- ✓ E : La mise en place des canalisations en tranchée.
- ✓ F : Assemblage des tuyaux.
- ✓ G : Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et joints.
- ✓ H : Remblai des tranchées.
- ✓ J : travaux de finition.

Établir le planning d'un projet consiste à organiser et à coordonner l'ensemble des travaux constitutifs du projet dans le but d'exécuter le projet dans un délai qui découlera du résultat de la planification. En général les projets qui sont planifiés en utilisant les méthodes de planification sont des projets où au moins deux tâches peuvent s'exécuter simultanément. Or les tâches énumérées ci-dessus se suivent et aucune ne peut se réaliser en même temps que l'autre. Par exemple la tâche F ne sera jamais réalisée tant que la tâche D n'est effectuée. Autrement dit il est inutile de planifier ce projet par ce qu'il est de toute logique déjà organisé et la durée de réalisation du projet sera la somme des durées d'exécution de chacune des tâches constitutives.



Chapitre-7- Organisation de chantier

7.13. Conclusion

La conception d'un réseau de distribution et sa réalisation constituent les revers d'un même objectif : Assurer l'approvisionnement en eau tant sur l'aspect quantitatif que sur l'aspect qualitatif. Par conséquent de grands soins et de considérations doivent être accordés à la réalisation du projet.



Chapitre-8- : Protection et Sécurité de travail

8.1. Introduction

Les différents intervenants sur le terrain lors de la réalisation d'un projet doivent être protégés contre les incidents des travaux. Ces accidents et ses conséquences pèsent lourd sur le plan humain, le plan financier et le plan de la production. Par conséquent des mesures drastiques doivent être prises et appliquées pour diminuer la fréquence et la gravité des incidents de travail. Néanmoins les mesures préventives et leurs applications strictes ne suffisent pas à elles seules, il faut inculquer un esprit de sécurité au personnel qui leur permettra de prévoir et d'agir de façon pleinement efficace.

8.2. Causes des incidents de travail

L'incident de travail n'est nullement le fait du hasard ou de la fatalité .Les investigations effectuées après les accidents font toujours apparaitre une multitude de causes s'ajoutant les unes aux autres pour provoquer et aggraver l'incident. Ces causes sont la somme de différents éléments ou facteurs classés en deux catégories distinctes : Facteurs humains et Facteurs matériels.

8.2. 1. Facteurs humains

Les facteurs humains sont la cause essentielle des incidents de travail .Ils sont dus en général aux comportements organisationnels du personnel du travail depuis le chef de l'entreprise jusqu'au manoeuvre du chantier .La liste de ces causes sont longues néanmoins nous pouvons en retenir l'essentiel :

- ✓ Le manque de communication entre le personnel de travail.
- ✓ L'absence ou le manque du suivi d'application stricte des mesures de préventions.
- ✓ Le manque de contrôle ou de négligence.
- ✓ La fatigue des travailleurs.
- ✓ L'utilisation des personnes mal ou non qualifiées pour une tache spécifique. Les erreurs de jugement ou de raisonnement.
- ✓ Les erreurs de jugement ou de raisonnement. [28]



8.2.2. Facteurs matériels

Les facteurs matériels concernent les conditions dangereuses susceptibles d'évoluer au cours du travail. Les causes d'incidents d'origine matérielle proviennent :

- ✓ De la profession en général et du poste de travail en particulier.
 - ✓ De la nature et de la forme des matériaux mis en œuvre.
 - ✓ Des outils et des machines utilisés : implantation, entretien ...
 - ✓ De l'exécution du travail : difficulté particulière.
 - ✓ Du lieu de travail : éclairage, conditions climatiques ...
 - ✓ Des conditions d'hygiène et de sécurité : protection, ventilation ...
- [29]

NB : Notons que par opposition aux conditions dangereuses techniquement et pratiquement décelables, les actions dangereuses dans le travail sont imputables aux facteurs humains et nécessitent parfois l'intervention des psychologues avisés.

8.3. Liste des conditions dangereuses

- ✓ Les installations non protégées.
- ✓ Les installations mal protégées.
- ✓ Les outillages, engins et machines en mauvais état.
- ✓ La protection individuelle inexistante.
- ✓ Le défaut dans la conception et dans la construction.
- ✓ Les matières défectueuses.
- ✓ Le stockage irrationnel.
- ✓ La mauvaise disposition des lieux.
- ✓ Les éclairages défectueux.
- ✓ Les facteurs d'ambiance impropres.

- ✓ Conditions climatiques défavorables. [30]

8.4. Liste des actions dangereuses

- ✓ Intervenir sans précaution sur des machines en mouvement.
- ✓ Intervenir sans précaution sur des installations sous pression, sous tension.
- ✓ Agir sans prévenir ou sans autorisation.
- ✓ Neutraliser les dispositifs de sécurités.
- ✓ Ne pas utiliser l'équipement de protection individuelle.
- ✓ Mauvaise utilisation d'un outillage ou engin.
- ✓ Importance durant les opérations de stockage.
- ✓ Adopter une position peu sûre.
- ✓ Travailler dans une altitude inappropriée.
- ✓ Suivre un rythme de travail inadapté.
- ✓ Plaisanter ou se quereller. [31]

8.5. Prévention des incidents de travail

La prévention est l'ensemble des mesures prises en fonction du travail pour éviter les incidents de travail tant sur le plan humain que sur le plan financier et sur le plan production.

8.5.1. Organisation de la prévention

L'organisation de la prévention se présente à travers les activités professionnelles du pays comme une immense chaîne de solidarité, composée de multiples maillons, correspondant chacun aux différents services ou services intéressés.

8.5.2. Prévention collective

Les mesures de la prévention collective sont la suite logique des études de sécurité. Elles peuvent être classées en deux catégories :

- ✓ Respect de la réglementation : la législation, les contrôles techniques ...
- ✓ Moyens techniques : la protection des éléments de machines et des mécanismes en mouvement... [32]

8.5.3. Prévention individuelle

Il s'agit d'une observation individuelle et stricte de toutes précautions et des mesures de protection relative au travail concerné (casque, gants, chaussures, lunettes, etc.).

8.6. Conclusion

La lutte contre les incidents de travail est essentiellement une œuvre de solidarité humaine impliquant tous ceux qui, du manœuvre au chef de l'entreprise d'entreprise, participent à la production.



Conclusion générale



Conclusion

Générale

Le problème d'approvisionnement en eau potable de la cité d'El ghirene se résume à une rénovation complète du réseau de distribution. Cette rénovation consiste à :

- ✓ La projection d'un nouveau réseau de distribution d'eau potable tout en retenant des conduites de l'ancien réseau qui sont en bon état (qui n'ont pas été l'objet d'aucune fuite, d'aucun sabotage ou d'aucune rupture.) et en supprimant l'alimentation du réseau par piquage direct.)
- ✓ La projection de nouveaux réservoirs jumelés de capacité totale de 3000m³.
- ✓ L'extension du réseau de distribution suivant les perspectives de PDAU de la commune de Hamma Bouziane.
- ✓ La disposition des données suffisantes sont nécessaires pour approfondir certaines parties de ce projet notamment celles des pompes des forages et les plans des adductions, les informations suffisantes sur le point de piquage et le plan figurant le tracé de la conduite sur laquelle le piquage est effectué et les données géotechniques des sites potentiels des réservoirs afin de choisir le site adéquat pour les nouveaux réservoirs jumelés.
- ✓ Les ramifications du réseau seront nécessaires pour alimenter l'intérieur de certaines zones.

Recommandations

Le choix convenable et la conception adéquate d'un réseau de distribution ne constituent pas le seul point privilégié à tenir en compte pour la distribution de l'eau mais aussi la bonne gestion et l'entretien strict et régulier du réseau de distribution s'imposent comme les points primordiaux pour la pérennité du réseau et pour la préservation de la qualité de l'eau depuis son injection dans le réseau jus qu'au robinet de l'utilisateur.

Il est fortement souhaitable que les producteurs d'eau potable (responsables des usines de traitement) et les gestionnaires du réseau de distribution d'eau potable se coordonnent et opèrent dans le souci d'assurer aux habitants de la cité d'El ghirene de l'eau potable depuis l'usine de production jus qu'au robinet de l'utilisateur.



Bibliographies



- [1]: G.C.I-20552 : Hydraulique urbain par Jean-Loup ROBERT, Ph. D. Ing., Université de Laval (Québec : Canada) page 1.
- [2] : G.C.I-20552 : Hydraulique urbain par Jean-Loup ROBERT, Ph. D. Ing., Université de Laval (Québec : Canada) page 19.
- [3] : G.C.I-20552 : Hydraulique urbain par Jean-Loup ROBERT, Ph. D. Ing., Université de Laval (Québec : Canada) pages 18 et 19.
- [4] : G.C.I-20552 : Hydraulique urbain par Jean-Loup ROBERT, Ph. D. Ing., Université de Laval (Québec : Canada) page 12.
- [5] : G.C.I-20552 : Hydraulique urbain par Jean-Loup ROBERT, Ph. D. Ing., Université de Laval (Québec : Canada) page 12.
- [6] : G.C.I-20552 : Hydraulique urbain par Jean-Loup ROBERT, Ph. D. Ing., Université de Laval (Québec : Canada) page 28.
- [7] : G.C.I-20552 : Hydraulique urbain par Jean-Loup ROBERT, Ph. D. Ing., Université de Laval (Québec : Canada) page 28.
- [8] : Détection des fuites dans les conduites de distribution d'eau par M^r Osama HUNAIDI, Ph. D. Ing., page 1.
- [9] : Détection des fuites dans les conduites de distribution d'eau par M^r Osama HUNAIDI, Ph. D. Ing., pages 2, 3, et 4.
- [10] : Cours de M^r Salah BOUALEM, Docteur en Hydraulique spécialisé dans les phénomènes de coup de bélier en hydraulique, École Nationale de l'Hydraulique (E.N.S.H), Blida/Algérie.
- [11] : Cours de M^r Salah BOUALEM, Docteur en Hydraulique spécialisé dans les phénomènes de coup de bélier en hydraulique, École Nationale de l'Hydraulique (E.N.S.H), Blida/Algérie.
- [12] : Cours de M^r Salah BOUALEM, Docteur en Hydraulique spécialisé dans les phénomènes de coup de bélier en hydraulique, École Nationale de l'Hydraulique (E.N.S.H), Blida/Algérie.
- [13] : Rendement des réseaux d'eau potable : Définition des termes utilisés par SAGE GIRONDE, page 6.

Bibliographies



[14] :Directive001 : Captage et Distribution de l'eau par le Ministère de l'Environnement du Québec, page 43.

[15] : Cours de M^r Salah BOUALEM, Docteur en Hydraulique spécialisé dans les phénomènes de coup de bélier en hydraulique, École Nationale de l'Hydraulique (E.N.S.H), Blida/Algérie.

[16] : G.C.I-20552 : Hydraulique urbain par Jean-Loup ROBERT, Ph. D. Ing., Université de Laval (Québec : Canada), page 88.

[17] : Manuel de l'utilisateur de l'Epanet par Lewis A.ROSSMAN : Water Supply Resources Division National Risk Management Research Laboratory U.S Environmental protection Agency Cincinnati, OH45268, page 13.

[18] : G.C.I-20552 : Hydraulique urbain par Jean-Loup ROBERT, Ph. D. Ing., Université de Laval (Québec : Canada), page 79.

[19] : Notes de Calcul : Alimentation en eau potable par Mr Mounir BOUSLIMI, Docteur Ing., École E.S.I.E.R, Tunisie, page 83.

[20] : Directive001 : Captage et Distribution de l'eau par le Ministère de l'Environnement du Québec, page 31.

[21] : Notes de Calcul : Alimentation en eau potable par Mr Mounir BOUSLIMI, Docteur Ing., École E.S.I.E.R, Tunisie, page 87.

[22] : Notes de Calcul : Alimentation en eau potable par Mr Mounir BOUSLIMI, Docteur Ing., École E.S.I.E.R, Tunisie, page 92.

[23] : Directive001 : Captage et Distribution de l'eau par le Ministère de l'Environnement du Québec, page 32.

[24] : Directive001 : Captage et Distribution de l'eau par le Ministère de l'Environnement du Québec, page 32.

[25] : Adduction et Distribution d'eau par Hugues GODART, Ing. Civil des Mines et Ing. Chef a la Générale-Des-Eaux,page 17.

[26] : Hydraulique Urbain Tome 2 par Dupont, page 59.

[27] : Hydraulique Urbain Tome 2 par Dupont, page 59.

[28] : Hydraulique Urbain Tome 2 par Dupont, page 60.



Bibliographies

[29] : Recommandations Méthodologiques par V. Ambartsoumian, page 15.

[30] : Recommandations Méthodologiques par V. Ambartsoumian, page 15.

[31] : Recommandations Méthodologiques par V. Ambartsoumian, page 16.

[32] : Cours de M^r M.S.BENHAFID, École Nationale Supérieure de l'Hydraulique(E.N.S.H),Blida/Algérie.