

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

ordre : N° d
N° de série :

Faculté des Sciences et Technologies

Département des Sciences et Technologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : *Sciences et Technologies*

Filière : *Hydraulique*

Spécialité : *Hydraulique Urbain*

Par: *KHIRDJA Youcef*

HOUTIA Ahmed

Thème

*Diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable de la commune
Mansourah nouvelle (Wilaya de GHARDAÏA).*

Soutenu publiquement le : 21/05/2017

Devant le jury :

Mr.CHEBIHI lakhdar	MAB	Univ. Ghardaïa	Président
Mr.BOUTELLI Mohamed Hichem	MAA	Univ. Ghardaïa	Examineur
Mme.AZZOUZ Fatima zohra	MAB	Univ. Ghardaïa	Examineur
Mr. NESSIL. hamid	MAB	Univ. Ghardaïa	Encadreur

Année universitaire 2016/2017

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

*Je tiens à remercier en premier le bon dieu miséricordieux qui nous
donne la force d'achever ce travail.*

*Notre Encadreur : Mr **NESSIL HAMID** pour ces directives attentives, ces
conseils qui ont grandement facilités ce travail.*

A tous les membres de jury qui nous ferons l'honneur de juger notre travail.

Tous nos enseignants du Département d'Hydraulique particulièrement.

A MES famille ; et tous les amis pour leurs support et leurs soutien moral.

***KHIRDJA YUCEF
HOUTIA AHMED***

Dédicaces

*Merci au bon dieu, qui m'a permis de faire ce
modeste travail.*

Je dédie ce travail :

A mes chers parents ; mes chers frères;

Mes chers sœurs ; et ma famille.

A mes amis et collègues

*KHIRDJA YUCEF
HOUTIA AHMED*

SOMMAIRE

Remerciement	i
Dédicace	ii
Table des matières	iii
Liste des tableaux	vi
Liste des figures	vii
List des Abréviation	viii

Introduction générale

Introduction générale	01
------------------------------------	----

CHAPITRE I: Présentation des Réseaux d’Alimentation en Eau Potable

I.1. Introduction	02
I.2. Système de distribution	02
I.2.1. Captage des eaux	03
I.2.2. Station de traitement:	04
I.2.3. Les conduites d’adduction.....	05
I.2.3.1. Les type des adductions	05
I.2.3.2. Choix de matériaux	06
I.2.4. Pompage.....	06
I.2.5. Réservoir de stockage.....	06
I.2.5.1. Fonction générale des réservoirs.....	07
I.2.5.2. Emplacement des réservoirs.....	07
I.2.5.3. choix du type de réservoir.....	08
I.2.5.4. Altitude des réservoirs.....	08
I.2.5.4. Volume de réservoir.....	08
I.2.6. Les réseaux de distribution.....	09
I.2.6.1. Choix du type de réseau de distribution	09
I.3. Gestion des réseaux	11
I.3.1. définition.....	11
I.3.2. Rôle de la gestion des réseaux.....	12
I.3.3. Gestion informatisée des réseau.....	12
I.4. Qualité de l’eau de consommation	13
I.4.1. Potabilités des eaux	13
I.4.2. Les limites de qualité.....	13
I.4.2. 1. Les paramètres Microbiologiques.....	13
I.4.2.2. Les paramètres Physiquo-Chimique.....	14
I.5. Conclusion	15

CHAPITRE II : Modélisation du Réseau d’Alimentation en Eau Potable

II.1. Introduction	16
II.2 La simulation des réseaux de distribution	16
II.2.1 Application des modèles des réseaux d'alimentation en eau potable.....	17
II.2.2. Le processus de la modélisation.....	20

II.3. Le logiciel EPANET	22
II.3.1 Capacités pour la Modélisation Hydraulique.....	22
II.4. Choix du modèle	23
II.5 La modélisation du réseau sur EPANET	24
II.5.1 Les Étapes de l'Utilisation d'EPANET.....	24
II.5.2 Composants physiques.....	24
II.5.2.1. Nœuds de demande.....	25
II.5.2.2. Bâches infinies.....	25
II.5.2.3. Réservoirs.....	25
II.5.2.4. Émetteurs.....	26
II.5.2.5. Les conduites.....	26
II.5.2.6 Pompes.....	27
II.5.2.7 Vannes.....	27
II.5.3 Composants non-physiques.....	29
II.5.3.1 Courbes.....	29
II.5.3.1.1 Courbe de volume (d'un réservoir)	29
II.5.3.1.2. Courbe de perte de charge (d'une vanne d'usage général)	29
II.5.3.1.3. Courbes de modulation.....	29
II.5.3.2 Commandes.....	30
II.5.3.2.1. Commandes simples.....	30
II.5.3.2.2. Commandes élaborées.....	30
II.5.3.3 Le modèle de simulation hydraulique.....	30
II.6. Conclusion	31

CHAPITRE III : Présentation de la zone d'étude

III.1. Introduction	32
III.2. Situation Administrative et Géographique	32
III.2.1. Situation Géographique.....	32
III.2.2. Situation géographique dans la région d'étude.....	33
III.3 Situation Climatologique	34
III.3.1. Caractéristiques climatiques.....	34
III-3.1.1. Les précipitations.....	34
III-3.1.2. Les Températures.....	36
III-3.1.3. Détermination de l'aridité (indice d'ARIDITE).....	37
III-3.1.4 Humidité relative de l'air	38
III-3.1.5 Vitesse du vent	39
III-4 Hydrologie de la zone d'étude	40
III-5 Hydrogéologie de la zone d'étude	40
III.6. Conclusion	41

Chapitre IV. Etude des besoins en eau	
IV.1 Introduction	42
IV.2 Etude démographique	42
IV.3 Estimation de la population future	43
IV.4 Estimation des besoins en eau	44
IV.4.1 Choix de dotation.....	45
IV.4.2 Demande en eau	45
IV.4.3 Evaluation des besoins en eau	45
IV.4.3.1 Besoins domestiques	45
IV.4.3.2 Besoins des équipements	46
IV.5 Etude Des Variations Des Besoins	49
IV.5.1 Débit Moyen Journalier	50
IV.5.2 Débit Maximal Journalier	50
IV.5.3 Débit Horaire	50
IV.5.4 Débit De Pointe	50
IV.6. Conclusion	54
Chapitre V Diagnostic Et Recommandation	
V.1 .Introduction	55
V.2 .Mise en place du EPANET et analyse des données du réseau	55
V.2.1. Passage AutoCAD –EPANET.....	55
V.3. Diagnostique du système actuel du réseau d’AEP	58
V.3.1. Diagnostic de Forage.....	58
V.3.2. Diagnostic de Réservoir.....	58
V.3.3. Diagnostic du réseau de distribution.....	60
V.4. Recommandations	68
V.4.1. Recommandations concernant les forages.....	68
V.4..1. Recommandation concernant les réservoirs.....	68
V.4..2. Recommandations concernant le réseau de distribution.....	69
V.5. Interprétation des résultats de simulation pour 2031 et 2046	69
V.5.1.Choix du matériau des conduites.....	70
V.5.2.résultats de simulation pour 2031 et 2046.....	70
V.5.3.Discussion de Résultat de simulation.....	77
V.5.Conclusion	78
Conclusion générale	
Conclusion générale.....	79
Bibliographie.....	81
Annexe.....	83
Résumé.....	92

Liste des tableaux

Tableau I.1. Concentration de quelques valeurs guide fixées par l’OMS	14
Tableau I.2 .Classification de la qualité des eaux, selon l’ANRH.....	14
Tableau.III.01. Caractéristiques de station pluviométrique de région Ghardaïa.....	37
Tableau.III.02. Répartition mensuelle des pluies moyennes annuelles (période : 2006 -2015)...	37
Tableau IV.1 . Evaluation de la population pour différents horizons	44
Tableau IV.2: Evaluation des besoins domestiques suivant le taux d’accroissement	45
Tableau IV.3: Evaluation des Besoins scolaires.	46
Tableau IV.4: Evaluation des Besoins Sanitaires.	47
Tableau IV.5: Evaluation des Besoins sportifs.....	47
Tableau IV.6: Evaluation des Besoins Socioculturels.....	48
Tableau IV.7: Evaluation des Besoins Administratifs.....	48
Tableau IV.8: Evaluation des Besoins commerciaux.....	49
Tableau IV.9: récapitulatif des différents besoins d’équipements.	49
Tableau IV.10 Calcul des besoins suivant le Taux d'accroissement Nouvelle Ville Mansourah..	51
Tableau IV.11 Valeurs de bêta en fonction du nombre d’habitants.....	51
Tableau IV.12: Variation horaire de la consommation totale dans divers centres d’agglomérations	52
Tableau IV.13: Variation des débits horaires de la ville Mansourah nouvelle	53
Tableau V.1.: Caractéristiques de réservoir.....	58
Tableau V.2.caractéristiques des tronçons état actuel	61
Tableau V.3. Résultats aux tronçons de distribution.....	64
Tableau V..4 Résultats aux Nœuds état actuel.....	66
Tableau V.5..Résultats aux tronçons de distribution état moyen terme.....	71
Tableau V.6. Résultats aux Nœuds état moyen terme.....	72
Tableau V.7.Résultats aux tronçons de distribution état Long Terme.....	74
Tableau V.8.Résultats aux Nœuds Etat Long Terme.....	76

Liste des Figures

Figure I.1 : Schéma d'Alimentation en Eau Potable.....	03
Figure I.2: Réseau ramifié.....	10
Figure I.3: Réseau maillé	11
Figure II.1 : Interface d'un logiciel et schéma d'un modèle.....	17
Figure II.2 : Schéma du processus de la modélisation	21
Figure II.3 Composants Physiques d'un Système de Distribution d'Eau.....	24
Figure III.1 : Carte de découpage administratif de La wilaya de Ghardaïa.(DPAT)	32
Figure III.2 : Vue d'ensemble Mansourah nouvelle (photo satellite par Google earth)	34
Figure III.3. Répartition mensuelle des pluies moyennes annuelles, station de Ghardaïa (2006-2015)	35
Figure III.4.Répartition saisonnière des pluies moyennes annuelles.....	35
Figure III.05. Variations moyennes de températures (°C), station de Ghardaïa (2006-2015).....	36
Figure III.06.Diagramme d'Emberger de la station de Ghardaïa (2006-2015).....	38
Figure III. 07. Les variations de l'humidité relative de l'air (2006 -2015).	39
Figure III. 08.Valeurs moyennes de la vitesse du vent (m/s)	39
Figure IV.1 : Evaluation de la population pour différents horizons.....	44
Figure IV.2 Le graphique de consommation.....	53
Figure IV.3 La courbe intégrale de la consommation.....	54
Figure V.1. Passage AutoCAD –Epanet.....	55
Figure V.2. Le réseau d'AEP importé sous Epanet.....	56
Figure V.3 . Exemple de saisie des données des nœuds.....	56
Figure V.4 . Définition des options et lancement de simulations.....	57
Figure V.5 . Exemple de résultats de simulation.....	57
Figure V.6. Photo réservoir et de chambre de vannes	59
Figure V.8. Répartition des longueurs en fonction de la nature des conduites.....	63
Figure V.9. Photo conduite de distribution de la zone de Mansourah Nouvelle.....	63
Figure V.10. Réseau d'AEP long terme (Variante Adopte)	71

LISTE DES ABREVIATIONS

ADE : Algérienne des eaux.

AEP : Alimentation en eau potable.

AG : acier galvanisé

AMC : Amiante Ciment

ANRH : Agence Nationale Des Ressources Hydrauliques.

APC : Assemblé populaire communale.

AutoCAD : application logicielle pour la conception et la rédaction assistée par ordinateur

C° : Degré Celsius

CI : Le Continental Intercalaire

CT : Le Complexe Terminal

D.P.A.T : Direction de Planification et Aménagement de Territoir

DRE : Direction des Ressources en Eaux.

DXF : Format d'échange de dessin

EpaCAD : logiciel qui convertit un fichier AUTOCAD en EPANET

EPANET : logiciel développé pour la simulation du comportement des systèmes de distribution d'eau.

ϵ_s : Rugosité de la conduite

hab. : habitant

HMT : hauteur manométrique totale exprimé en m

ILP : Indice linéaire de perte.

ILR : Indice linéaire de réparation.

J : les pertes de charges

OMS : Organisation Mondiale de la Sante.

ONM : l'Office National Météorologique

ORGM : Office national de Recherche Géologique et Minière

PVC : Polychlorure de vinyle

Q : Le débit

Q_{max} : Le débit maximal

Q_{moy} : Le débit moyen

Q_{pt} : Le débit de point

Q_r : Le débit de route

Q_{sp} : Le débit spécifique

R.N : Rue National

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction générale:

L'eau constitue l'élément prépondérant dans tout processus vivant, elle est le catalyseur inévitable dans toute opération entre êtres vivants ou végétaux.

L'exploitation d'un réseau d'eau potable tient compte de beaucoup de paramètres différents, de la production de l'eau potable à la distribution aux consommateurs, en passant par le stockage dans les réservoirs. En parallèle, le gestionnaire du réseau doit répondre à des contraintes de mission de service public, en assurant notamment l'Alimentation en eau potable à tous les abonnés et à tout moment.

Par ailleurs, les évolutions de la population ont fortement modifié la structure initiale des réseaux, et en ont fortement compliqué le fonctionnement. Pour améliorer la qualité de service rendu aux abonnés, rassembler sur un même support informatique l'ensemble des informations liées à la localisation géographique du réseau d'eau devient nécessaire voire obligatoire.

C'est dans ce sens que s'inscrit notre travail ayant comme objectif à l'étude et le diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable de la localité **Mansourah nouvelle** avec le logiciel Epanet.

Ce modèle permet de prendre en compte toutes les contraintes de fonctionnement, pour ensuite proposer des solutions visant à améliorer son fonctionnement.

Pour cela notre travail s'articule sur les points suivants :

- Le premier chapitre donne un aperçu général sur les systèmes d'alimentation en eau potable.
- Dans le deuxième chapitre détaille la modélisation du réseau sous EPANET avec la démarche théorique.
- Le troisième chapitre nous allons présenter la zone d'étude en détaille.
- Le quatrième chapitre calcule les besoin en eau pour les défèrent variant.
- Le dernier chapitre présent les différentes applications ainsi que les traitements qui peuvent être effectués sur EPANET, et nous allons faire un diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable et éventuellement proposer des solutions à même de répondre aux exigences des temps modernes.

Et enfin une conclusion générale qui met l'accent sur la différent entre les résultats.

CHAPITRE I

Présentation des Réseaux d'Alimentation en Eau Potable

1.1. Introduction

Ouvrir un robinet d'eau potable à domicile est aujourd'hui un geste simple, aussi bien en zone rurale qu'en agglomération.

La disponibilité de cet élément vital demande la mise en œuvre de moyens techniques et humains considérables. C'est le rôle des services de distribution d'eau potable.

En matière d'eau potable, la mission essentielle de la collectivité est de garantir une desserte satisfaisante de tous les usagers, avec les quatre objectifs suivants :

- **Qualité** : La qualité de l'eau ne doit pas nuire à la santé du consommateur. Elle doit être conforme à la réglementation sanitaire.
- **Quantité** : L'utilisateur doit disposer d'une quantité d'eau suffisante pour couvrir ses besoins, dans un souci permanent de maîtrise de la consommation et de lutte contre le gaspillage.
- **Continuité du service** : Le service de distribution doit être assuré 24 heures sur 24 avec le minimum d'interruptions.
- **Pression** : La pression, ni trop forte, ni trop faible, doit garantir un confort d'utilisation à l'utilisateur. [1]

1.2. Système de distribution

Le réseau de distribution de l'eau potable est une infrastructure important qui permet de distribuer l'eau en quantité suffisante pour satisfaire aux besoins actuels est à venir des usagers.[2]

Depuis son captage dans le milieu naturel jusqu'au robinet du consommateur, l'eau nécessite de nombreuses infrastructures pour son transport (figure I.1) :

- Les ouvrages de captage ;
- Les ouvrages de traitement ;
- Les stations de pompage ;
- Les réservoirs ;
- Les canalisations. [1]

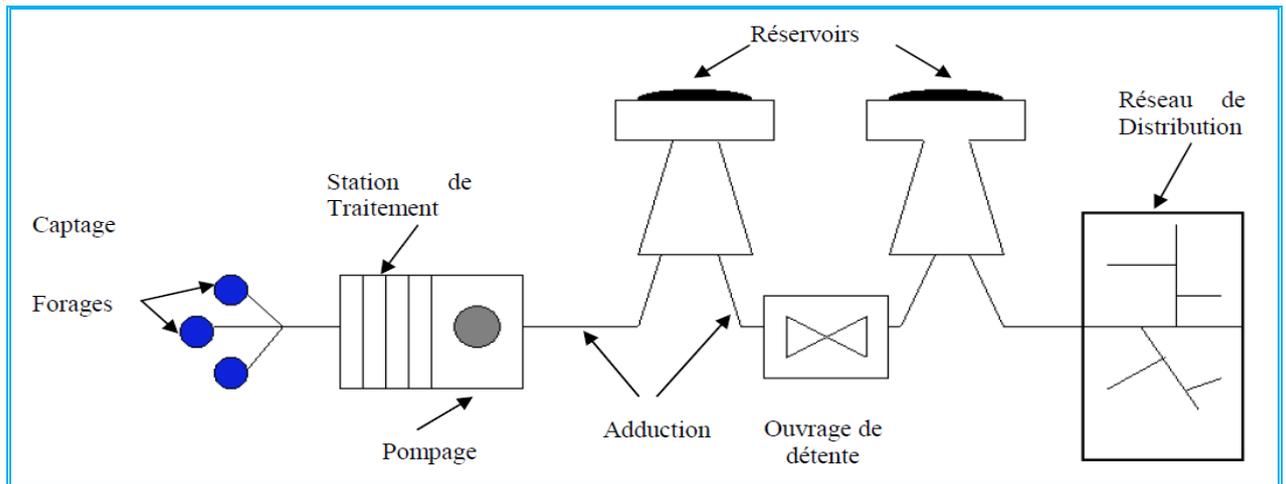


Figure I.1 : Schéma d'Alimentation en Eau Potable

1.2.1. Captage des eaux : On distingue

a) Captage des eaux de surface

L'eau destinée à être traitée puis distribuée dans les réseaux publics peut être prélevée par prise d'eau dans les rivières, dans des retenues d'eau, ou dans des lacs (Annexe 1) . [3]

Lorsque la source d'eau est une rivière, la prise d'eau ne doit qu'après avoir une connaissance du maximum d'information relative aux régimes d'écoulement des eaux et aux débits.

Une prise d'eau de surface représente une structure qui permet de capter (l'eau naturelle l'eau brute) du lac ou rivière dans laquelle on a émergée le dispositif de captage (pompe de captage). On doit :

- L'installer là où l' eau brute est de la meilleure qualité possible.
- Eviter de la placer en aval d'un émissaire d'égout, même si celui-ci déverse l'effluent d'une station d'épuration.

La prise d'eau peut être effectuée soit :

- Dans le fond du lit (Annexe 1), après dragage et remplissage avec de gros graviers autour de la crépine d'aspiration.

Sur la berge (Annexe 1), à une profondeur convenable, dans le but d'éviter d'une part, l'influence de la sédimentation du fond du lit, et d'autre part, la présence éventuelle d'hydrocarbures ou de mousses à la surface de l'eau.

Les débits des cours d'eau- y compris les débits de crue (débit maximum) et, surtout les débits d'étiage (débits minimaux) qui permettent d' évaluer si la quantité d' eau dont on dispose est suffisante, il faut en outre connaître les niveaux de l' eau correspondant aux divers débits d' un cours d' eau afin de déterminer à quel niveau installer la prise d'eau .[2]

b) Captage des eaux souterraines:

En l'absence d'eau de surface en quantité suffisante et de qualité acceptable, on doit tenter d'utiliser les eaux souterraines. Les eaux souterraines peuvent être prélevées par des puits ou des forages dans des nappes d'eau souterraine. Ces eaux sont captées soit :

- A leur source (Annexe 2)
- Au cœur de la nappe (Annexe 2)
- Dans le gisement pour les eaux circulant en terrains fissurés.

Parfois, on sera amené à capter les eaux circulant à grande profondeur. Les procédés de captage varient selon la configuration du site.

Une aquifère est une couche de terrain perméable qui contient un volume d' eau. L'exploitation des eaux souterraines dépend principalement du type de nappe. [3]

1.2.2. Station de traitement

Selon la qualité de la source d'approvisionnement en eau, on peut devoir soumettre l'eau à un traitement plus ou moins élaboré. Par exemple, dans le cas d'un eau souterraine de bonne qualité, une désinfection seule peut produire un eau de consommation qui satisfait aux normes en vigueur en revanche, une eau de lac ou rivière exige habituellement un traitement plus complet : coagulation-floculation, décantation, filtration et désinfection, par exemple . [2]

a) Le prétraitement

Il consiste à faire un dégrillage et un dessablage afin d'éliminer les particules de grosse taille, le sable...

Ensuite l'eau passe dans un bassin de sédimentation afin que les particules supérieures à 1 micron de diamètre se décantent naturellement. [4]

b) Le traitement de clarification

Il consiste à agréger sous forme de floccs, les matières en suspension organiques et minérales et les substances colloïdales. Ces matières indésirables s'étant agglomérées, elles se décantent au fond du bassin de décantation où elles sont régulièrement extraites. Par contre, l'eau surnageant est filtrée soit sur sable (afin d'éliminer les fines particules en suspension qui restent), soit sur charbon actif (afin d'éliminer en plus les couleurs et odeurs dues à la matière organique). Nous noterons qu'il existe d'autres procédés de décantation tels que la flottation. [4]

c) Le traitement bactéricide et virulicide

Cette étape est aussi appelée affinage car c'est la phase d'inactivation et éventuellement de destruction des bactéries et des virus grâce à l'action d'oxydants variés. Les oxydants les plus utilisés sont le chlore, l'Ozone, les rayons U.V.

Afin d'éliminer les maladies et assurer la satisfaction de l'utilisateur, le traitement de clarification doit nous fournir un eau inodore, insipide, incolore, et présenter toutes les garanties sur le plan physico-chimique et microbiologique. [4]

1.2.3. Les conduites d'adduction

L'adduction d'eau regroupe les techniques permettant d'amener l'eau depuis sa source à travers un réseau de conduites vers les lieux de consommation.

1.2.3.1. Les type des adductions

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

a) Adduction gravitaire : L'écoulement de l'eau est causé par la différence des niveaux hydrauliques : l'altitude de la source est supérieure celle du point de consommation, et se déplace donc grâce à la force de gravité d'où son nom . [5]

b) Adduction par refoulement : Quand la source se trouve à un niveau bas par rapport au point d'arrivée, l'acheminement de l'eau d'un point à l'autre se fait à l'aide de pompes . [5]

c) Adduction mixte : C'est une adduction où la conduite par refoulement se transforme en conduite gravitaire ou l'inverse. Le relais entre les deux types de conduites est assuré par un réservoir appelé réservoir tampon . [5]

Le choix de la conduite d'adduction doit tenir compte de certains impératifs que l'on se forcera dans la mesure du possible de respecter

- Le tracé doit être le plus court possible ;
- Aux points hauts du tracé, peuvent se conformés des contentements d'air difficile à évacuer où des ventouses seront exigés ainsi apparait la nécessité d'éviter autant que possible les contres pentes ;
- Eviter les profils horizontaux, qui peuvent perturber le régime d'écoulement ;
- Il serait préférable de suivre les accotements des routes, pour faciliter les travaux ainsi que l'acheminement des matériaux. [5]

1.2.3.2. Choix de matériaux

Le choix porté sur les différentes conduites se fait en fonction de :

- Diamètre.
- Pression supportées.
- Les conditions d'installation.
- Le revêtement.
- La disponibilité.
- Du prix unitaire.
- Du type de sol.

Ne pas omettre d'intégrer le cout de transport qui reste un paramètre important.

1.2.4. Pompage

Dans un système de distribution d'eau potable, l'eau peut être pompée à plusieurs occasions : entre la ressource et le traitement, pour l'acheminer vers un réservoir ou pour desservir directement certains usagers. [1]

1.2.5. Réservoir de stockage

Les réservoirs constituent les organes régulateurs de pression et de débit entre le régime de production et le régime de consommation.

Ils permettent d'emmagasiner l'eau lorsque la consommation est inférieure à la production, et la restituent lorsque la consommation devient supérieure à la production.

En milieu rural ou pour des villes de petite importance, avec une installation correctement conçue, la capacité du ou des réservoirs oscille aux alentours du volume moyen journalier d'eau consommée.

Les réservoirs permettent, outre une régularité de fonctionnement des groupes de pompage, de profiter au maximum du tarif de nuit en énergie électrique.

Les réservoirs, à partir d'une certaine capacité, comportent deux compartiments pour les facilités du nettoyage (minimum une fois par an) et des réparations.

Dans le cas où une agglomération s'étend dans une direction donnée, un réservoir unique et de hauteur convenable peut devenir insuffisant pour assurer une pression correcte en tout point du réseau et à tout moment. [6]

1.2.5.1. Fonction générale des réservoirs

Un réseau de distribution est un système complexe dont l'exploitation ne peut fournir à la population tous les services qu'elle en attend que grâce à l'entreposage d'eau traitée dans des réservoirs, où on puise l'eau selon les besoins (variation de la consommation au cours de la journée et extinction des incendies) ou selon les problèmes d'exploitation (bris de conduite principale, entretien de la station de traitement, etc.) .[2]

Les principales fonctions assurées par les réservoirs sont les suivantes :

- Régulation des débits
- Sécurité d'approvisionnement
- Régulation de la pression
- Simplification de l'exploitation
- Réacteur participant au traitement
- Réduction des dépenses d'énergie. [7]

1.2.5.2. Emplacement des réservoirs:

Pour des multiples raisons, il y a tout intérêt, au strict point de vue de la distribution, à ce que le réservoir se situe en général au sommet géographique (permet une alimentation

gravier) et près que possible de l'agglomération à desservir. En fin plusieurs considérations interviennent dans le choix et notamment les questions foncières, l'aspect économique, les conditions topographiques et d'inscription dans le site.

L'altitude du réservoir, plus précisément, l'altitude de radier doit se situer à un niveau supérieur à la plus haute côte piézométrique à desservir. La topographie intervient dans le choix de l'implantations, de même que la géologie. Il ne faut pas oublier les extensions futures. [7]

1.2.5.3. choix du type de réservoir

Nous savons qu'il existe des réservoirs enterrés, semi enterrés ou semi élevés dit < châteaux d'eau > pour le choix sera bien entendu une question d'espèce pour chaque cas, ce pendant à chaque fois que cela sera possible, il sera préférable d'avoir recours au réservoir enterré, semi enterré ou au plus élévation au-dessus du sol avec radier largement enterré (voir annexe 3).[8]

1.2.5.4. Altitude des réservoirs

Un des principaux rôles du réservoir est de fournir, pendant l'heure de pointe, une pression au sol suffisante " H_{min} " en tout point du réseau de distribution (voir plus loin les valeurs de cette pression), en particulier au point le plus défavorable du réseau (le point le plus loin et/ou le plus élevé). L'altitude du réservoir d'eau (précisément la cote de son radier) doit être calculée donc pour que, dans toute l'agglomération à alimenter, la pression soit au moins égale a H_{min} . C'est la cote du radier du réservoir qui est prise en compte, ce qui correspondant au cas d'alimentation le plus défavorable (le réservoir est alors presque vide).

C'est le calcul du réseau de distribution, pendant l'heure de pointe, qui permet de déterminer Les différentes pertes de charge et d'en déduire la côte de radier du réservoir. La valeur de cette cote et la topographie des lieux détermineront le type de réservoir à adopter (Semi-enterré ou surélevé). On peut, si un relief est disponible, augmenter les diamètres des conduites de distribution pour diminuer les pertes de charge et éviter la surélévation du réservoir (solution à justifier par un calcul économique).[10]

1.2.5.5. Volume de réservoir

Différentes méthodes sont utilisées pour le calcul de la capacité utile des réservoirs.

✚ Calcul à partir des courbes d'alimentation et de distribution:

La capacité des réservoirs est déterminée à partir des courbes de variation, en fonction des heures de la journée la plus chargée, des débits d'alimentation des réservoirs (provenant de la station de pompage ou de la station de traitement) et des débits sortant des réservoirs (distribués ou, éventuellement, aspirés par une autre station de pompage).

✚ Calcul approximatif :

La capacité des réservoirs est toujours déterminée à partir des courbes de variation des débits d'alimentation des débits distribués, avec des simplifications concernant principalement, une approximation par paliers de la courbe de consommation.

Il faut choisir un régime de variation de l'alimentation des réservoirs.

✚ Calcul forfaitaire :

On prend, forfaitairement, une capacité des réservoirs égale à:

100% de la consommation journalière maximale de l'agglomération, dans le cas d'une commune rurale.

50% de la consommation journalière maximale de l'agglomération, dans le cas d'une commune urbaine.

25 % de la consommation journalière maximale de l'agglomération, dans le cas d'une grande ville. .[10]

1.2.6. Les réseaux de distribution:

A partir du ou des réservoirs, l'eau est distribuée dans un réseau de canalisations sur les quelles les branchements seront piqués en vue de l'alimentation des abonnés.

Les canalisations devront en conséquence présenter un diamètre suffisant, de façon à assurer le débit maximal avec une pression au sol compatible avec la hauteur des immeubles .[11]

1.2.6.1.Choix du type de réseau de distribution

On distingue plusieurs types de réseaux, à savoir : les réseaux ramifiés, maillés, étagés et les réseaux à alimentation distinctes. Leur classification se fait en se basant sur la topographie du terrain (terrain accidenté, différence d'altitude importante) et l'occupation du sol. Ces réseaux peuvent être alimentés à partir d'un ou plusieurs réservoirs. [12]

- **Réseau ramifié :**

On les appelle grâce à leur structure arborisante (figure I.7), sont fréquemment utilisés dans les petites agglomérations rurales.

Dans le réseau ramifié les conduites ne comportent aucune alimentation en retour, présente l'avantage d'être économique, mais il manque de sécurité et de souplesse en cas de rupture : un accident sur la conduite principale prive d'eau tous les abonnés d'aval.[11]

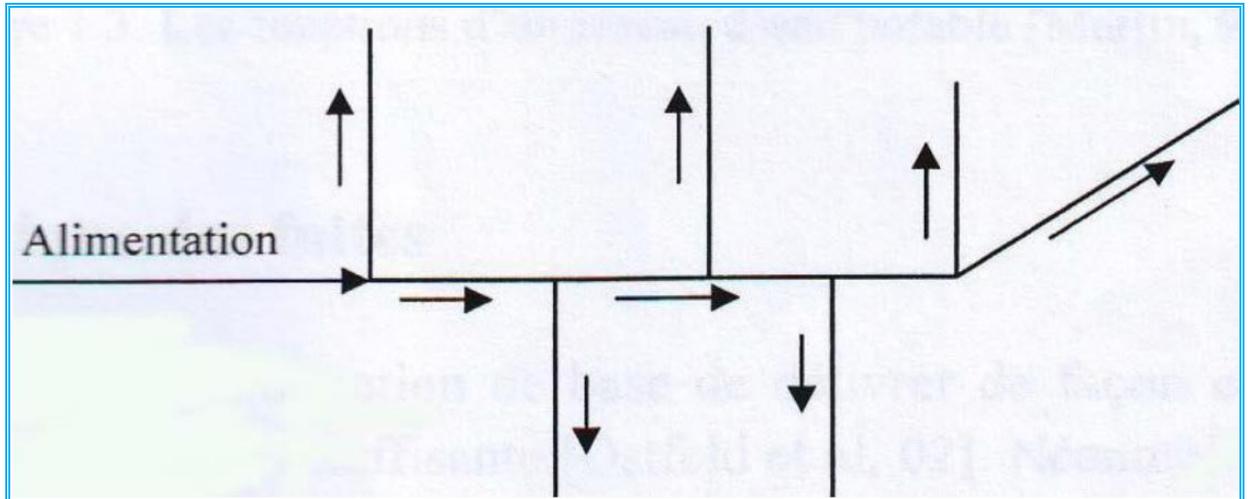


Figure I.2 : Réseau ramifié .[2].

- **Les réseaux maillés** :

Pour la distribution en eau des agglomérations de moyenne et de grande importance, ils présentent une solution plus adéquate grâce à leur sécurité et leur souplesse d'utilisation.

Ils sont utilisés en général dans les zones urbaines, et tend à se généraliser dans les agglomérations rurales sous forme associée aux réseaux ramifiés (limitation de nombres de mailles en conservant certaines ramifications).

Les réseaux maillés sont constitués principalement d'une série de canalisation (figure I.8)

disposée de telle manière qu'il soit possible de décrire des boucles fermées ou maillées .[11].

Le réseau maillé permet, au contraire de réseau ramifié, une alimentation en retour, donc d'éviter l'inconvénient du réseau ramifié. Une simple manœuvre de robinets permet d'isoler le tronçon accidenté et de poursuivre néanmoins l'alimentation des abonnés d'aval. Il est, bien entendu, plus coûteux d'établissement, mais, en raison de la sécurité qu'il procure, il doit être toujours préféré au réseau ramifié .[11]

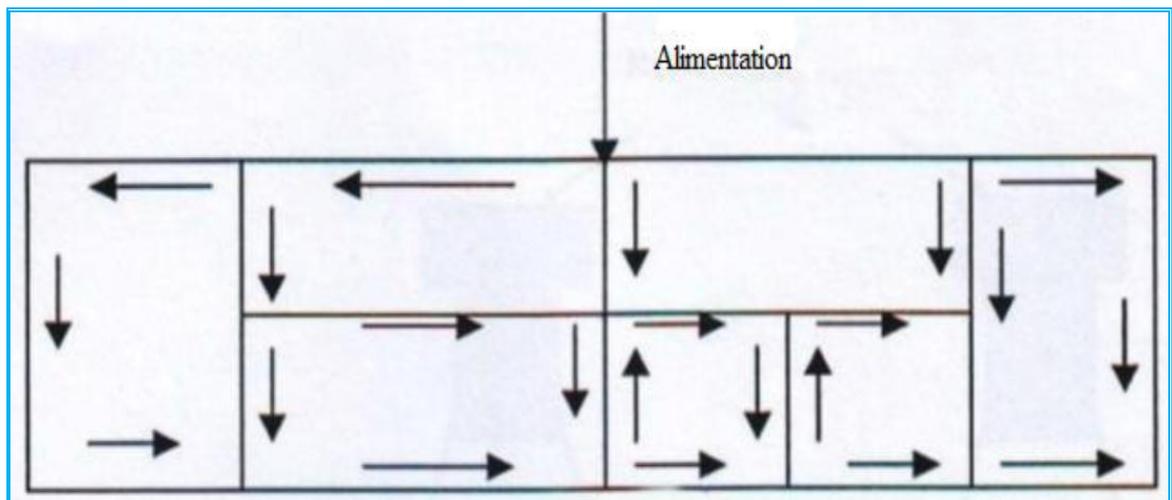


Figure I.3 : Réseau maillé. [2]

- **Réseau étagé :**

Avec le réseau étagé, il est possible, de constituer des réseaux indépendants avec une pression limitée aux environs de 40 mètres d'eau. [11].

- **Réseau à alimentations distinctes:**

Les réseaux à alimentations distinctes distribuent, l'un, l'eau potable destinée à tous les besoins domestiques, et l'autre, l'eau non potable réservée aux usages industriels et aux lavages et arrosage des rues et plantations. Ces réseaux ne se justifient que dans les installations extrêmement importantes. A notre connaissance, seul Paris, dispose d'un réseau à double alimentation. [11]

1.3. Gestion des réseaux

1.3.1.définition

La gestion d'un réseau d'AEP a pour principale mission d'assurer les fonctions de production, stockage et distribution. La gestion classique des réseaux présente beaucoup d'inconvénients. Les supports cartographiques sur lesquels sont portés les objets représentant les réseaux sont difficilement manipulables. Cette gestion est également très limitée, les informations caractérisant les réseaux représentés sont portées sur le support en même temps que les objets graphiques eux-mêmes. Ceci peut provoquer une surcharge du support pouvant rendre illisibles certaines informations.

Cette gestion présente les problèmes suivants :

- L'archivage des documents cartographiques et les fiches techniques du réseau ;
- La perte de temps pour la recherche d'une information bien déterminée ;
- La difficulté de la mise à jour ;
- La facilité de perdre des informations à cause de la mémorisation et l'archivage.

1.3.2. Rôle de la gestion des réseaux

Une bonne organisation du service joue un rôle essentiel pour permettre une gestion efficace et économique pour l'utilisateur. Parmi les éléments à mettre en œuvre, cinq paraissent déterminants :

- Une gestion efficace de la clientèle : tant sur le plan technique, avec les branchements et compteurs que sur celui de recouvrements ;
- Une gestion financière rigoureuse : pour les investissements et le fonctionnement dans le cadre d'un budget annuel et de prévision à 3 ou 5 ans ;
- Un contrôle efficace sur le plan technique : (qualité des eaux, rendement des ouvrages ...) s'appuyant sur des statistiques, la comptabilité analytique, une bonne connaissance des plans du réseau et sur un laboratoire ;
- Une politique personnelle avec son volet « formation » : pour disposer des moyens en hommes indispensables ;
- Une informatique de gestion accessible à tous. [13].

1.3.3. Gestion informatisée des réseaux

La complexité des réseaux d'eau potable et la difficulté éprouvée par les gestionnaires de prévoir les phénomènes hydrauliques qui s'y déroulent, fait de la gestion informatisée une opération indispensable, rendue possible grâce aux progrès de l'informatique.

Elle permet en effet :

- D'améliorer la connaissance des réseaux faisant l'objet d'une telle étude.
- De détecter et de comprendre les désordres pouvant se produire sur le réseau: on peut par exemple localiser les zones où la pression est anormale et en déduire la présence de fuites ou l'existence d'éléments inconnus, s'apercevoir que les temps théoriques de fonctionnement de pompes sont bien inférieurs aux temps mesurés ou découvrir d'autres indices qui témoignent de dysfonctionnement .

- De simuler sur une période d'au moins une journée le comportement du réseau afin d'en optimiser les ressources, les capacités de stockage, les pompes.
- D'étudier l'impact de nouvelles consommations ou d'éventuels incidents, de prévoir et adapter les installations pour faire face à de nouvelles contraintes ou à des situations de crises.
- De dimensionner les extensions, les renforcements ou les aménagements nécessaires pour satisfaire les nouveaux besoins.

1.4. Qualité de l'Eau de consommation

Pour être potable, une eau ne doit pas contenir des germes de maladies à transport hydrique, de substances toxiques, ni des quantités excessives de matières minérales et organiques. Elle doit par ailleurs être limpide, incolore et ne présenter aucun goût ou odeur désagréable. Les qualités requises sont d'ordre bactériologique et physico-chimique. **[14]**

1.4.1. Potabilités des eaux

Une eau potable doit présenter un certain nombre de repères, à certains critères essentiels (incolore, insipide, inodore...) appréciés par le consommateur. Toutefois, ses qualités ne peuvent pas se définir dans l'absolu, ni d'une manière inconditionnelle.

La potabilité et de la qualité chimique des eaux en fonction de la concentration des différents éléments chimiques dissous. L'organisation mondiale de la santé (OMS) a fixé des normes de concentration en éléments chimiques. **[14]**

1.4.2. Les limites de qualité

Ce sont des paramètres dont la présence dans l'eau induit des risques immédiats à plus ou moins long terme pour la santé.

1.4.2. 1. Les paramètres Microbiologiques

L'eau est un milieu vivant dans lequel on peut rencontrer de tout petits organismes vivants, invisibles à l'œil nu (inférieur à 1 micron): bactéries, virus,...

Parmi ces organismes, certaines espèces sont totalement inoffensives et d'autres peuvent être responsables de maladies graves : choléra, typhoïde

Pour garantir la qualité bactériologique, on recherche dans l'eau des germes indicateurs dont la présence peut être le signe d'une contamination d'origine fécale, et donc de l'existence possible d'éléments susceptibles de provoquer une maladie.

Ces paramètres indicateurs sont au nombre de 2 (Escherichia coli et entérocoques).

1.4.2..2.Les paramètres Physiquo-Chimique

On y trouve, des substances indésirables (nitrates, nitrites, cuivre,...), des sous-produits du traitement de l'eau des substances toxiques (arsenic, plomb, cyanure, mercure,...) et les pesticides.

L'organisation mondiale de la santé (l'OMS) ont donné des valeurs guides pour les paramètres trouvés dans l'eau, le tableau suivant donne quelques-uns de leurs guides fixés par l'OMS.

Tableau I.1: Concentration de quelques valeurs guide fixées par l'OMS

Paramètres ou substances chimiques	Concentration minimale acceptable	Concentration maximale acceptable
pH	7 à 8.5	6.5 à 9.5
Conductivité ($\mu\text{m/cm}$)	400	1250
Résidu sec (mg/l)	500	1500
calcium (mg/l)	75	250
magnésium (mg/l)	50	150
Sodium (mg/l)	20	150
Potassium (mg/l)	10	12
Sulfates (mg/l)	200	400
Chlorures (mg/l)	200	600

Tableau I. 2: Classification de la qualité des eaux, selon l'ANRH

Classe/paramètres	unité	Bonne	moyenne	Pollué	Très polluée
DBO5	MG/L	<5	05-20	05-15	>15
DCO	MG/L	<20	20-40	40-50	>50
MO	MG/L	<5	05-	0.5-15	>15
NH4	MG/L	<0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
NO2	MG/L	<0.01	0.01-0.1	0.1-3	<3
NO3	MG/L	<10	Oct-20	20-40	>40
PO4	MG/L	<0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3

I.5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit d'une manière générale un système d'alimentation en eau potable, et les éléments le constituant important, à partir de captage d'eau et de stockage, jusque a arrivant à du consommateur

Nous savions définie les différents types de réseaux et les avantages et les inconvénients de chaque réseau, ainsi que l'importance de Gestion informatisée des réseaux.

Et enfin, nous avons parlé de potabilités des eaux et les différents paramètres Microbiologiques et Physiquo-Chimique trouvé dans l'eau qui elle doit être conforme à la réglementation sanitaire.

CHAPITRE II

Modélisation du Réseau d'Alimentation en Eau Potable

II.1 Introduction

Ce chapitre présente la modélisation des réseaux d'alimentation en eau potable en donnant une vue d'ensemble des composants de système de base de distribution, définissant la nature et les buts de la simulation de système de distribution, et donner les étapes de base dans le processus de modélisation.

Ensuite les étapes clés du programme incluant les différentes fonctions sollicitées sont présentées ainsi que les hypothèses éventuelles et leurs motivations. Un ensemble d'indicatifs sur les éventuelles fonctions ou classes à modifier sont fournis pour orienter dans la personnalisation du modèle pour un cas particulier de réseau.

II.2 La simulation des réseaux de distribution

Le terme simulation se rapporte généralement au processus d'imitation du comportement d'un Système, dans notre travail en considère la simulation comme le processus de l'utilisation d'une représentation mathématique du système réel, cette représentation est appelé "modèle".

La simulation d'un réseau de transfert ou de distribution qui reproduit le comportement dynamique d'un système existant ou projeté, est généralement appliqué, surtout dans les cas où on ne peut pas soumettre directement le système réelle à l'expérimentation, ou afin d'évaluer un projet de système de distribution avant de le réaliser réellement.

Des simulations peuvent être utilisées pour prévoir les réactions du système sous un éventail de conditions sans perturber le système en place,

En utilisant la simulation les problèmes peuvent être prévus dans un système de transfert existant ou projeté et les solutions peuvent être évaluées avant que le temps, l'argent et le matériel ne soient investi dans un projet réel.

La simulation à l'état dynamique est utilisée pour évaluer les performances du système avec le temps, ce type d'analyse permet à l'utilisateur de modeler le remplissage et le vidange des réservoirs, régulariser l'ouverture et la fermeture des vannes , variation débits à travers le système en fonction de la variation des conditions de la demande et mettre en place une stratégie de contrôle automatique .

Les logiciels modernes de la simulation utilisent l'interface graphique, ce qui facilite des modèles et la visualisation des résultats de la simulation.[1.5]

Les anciennes générations de logiciel sont fondées sur la présentation des données et des résultats sous forme de tableaux

Un modèle type de l'interface d'un logiciel moderne avec schéma d'un modèle est présenté dans la figure II.1

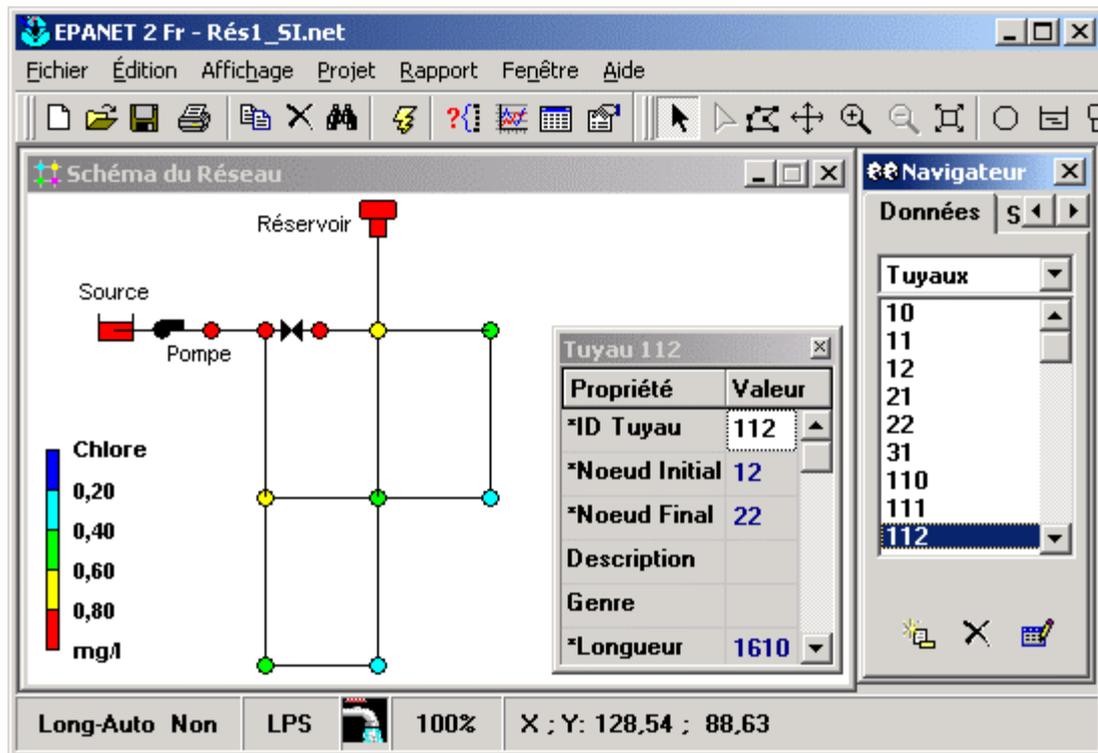


Figure II.1 : Interface d'un logiciel et schéma d'un modèle

II.2.1 Application des modèles des réseaux d'alimentation en eau potable :

Les modèles sont particulièrement importants pour les réseaux d'AEP vue leur topologie complexe, l'extension et le changement fréquent.

Un réseau d'AEP alimente des centaines de milliers d'habitants (les grands réseaux alimentent des millions), ainsi, l'impact potentiel d'une décision de la part de l'organisme de gestion du réseau peut être énorme.

Des simulations de réseau d'AEP sont employées pour différents objectifs comme :

Planification à long terme :

Les planificateurs recherchent soigneusement tous les aspects d'un système d'AEP et essayent de déterminer les projets principaux du développement nécessaires pour assurer la qualité du service à l'avenir.

Ce processus appelé la planification principale peut être employé pour projeter le développement du réseau pendant les 10,15 ou 30 années à venir. L'extension du réseau peut se produire en raison de la croissance démographique, annexations d'autres sites.

La capacité du réseau hydraulique pour servir convenablement ses abonnés doit être évaluée avant l'extension du réseau.

Un modèle peut être employé pour identifier des zones à risques tels que les futurs secteurs de basse pression, ou secteur avec des problèmes de qualité de l'eau, et aussi pour dimensionner et implanter de nouveaux ouvrages et équipements comme les stations de pompage, les ouvrages de stockage pour s'assurer que les problèmes prévus ne se poseront plus.

-La réhabilitation :

Comme avec tous les systèmes machines, l'usure et l'apparition de fissure sur le réseau d'AEP peuvent mener à la nécessité certaine de remettre en état des parties du système tel que les conduites, les pompes, les vannes et les réservoirs.

Les conduites métalliques en particulier, peuvent éprouver un habillage interne des dépôts dûs aux dépôts de minerais, et aux réactions chimiques avec l'eau, ce phénomène réduit la section de la conduite et en conséquence provoque les pertes de charge et réduit les pressions dans le système.

Pour parer à ces effets de vieillissement on peut nettoyer et regarnir la conduite métallique, alternativement la conduite peut être remplacée par une nouvelle, ou une autre conduite peut être installée en parallèle.

Des simulations hydrauliques peuvent être employées pour évaluer les impacts de tels efforts de réadaptation et pour déterminer les choix les plus économiques.

- Étude de protection contre les incendies:

Les systèmes d'alimentation en eau sont souvent obligés à répondre aux besoins en eau pour lutter contre l'incendie. Concevoir le système pour répondre aux exigences de la protection contre les incendies est essentiel et a un grand impact sur la conception du réseau entier.

On détermine les conditions de protection contre les incendies et puis on emploie un modèle pour examiner si le système peut répondre à ces exigences.

Si le système ne peut pas fournir certains écoulements et maintenir des pressions adéquates, le modèle peut être employé pour le dimensionnement des éléments du système (conduites, pompes, etc..) afin de corriger le problème.

-Analyse de la qualité de l'eau :

En plus de la modélisation hydraulique, quelques modèles peuvent modéliser la qualité de l'eau ; en utilisant un modèle de la qualité de l'eau, on peut modéliser le temps de séjour de l'eau dans le réseau, le traçage de source, et les analyses constitutives de concentration dans tout un réseau.

-Gestion de l'énergie :

A coté des coûts d'entretien et de réparation d'infrastructures, l'utilisation d'énergie pour le pompage est la plus grande dépense de l'exploitation.

Des simulations hydrauliques peuvent être employées pour étudier le comportement du système avec les caractéristiques de fonctionnement et l'utilisation d'énergie des pompes.

- Fonctionnement quotidien :

Le personnel chargé de la gestion du réseau d'AEP est généralement responsable de la vérification et de maintenir a un niveau acceptable les pressions, les débits et les niveaux d'eau dans les réservoirs.

L'opérateur doit surveiller ces indicateurs et agir quand une valeur tombe en dehors du niveau acceptable, en mettant en marche une pompe, ou en ajustant une vanne par exemple, l'opérateur peut ajuster le système de sorte qu'il fonctionne à un niveau approprié de service.

Une simulation hydraulique peut être employée en fonctionnement quotidiens pour déterminer l'impact de ces diverses actions possibles, fournissant à l'opérateur la meilleure information pour la prise de décision qui convient.

- La réaction aux situations d'urgence :

Les situations d'urgences sont une partie réelle de la gestion du réseau d'AEP, et les opérateurs doivent être préparés pour cela.

La planification pour ces urgences en employant un modèle peut empêcher le service d'être compromis, on peut au moins réduire au minimum l'ampleur auquel les abonnés sont affectés.

La modélisation est un excellent outil pour la planification des réactions aux situations d'urgence et aux éventualités.

-Maintenance du système :

Quand les caractéristiques hydrauliques ou de la qualité de l'eau dans un réseau existant ne sont pas conformes aux normes, un modèle de simulation peut être utilisé pour identifier les causes probables.

Une série de simulation pour une zone qui présente une baisse de pression, par exemple, peut être dirigée vers la probabilité d'une vanne fermée dans le secteur, un équipage de maintenance peut alors être expédié à ce secteur pour vérifier les vannes dans cette zone. [15]

II.2.2. Le processus de la modélisation

Les tâches qui composent le processus de la modélisation sont illustrées sur la figure II.2 ; quelques tâches peuvent être faites en parallèle, tandis que d'autres doivent être faites en série.

La modélisation est un processus itératif, la première étape en entreprenant n'importe quel projet de modélisation est de fixer les objectifs et les besoins pour lesquels le modèle sera employé à court et à long terme.

La deuxième étape est le calibrage du modèle en précisant son exactitude.

La modélisation concerne une série d'abstraction :

D'abord les conduites et les pompes réelles dans le réseau sont représentées sur des cartes ; puis les cartes sont converties en modèle qui représentent les équipements du système comme des arcs et des nœuds, une autre couche d'abstraction est introduite, c'est la présentation mathématique des arcs et des nœuds ; les équations du modèle sont alors résolues, et les solutions sont affichées sous forme de cartes et de graphes ou sous forme de tableaux.

La valeur d'un modèle provient du rôle de ces abstractions en facilitant la conception efficace pour le développement du système, ou l'amélioration de son fonctionnement. **[15]**

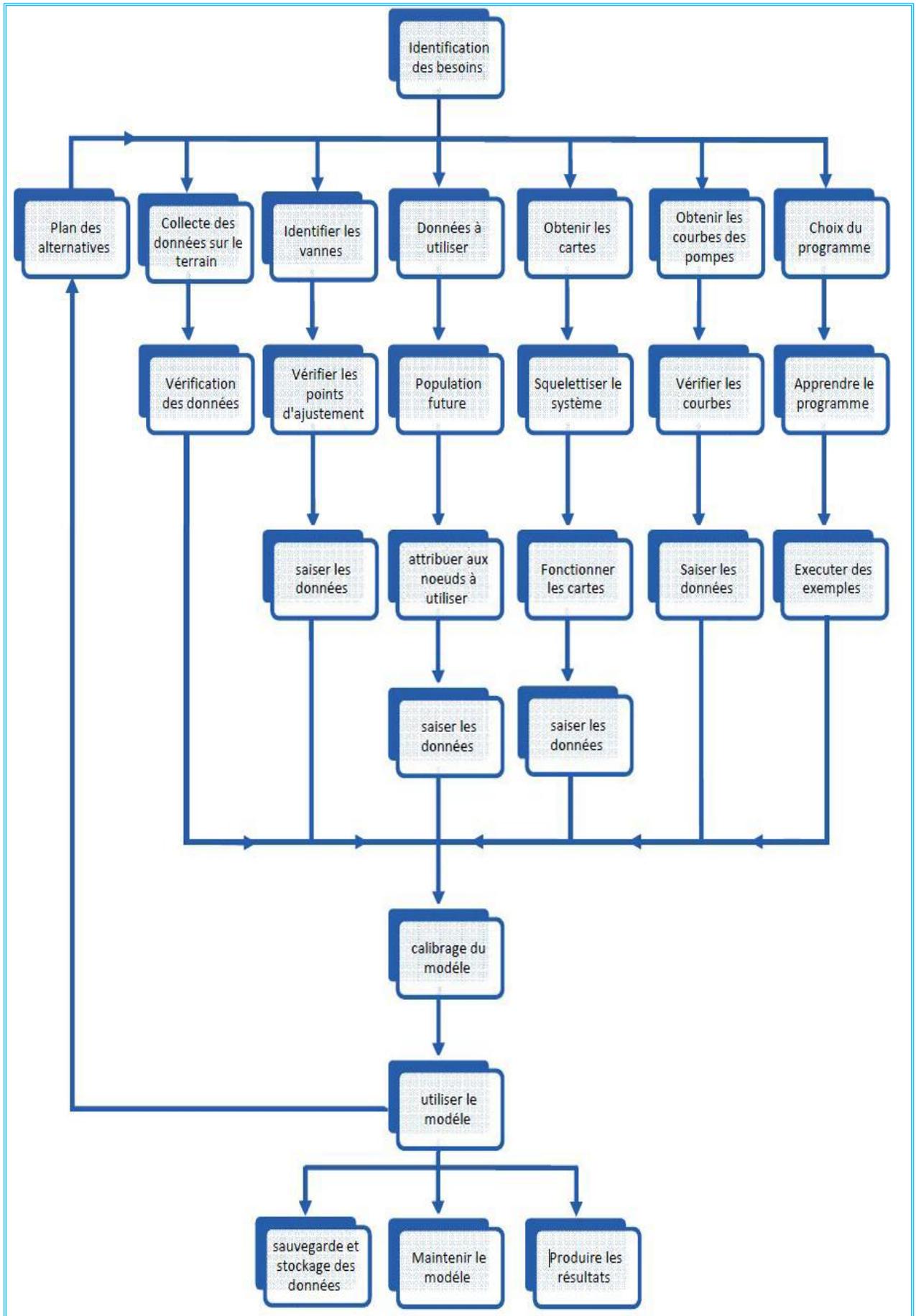


Figure II.2 : Schéma du processus de la modélisation

II.3. Le logiciel EPANET :

EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et qualitative de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression, Ce logiciel est distribué gratuitement par l'E.P.A. (U.S. Environmental Protection Agency. EPA) depuis le mois de septembre 1993.

EPANET calcule le débit dans chaque tuyau, la pression à chaque Nœud, le niveau de l'eau dans les réservoirs, et la concentration en substances chimiques dans les différentes parties du réseau, au cours d'une durée de simulation divisée en plusieurs étapes. Le logiciel est également capable de calculer les temps de séjour et de suivre l'origine de l'eau.

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

- définition d'un programme de prélèvement d'échantillons,
- calage d'un modèle hydraulique
- simulation du chlore résiduel, et estimation de l'exposition de la population à une substance.

EPANET offre une aide à la recherche de stratégies alternatives pour gérer le réseau, comme par exemple:

- utilisation en alternance des différentes ressources du système,
- modifier le régime de pompage ou de marnage des réservoirs,
- planifier l'entretien et le remplacement de certaines canalisations.

Disponible sous Windows, EPANET fournit un environnement intégré pour l'édition de données de réseau, pour l'exécution de simulations hydrauliques et de simulations qualité, et pour l'affichage des résultats sous plusieurs formats (des Cartes avec des codes couleurs, des tableaux et des graphiques). [16]

II.3.1 Capacités pour la Modélisation Hydraulique

EPANET contient un moteur de calcul hydraulique ayant les caractéristiques suivantes:

- La taille du réseau étudié est illimitée.
- Pour calculer les pertes de charge dues à la friction, il dispose des formules de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach , et Chezy-Manning.
- Il inclut les pertes de charge singulières aux coudes, aux tés, etc.

- Il peut modéliser des pompes à vitesse fixe ou variable.
- Il peut calculer l'énergie consommée par une pompe et son coût
- Il peut modéliser différents types de vannes, comme des clapets anti retour, des vannes de contrôle de pression ou débit, des vannes d'arrêt ,etc.
- Les réservoirs peuvent avoir des formes variées (le diamètre peut varier avec la hauteur).
- Il peut y avoir différentes catégories de demandes aux n.uds, chacune avec une caractéristique propre.
- Il peut modéliser des consommations dépendantes de la pression (buses par exemple).
- Le fonctionnement de station de pompage peut être piloté par des commandes simples, (heures).de marche/arrêt en fonction du niveau d'un réservoir) ou des commandes élaborées plus complexes.

II.4. Choix du modèle

De toutes les façons, tous les programmes de modélisation des réseaux de conduites sont similaires, chaque programme détermine la répartition des débits dans les conduites et calcule les pressions, les pertes de charge dans la conduite en utilisant soit l'équation de **Darcy-Weisbach** ou celle de **William-Hazen** .

Notre objectif n'est pas de choisir le meilleur programme ou le programme le plus fiable mais de montrer l'intérêt qu'apporte la modélisation à la conception et la gestion des réseaux surtout les plus complexes.

Pour atteindre nos objectifs dans notre travail de diagnostic de réseau d'AEP de la commune Mansourah Nouvelle , nous avons choisi le modèle EPANET 2 pour les raisons suivantes :

- Le modèle utilise la méthode hybride de Todini et Pilati (1987) pour calculer les équations de perte de charge et de conservation de masse, cette méthode est renommée pour sa fiabilité, et sa rapidité dans les calculs car la convergence est plus rapide que les autres programmes.
- Disponibilité du programme : EPANET 2 , est un logiciel disponible , peut être téléchargé sur internet légalement , gratuitement et son aucun engagement , ce qui n'est pas le cas pour les autres programmes .
- Facilité d'utilisation : EPANET 2, présente une interface graphique, avec deux versions en langue anglaise ou française.
- Les résultats sont présentés soit sous forme de tableaux ou sous la forme graphique.

II.5 La modélisation du réseau sur EPANET

II.5.1 Les étapes de l'utilisation d'EPANET

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

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

Cette partie expose les principes de base du travail du logiciel Epanet, au niveau des objets physiques constituant le réseau et les méthodes de calcul utilisés.

II.5.2 Composants physiques

EPANET modélise un système de distribution d'eau comme un ensemble d'arcs reliés à des nœuds. Les arcs représentent des conduites, des pompes, et des vannes de contrôle. Les nœuds représentent des nœuds de demande, des réservoirs et des bâches. La figure ci-dessous indique les liaisons entre les différents objets formant le réseau.

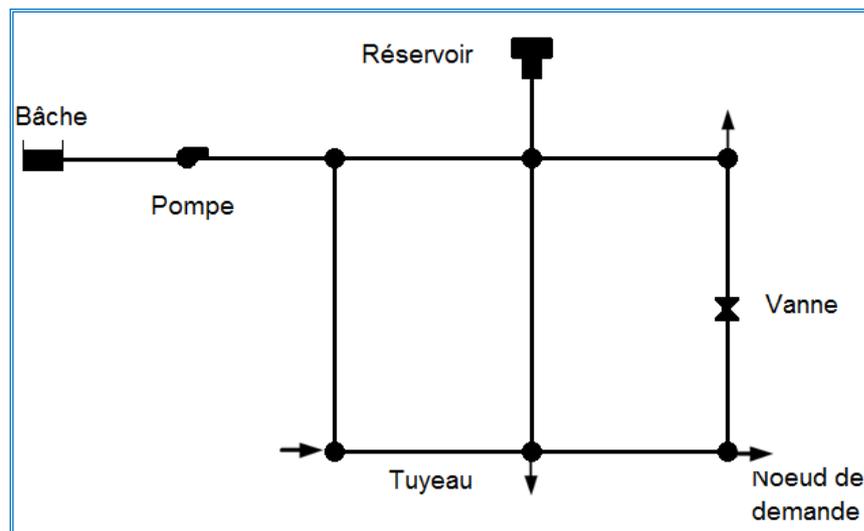


Figure II.3 Composants Physiques d'un Système de Distribution d'Eau

II.5.2.1. Nœuds de demande

Les nœuds de Demande sont les points du réseau où les arcs se rejoignent. Ce sont des points d'entrée ou de sortie d'eau et peuvent également ne pas avoir de débit.

Les données d'entrée minimales exigées pour les nœuds de demande sont:

- L'altitude au-dessus d'un certain plan de référence (habituellement le niveau de la mer).
- La demande en eau (débit prélevé sur le réseau).

Les résultats calculés aux nœuds de demande, à chacun des intervalles de temps d'une simulation sont:

- La charge hydraulique (ou hauteur piézométrique): énergie interne par poids spécifique de fluide ou bien somme de l'altitude avec la hauteur de pression.
- la pression.

Les nœuds de demande peuvent également:

- Avoir une demande qui varie dans le temps;
- Être affectés de demandes de différents types (domestique, industrielle,..);
- Avoir des demandes négatives, ce qui indique que l'eau entre dans le réseau à ce point.

II.5.2.2. Bâches infinies

Les Bâches infinies sont des nœuds représentant une source externe de Capacité infinie. Elles sont utilisées pour modéliser des éléments tels que les lacs, les fleuves, les couches aquifères souterraines ou les arrivées de réseaux extérieurs.

Les données de base pour une bâche sont la charge totale (égale au niveau de la surface de l'eau si la bâche infinie n'est pas sous pression) puisqu'une bâche est un élément de frontière d'un réseau, la charge hydraulique de l'eau ne peuvent pas être affectée par ce qui se produit dans le réseau.

Par conséquent, aucune propriété n'est calculée au cours de la simulation.

Cependant, on peut faire varier sa charge hydraulique dans le temps en lui assignant une courbe de modulation.

II.5.2.3. Réservoirs

Les Réservoirs sont des nœuds avec une capacité de stockage, dont le volume d'eau stocké peut varier au cours du temps. Les données de base pour des réservoirs sont les suivantes:

- l'altitude du radier (où le niveau d'eau est zéro).
- le diamètre (ou sa forme s'il n'est pas cylindrique).
- les niveaux initial, minimal et maximal de l'eau.

Les principaux éléments calculés dans la simulation sont les suivants:

- la charge (altitude de l'eau)
- la pression (niveau de l'eau)

Le niveau dans les réservoirs doit rester entre les niveaux minimal et maximal.

EPANET arrête la sortie d'eau si un réservoir est à son niveau minimal et arrête l'arrivée s'il est à son niveau maximal.

II.5.2.4. Émetteurs

Les émetteurs sont des dispositifs liés aux nœuds de demande. Ils sont utilisés pour modéliser l'écoulement à travers les systèmes d'irrigation, pour simuler une fuite dans un tuyau relié à un nœud (si on peut estimer un coefficient de décharge et un exposant de pression pour la fuite) ou pour calculer le débit d'incendie au nœud (l'écoulement disponible à une certaine pression résiduelle minimale), ou le débit sortant d'un orifice quelconque.

EPANET traite les buses comme une propriété d'un nœud et non comme un élément indépendant.

II.5.2.5. Les conduites :

Les conduites sont des arcs qui transportent l'eau d'un point du réseau à l'autre.

EPANET suppose que tous les tuyaux sont pleins à tout instant. L'eau s'écoule de l'extrémité qui a la charge hydraulique la plus élevée (altitude + pression, ou énergie interne par poids d'eau) à celle qui a la charge hydraulique la plus faible. Les données de base pour les tuyaux sont:

- les nœuds initial et final;
- le diamètre;
- la longueur;
- le coefficient de rugosité (pour déterminer la perte de charge);
- l'état (ouvert, fermé, ou avec un clapet anti-retour).

Le paramètre d'état permet à des tuyaux de contenir implicitement des vannes de sectionnement et de contrôler les clapets anti-retour (qui permettent l'écoulement dans une direction unique).

Les valeurs calculées pour les tuyaux incluent :

- Le débit
- La vitesse d'écoulement
- La perte de charge
- Le facteur de friction de Darcy-Weisbach
- la vitesse moyenne de réaction (le long du tuyau)

La perte de charge ou charge hydraulique perdue à cause du frottement de l'eau avec les parois du tuyau peut être calculée en utilisant une de ces trois formules :

- Formule de Hazen-Williams
- Formule de Darcy-Weisbach
- Formule de Chezy-Manning

II.5.2.6 Pompes :

Les pompes sont des arcs qui ajoutent de l'énergie à un fluide et augmentent ainsi sa charge hydraulique. Les principaux paramètres d'entrée pour une pompe sont ses nœuds d'aspiration et de décharge et sa courbe caractéristique (la combinaison des charges hydrauliques et des débits que la pompe peut fournir à sa vitesse nominale). Au lieu d'une courbe caractéristique, la pompe peut être représentée comme un élément qui fournit une puissance constante (en kilowatts) au fluide pour toutes les combinaisons de débit et de charge hydraulique.

Les principaux paramètres calculés sont le débit et le gain de charge hydraulique.

Le fluide traverse la pompe en sens unique et EPANET ne permet pas aux pompes de fonctionner en dehors de leur courbe caractéristique.

Tout comme les tuyaux, les pompes peuvent être mises en route et arrêtés à des heures préétablies ou quand certaines conditions existent dans le réseau parmi des commandes.

Le fonctionnement d'une pompe peut également être décrit en lui assignant une courbe de modulation de changement de vitesse dans le temps.

EPANET peut également calculer la consommation d'énergie et le coût d'une pompe.

A chaque pompe, il peut assigner une courbe de rendement et une courbe de modulation qui reflète les fluctuations du prix de l'énergie. Si ceux-ci ne sont pas fournis, un ensemble de valeurs globales assignées au projet sera utilisé.

II.5.2.7 Les Vannes :

Les vannes sont des arcs qui limitent la pression ou le débit en un point précis du réseau.

Leurs principaux paramètres d'entrée sont:

- les nœuds d'entrée et de sortie
- le diamètre
- la consigne de fonctionnement
- l'état de la vanne.

Les éléments calculés en sortie de simulation pour une vanne sont le débit et la perte de charge hydraulique.

Les différents types de vannes qu'offre EPANET sont:

- Vanne stabilisatrice aval (en anglais PRV)
- Vanne stabilisatrice amont (en anglais PSV)
- Vanne brise-charge ou réducteur de pression (en anglais PBV)
- Vanne régulatrice de débit ou limiteur de débit (en anglais FCV)
- Vanne diaphragme (en anglais TCV)
- Vanne d'usage général (en anglais GPV)

Chaque type de vanne a une consigne de fonctionnement différente décrivant son point de fonctionnement (la pression pour les vannes stabilisatrices aval et stabilisatrices amont; la chute de pression pour les réducteurs de pression; le débit pour les vannes régulatrices de débit; le coefficient de perte de charge pour les vannes diaphragme, et la courbe de perte de charge pour les vannes d'usage général).

On peut inhiber la consigne de fonctionnement d'une vanne en spécifiant qu'elle est entièrement ouverte ou fermée. La consigne d'une vanne peut être modifiée pendant la simulation en utilisant des commandes de contrôle.

Par construction du modèle, les règles suivantes s'appliquent quand on ajoute des vannes à un réseau:

- une vanne stabilisatrice aval, une vanne stabilisatrice amont ou une vanne régulatrice de débit ne peut pas être directement reliée à une bache ou un réservoir (employez un tuyau de longueur limitée pour séparer les deux);
- une vanne stabilisatrice aval ne peut pas partager le même nœud en aval ou être mise en série avec une autre vanne stabilisatrice aval;
- une vanne stabilisatrice amont ne peut pas partager le même nœud en amont ou être mise en série avec une autre vanne stabilisatrice amont;
- une vanne stabilisatrice amont ne peut pas être reliée au nœud en aval d'une vanne stabilisatrice aval. [16].

II.5.3 Composants non-physiques

En plus des composants physiques, EPANET utilise trois types d'objets non physiques: des courbes, des courbes de modulation et des commandes de contrôle. Ils décrivent le comportement et les aspects fonctionnels d'un système de distribution.

II.5.3.1 Courbes

Les courbes en général sont des objets qui contiennent des couples de données ayant une relation entre elles. Deux objets ou plus peuvent partager la même courbe. Dans EPANET, on peut appliquer les types de courbes suivants:

- Courbe caractéristique
- Courbe de rendement
- Courbe de volume
- Courbe de perte de charge.

II.5.3.1.1 Courbe de volume (d'un réservoir)

Une courbe de volume décrit comment le volume d'eau dans un réservoir de stockage (axe Y) en mètres cube, évolue en fonction du niveau d'eau (axe X), en mètres. Elle est utilisée quand il est nécessaire de décrire précisément les réservoirs dont la section change avec le niveau.

Les niveaux d'eau le plus bas et le plus haut de la courbe doivent contenir les niveaux le plus bas et le plus haut entre lesquels le réservoir fonctionne.

II.5.3.1.2. Courbe de perte de charge (d'une vanne d'usage général)

Une courbe de perte de charge est utilisée pour décrire la perte de charge en mètres (axe Y) d'une vanne d'usage général en fonction du débit, dans les unités de débit choisies (axe X).

Des vannes d'usage général sont employées pour représenter des arcs où l'utilisateur prévoit une relation spécifique entre le débit et la perte de charge, plutôt que de suivre une des formules hydrauliques standard. Elles peuvent être employées pour modéliser des turbines,

L'abaissement des eaux souterraines ou des vannes stabilisatrices aval contrôlées par le débit.

II.5.3.1.3. Courbes de modulation :

Une courbe de modulation est un ensemble de multiplicateurs qui peuvent être appliqués à une valeur de base pour lui permettre d'évoluer au cours du temps.

Exemple de courbe de modulation pour un nœud avec une demande moyenne de 10 l/s. Pour un intervalle de temps de 4 heures, les coefficients multiplicateurs de demande sont les suivants :

Période	1	2	3	4	5	6
Multiplicateur	0,5	0,8	1,0	1,2	0,9	0,7

Pendant la simulation, la demande réelle appliquée à ce nœud sera alors comme suit:

Heures	0-4	4-8	8-12	12-16	16-20	20-24
Demande	5	8	10	12	9	7

II.5.3.2 Commandes

Les commandes sont des instructions qui déterminent comment le réseau est géré pendant la simulation. Elles indiquent l'état d'arcs déterminés en fonction du temps, l'état des niveaux d'eau aux réservoirs et la valeur de la pression à certains points du réseau.

Deux catégories de commandes peuvent être utilisées:

- Commandes simples.
- Commandes élaborées.

Les mots-clefs des commandes sont en anglais.

II.5.3.2.1. Commandes simples

Les commandes simples changent l'état ou la consigne de fonctionnement d'un arc selon :

- le niveau d'eau dans un réservoir
- la pression à un nœud
- l'instant de la simulation
- l'heure de la journée.

II.5.3.2.2. Commandes élaborées

Quand un état hydraulique particulier du système est atteint, les commandes élaborées permettent de déterminer l'état ou la consigne d'un arc basé sur une combinaison de conditions pour l'intervalle actuel.

II.5.3.3 Le modèle de simulation hydraulique

Le modèle hydraulique de simulation d'EPANET calcule l'évolution des charges hydrauliques dans les nœuds et l'écoulement dans les arcs, en fonction des niveaux initiaux des réservoirs, des variations dans le temps des niveaux des bâches et des demandes en eau aux nœuds de demande.

D'un intervalle à l'autre, les niveaux des bâches et les demandes dans les nœuds de demande sont mis à jour selon les courbes de modulation entrées comme paramètres du calcul, tandis que les niveaux des réservoirs sont mis à jour selon les débits qui entrent et qui sortent.

La détermination des charges et des débits à un instant donné implique de résoudre simultanément les équilibres de masse dans les nœuds et les pertes de charges dans chaque arc du réseau.

Ce procédé, appelé équilibre hydraulique du réseau, utilise une technique itérative pour résoudre les équations non linéaires en jeux. EPANET utilise l' « Algorithme du Gradient »

L'intervalle de temps utilisé pour la simulation sur une longue durée peut être introduit par l'utilisateur.

Une valeur typique est d'une heure. Néanmoins, l'intervalle est automatiquement plus court quand un des événements suivants se produit:

- la date d'édition d'un rapport
- fin d'un cycle pour une courbe de modulation
- un réservoir a été vidé ou rempli
- activation d'une commande simple ou élaborée.[15]

II.6.Conclusion

A travers ce chapitre nous avons abordées un général la modélisation du réseau en donnant une vue d'ensemble des composants de système de base de distribution, définissant la nature et les buts de la simulation de système de distribution, et donner les étapes de base dans cet processus.

Et nous avons abordées les étapes clés du programme incluant les différentes fonctions, sont présentées ainsi que les hypothèses éventuelles et leurs motivations. Un ensemble d'indicatifs sur les éventuelles fonctions ou classes à modifier sont fournis pour orienter dans la personnalisation du modèle pour un cas particulier de réseau.

Ces démarches d'étude et de diagnostic. Ainsi que de dimensionnement seras poursuit lors de l'étude du cas pratique au chapitre V.

CHAPITRE III

Présentation de la zone d'étude

II.1. Introduction

L'étude du milieu physique est nécessaire pour connaître toutes les caractéristiques de la zone d'étude et les facteurs qui influent sur la conception d'un projet d'AEP. Parmi ces facteurs, nous citons : les données relatives à l'agglomération, les données propres au réseau d'alimentation en eau potable, ainsi que la connaissance de la géologie et la topographie du site qui nous permettront de prendre les dispositions nécessaires lors de la réalisation des travaux.

III.2. Situation Administrative et Géographique

La Wilaya de Ghardaïa se situe dans le Sahara Nord Central algérien s'étend sur une superficie de 84660,12km².

III.2.1. Situation Géographique: La wilaya de Ghardaïa est limitée ;

- Au Nord par la wilaya de **Laghouat**.
- Au Nord Est par la wilaya de **Djelfa**.
- A l'Est par la wilaya d'**Ouargla**.
- Au Sud par la wilaya de **Tamanrasset**.
- Au Sud-ouest par la wilaya d'**Adrar**.
- A l'Ouest par la wilaya d'**El Bayadh**.

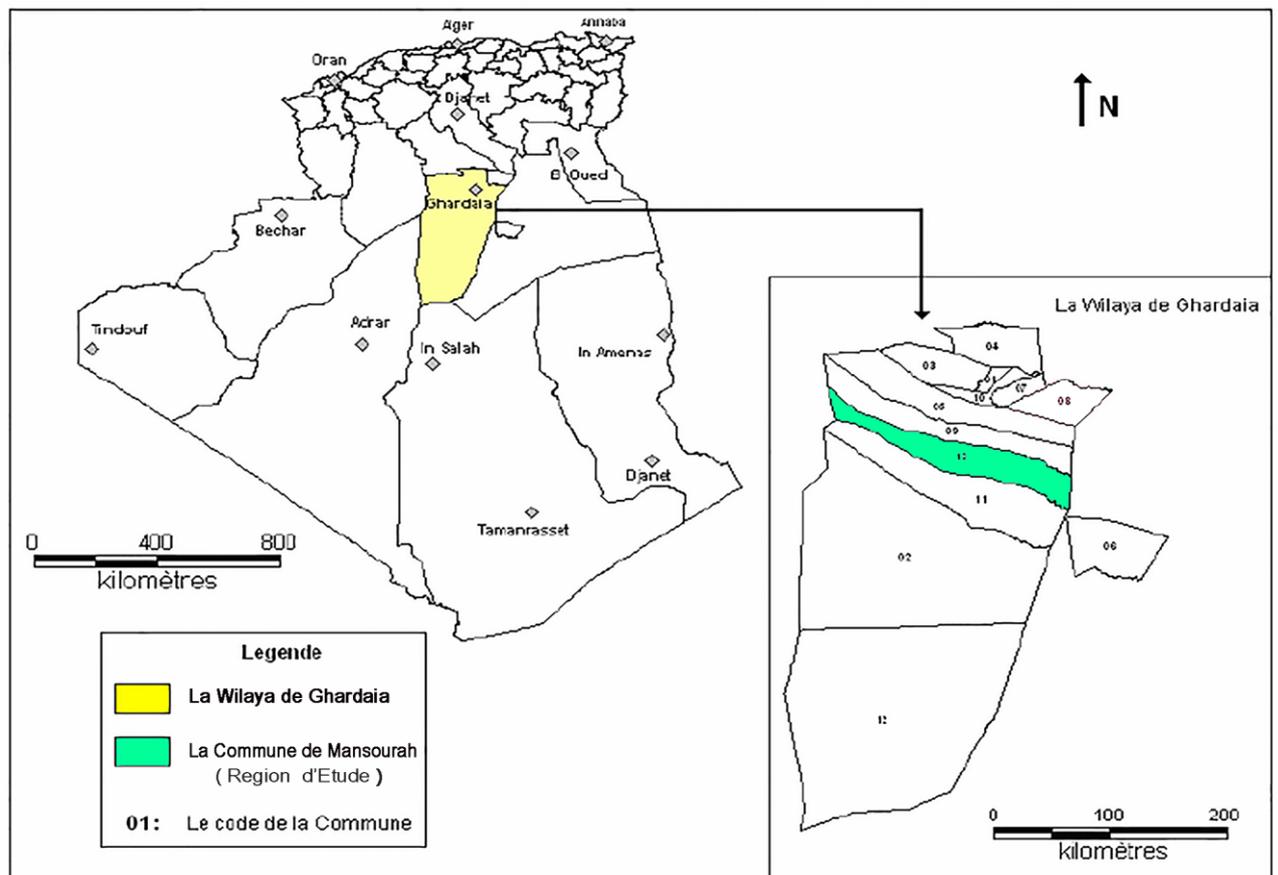


Figure III.1 : Carte de découpage administratif de La wilaya de Ghardaïa. (DPAT)

Les altitudes varient de 650 à 550 m au Nord et le Nord - Ouest, et de 450 à 330 m au Sud et le Sud – Est.

Elle comporte 13 communes parmi lesquelles la commune de Mansourah qui fait l'objet de notre projet.

III.2.2. Situation géographique dans la région d'étude

Mansourah est une commune de la wilaya de Ghardaïa en Algérie, située à 70 km au sud de Ghardaïa.

Mansourah est montée au rang de commune en 1985, et au rang de Daïra en 1991.

La commune Mansourah occupe la partie centrale de la wilaya de Ghardaïa, avec une superficie de 4812,55 Km². Elle est traversée par la route nationale N°01.

Elle est limitée :

➤ Au nord par la commune de **Sebseb**, Au sud par la commune de **Hassi Lefhel**, à l'est par la wilaya d'**Ouargla**, à l'ouest par la commune **d'El Bayedh**.

La commune de Mansourah découpe en (03) trois zone principale :

- ✚ La 01^{ère} zone dite Mansourah nouvelle c'est une nouvelle localité par apport au autres où est la cheffe lieu de la commune.
- ✚ La 02^{ème} zone dite Ain lossigue est une ancienne localité située à 03 km au sud de Mansourah nouvelle (cheffe lieu) localité de notre étude.
- ✚ La 03^{ème} zone dite Mansourah ancien est la plus ancienne localité dans la région située 16 km à l'ouest de Mansourah nouvelle (cheffe lieu).

Elle fait partie de la ville de Mansourah occupe presque la partie centrale, Les coordonnées de Mansourah sont : Latitude : 31°04'019 N . Longitude :30°43'31 E.



Figure III.2 : Vue d'ensemble Mansourah nouvelle (photo satellite par Google earth)

III.3 Situation Climatologique

Le climat de la région de Mansourah nouvelle est un climat particulièrement contrasté, l'aridité s'exprime non seulement par des températures élevées en Été et par la faiblesse des précipitations, mais surtout par l'importance de l'évaporation due à la sécheresse de l'air.

La connaissance des caractéristiques hydro climatologique est nécessaire pour l'étude hydrogéologique, il est indispensable pour évaluer l'alimentation de réservoir souterraine (nappe phréatique) par infiltration, et pour l'établissement d'un bilan hydrique.

III-3.1 Caractéristiques climatiques

Les données climatologiques que nous allons traiter relevées de l'Office National Météorologique de Ghardaïa (ONM) (annexe 3)

Elles concernent la station de Ghardaïa et sont réparties sur une période de 10 ans.

III-3.1.1 Les précipitations

Les précipitations sont très faibles et irrégulières. Elles varient entre 13 et 68 mm sur une durée moyenne de quinze (15) jours par an.

Le nombre de jours de pluie ne dépasse pas onze (11) jours (entre les mois de Janvier et Mars). Les pluies sont en général torrentielles, fluctuante et irrégulières durent peu de temps sauf cas exceptionnels [18].

a) Précipitations moyennes mensuelles:

Les années d'observations ont été traitées en tenant compte de toute la série avec les années communes soit 10 ans d'observation complète sans lacunes qui donne une pluie moyenne annuelle de 117 mm.

La distribution mensuelle des précipitations en (mm) est portée dans le figure suivant :

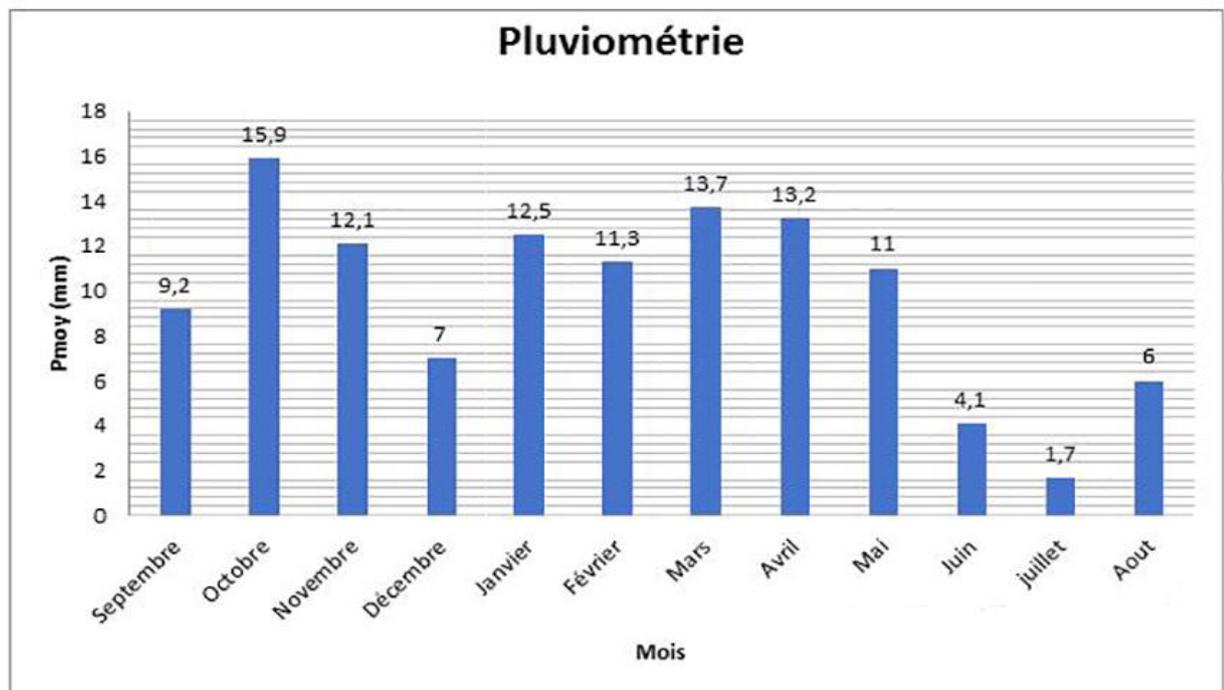


Figure III.3: Répartition mensuelle des pluies moyennes annuelles, station de Ghardaïa (2006-2015)

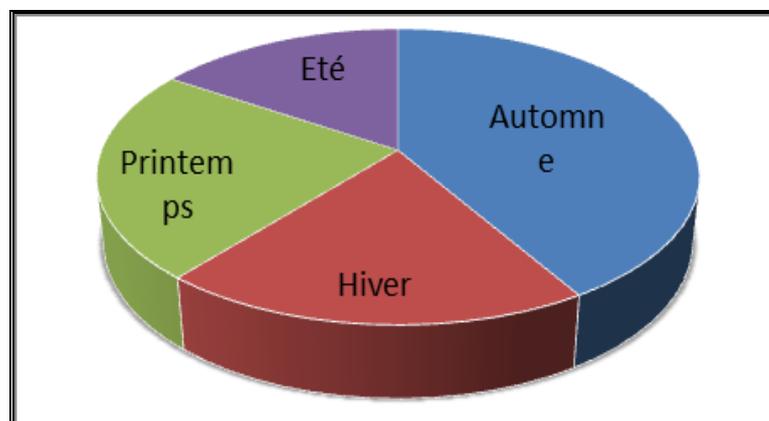


Figure III.4: Répartition saisonnière des pluies moyennes annuelles

- Interprétation des résultats :

L'histogramme de répartition des moyennes mensuelles précipitations (Fig. n°04) montre que : La pluviométrie maximale est de l'ordre de 15,91 mm pendant le mois de septembre, et le minimum est de l'ordre de 1,7 mm observé pendant le mois de mai avec une hauteur totale 117,39 mm.

III-3.1.2 Les Températures

L'étude hydrologique d'une région comporte l'analyse de son bilan thermique. La température est définie comme l'état atmosphérique de l'air ; elle varie selon les altitudes et la latitude de chaque région. Les données disponibles des températures moyennes mensuelles, durant la période (2006-2015) sont représentées graphiquement par la figure (04).

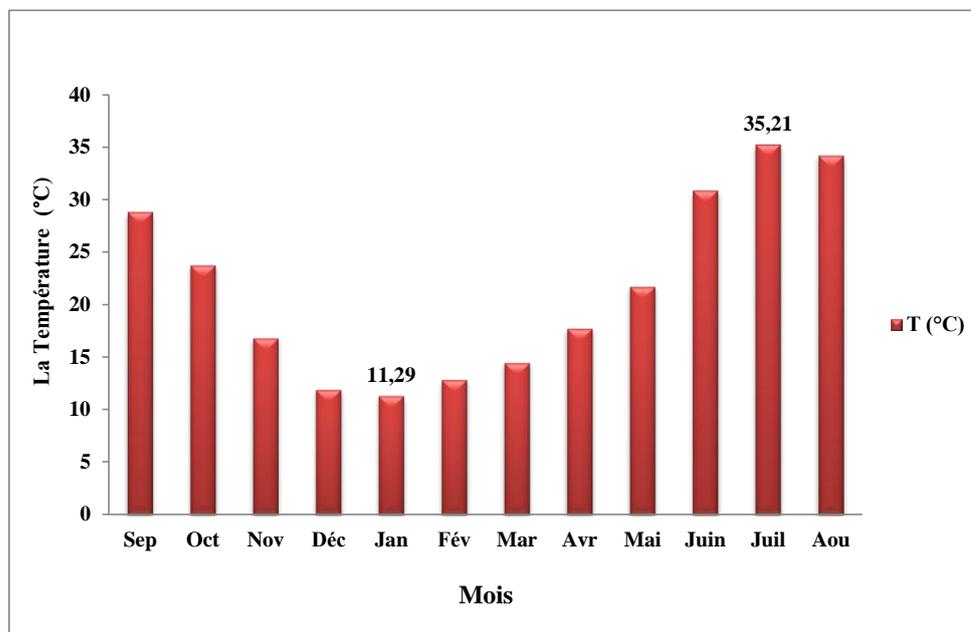


Figure II.05: Variations moyennes de températures (°C), station de Ghardaïa (2006-2015)

- Interprétation des résultats :

D'après le graphe , les valeurs mensuelles de la température de l'air varient avec une certaine régularité pendant l'année, avec un maximum en Juillet (35.21°C) et un minimum en Janvier (11 ,29 °C).

III-3.1.3 Détermination de l'aridité (indice d'aridité)

En 1923, le géographe De Martonne a défini l'indice de l'aridité qui est fonction de deux paramètres climatiques: la température (°C), et la précipitation (mm) selon la formule suivante :

$$I = P / (T+10) \dots\dots\dots(III.1)$$

Avec :

I : indice de De Martonne.

P : précipitations moyennes annuelles (mm).

T : température moyenne annuelle (°C).

Tableau III.01 : Classification climatique selon l'indice d'aridité.

Valeurs Indice d'Aridité	Type de climat	Irrigation
$I < 5$	Désertique	Indispensable
$5 < I < 10$	Très sec	Indispensable
$10 < I < 20$	Sec	Souvent Indispensable
$20 < I < 30$	Humide	Parfois utile
$I > 30$	Très humide	Inutile

Tableau III.02 : Indice d'aridité dans les stations de Ghardaia (période : 2003 – 2013)

P (mm)	T (°C)	I	Classement
100.39	21.59	3.18	Région Désertique

Selon de Martonne une valeur de I est inférieure à 5 caractérise un milieu Désertique et donc c'est le cas de la région de Mansourah.

* Diagramme d'Emberger :

Pour préciser le climat de la région nous employons le "climat gramme" de L. Emerger (figure.II.6) sur lequel nous avons reporte les données relatives à la station de Ghardaïa avec en abscisse la moyenne des minima de la saison froide en (°C) et en ordonnée Q donne par la formule suivante :

$$Q_2 = 3,43 \times P / (M-m) \dots\dots\dots (III.2)$$

Où : **Q₂** : facteur des précipitations d'Emberger.

P : précipitations annuelles (mm).

M : la température du mois le plus chaud (°C).

m : la température minimale du mois le plus froid (°C).

D'après les données de la période de 10 ans on a :

$P=100,39$.

$M= 35,21$ °C . $m =11,29$ °C. Donc : $Q_2 = 14,39$ mm/°C.

Selon la position sur le Diagramme d'Emberger, la région d'étude est caractérisée par un climat saharien avec un hiver doux.

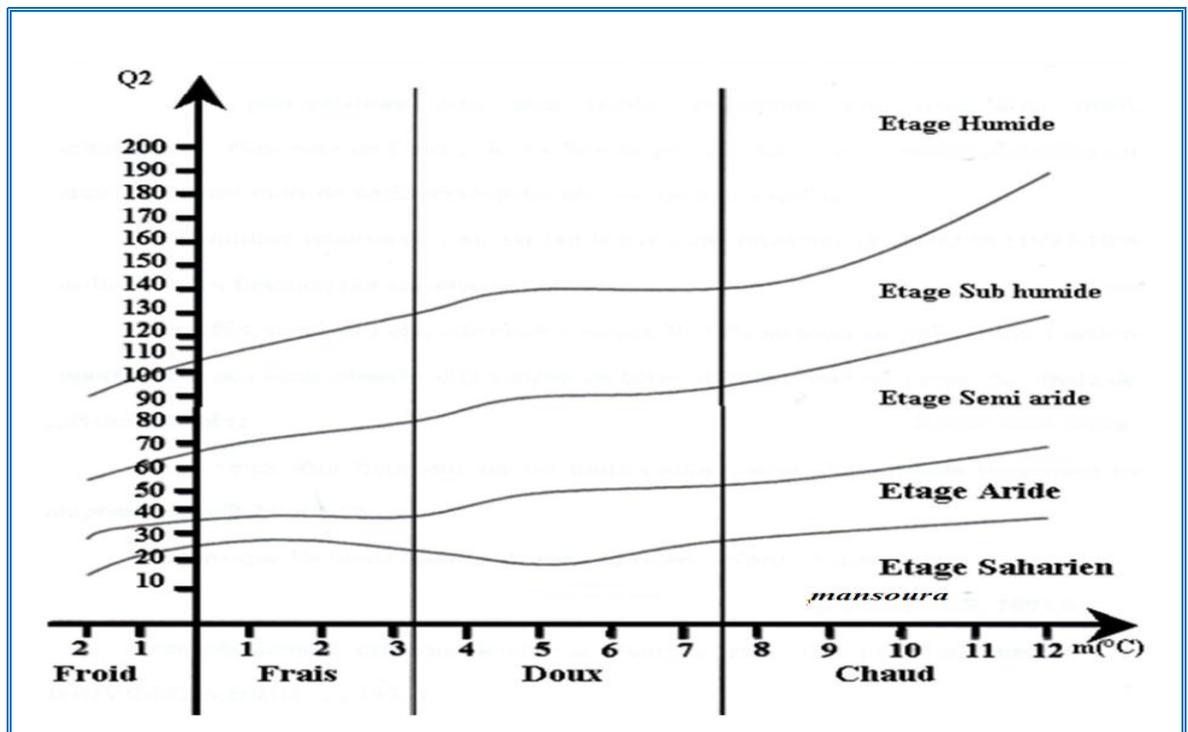


Figure III.06: Diagramme d'Emberger de la station de Ghardaïa (2006-2015).

III-3.1.4 Humidité relative de l'air

Les variations de l'humidité relative de l'air sont fondamentalement conditionnées par les variations de la température et par la nature des masses d'air locales. On admet que la variation de la température de l'air provoque, en règle générale, une variation contraire de l'humidité relative de l'air. La distribution spatiale des valeurs de l'humidité de l'air et variations journalières et annuelles, peuvent être modifiées par l'action des facteurs locaux.

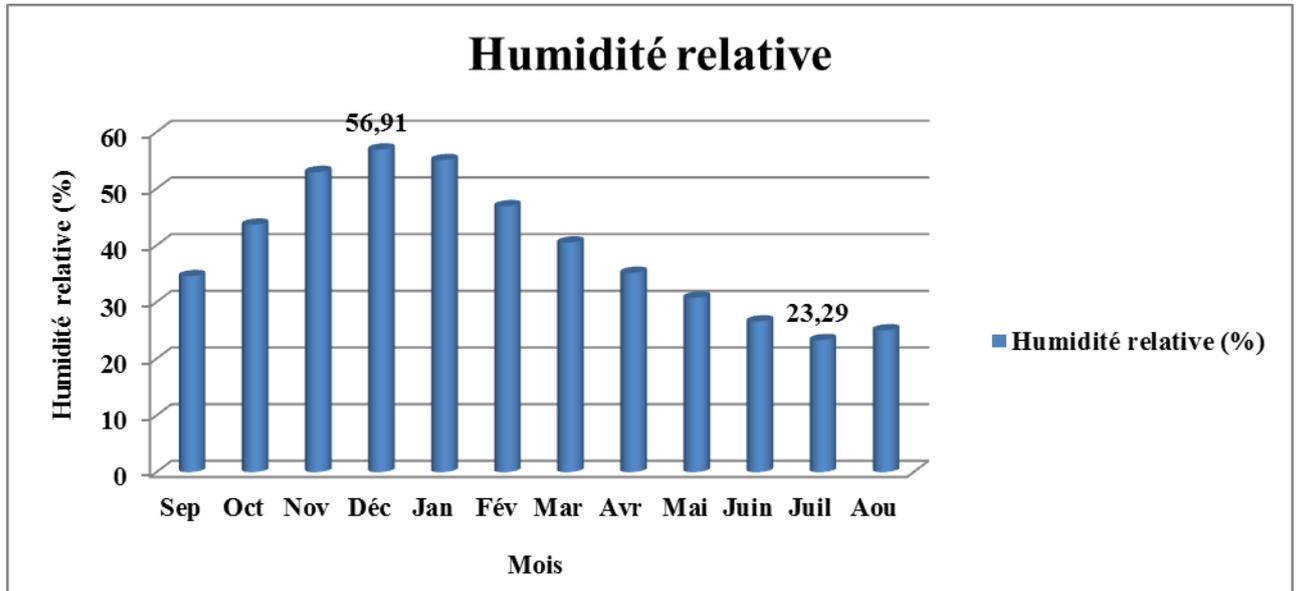


Figure III.07: Les variations de l'humidité relative de l'air (2005 -2016).

Le mois durant lequel on enregistre les valeurs les plus basses sont le mois de Juillet avec une valeur d'humidité relative de 23.29%. C'est pour les mois de novembre et décembre qu'on enregistre les valeurs les plus élevées, autour de 56.91%.

III-3.1.5 Vitesse du vent

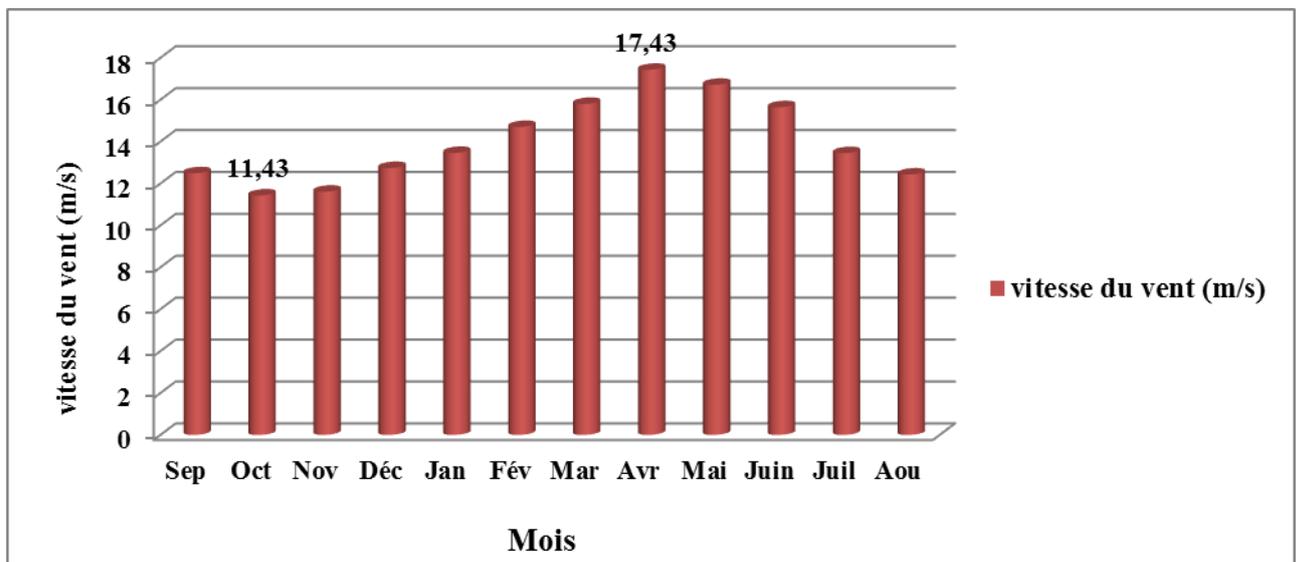


Figure III.08: Valeurs moyennes de la vitesse du vent (m/s)

La vitesse moyenne du vent présente une petite variation pendant toute l'année, en oscillant entre une valeur minimale en Octobre de l'ordre de 11.43 m/s, et une valeur maximale de 17.43 m/s mois d'Avril. Le graphique ci- après présente une illustration de ce paramètre sur l'année.

III-4. Hydrologie de la zone d'étude

Dans le désert non seulement les précipitations sont rares et irrégulières mais l'évaporation est considérable et plus importante que le niveau des précipitations.

La commune d'El Mansoura fait partie du bassin hydrographique du Sahara. Plus précisément à l'unité du Sahara septentrionale.

La pluviométrie est généralement irrégulière, avec une moyenne annuelle de l'ordre de 117mm.

Ces précipitations passent par 4 périodes majeures, la première est caractérisée par une sécheresse

La deuxième période est remarquable par une augmentation un peu remarquable toujours la troisième est la période la plus pluvieuse, la dernière période est caractérisée par une régularisation remarquable des précipitations.

III-5. Hydrogéologie de la zone d'étude:

Les eaux souterraines sont essentiellement du Continental Intercalaire. Celle – ci est une nappe chaude, elle constitue par conséquent le plus important réservoir géothermique dans le Sahara algérien.

La nappe albienne est définie par les formations continentales du Crétacé inférieur comprises entre le Néocomien et le Cénomaniens, constituées de sables, de grès avec des intercalations d'argiles.

La nappe du Continental Intercalaire est une nappe fossile, c'est-à-dire qu'elle est faiblement alimentée par rapport à son volume considérable. Son alimentation s'effectue principalement par infiltration des eaux de ruissellement des oueds qui descendent des massifs montagneux de l'Atlas saharien. Un gradient de profondeur est observé du Sud-Ouest vers le Nord-Est, la profondeur moyenne au Nord-Est est de près de 1000 m, la nappe affleure au Sud-Ouest plus particulièrement dans les régions d'Adrar et In Salah.

La commune de Mansourah satisfait ses besoins en eau (AEP, AEI et irrigations), à partir de la nappe du continental intercalaire (l'Albien). Les coupes géologiques et les différents sondages trouvés dans la documentation, montrent qu'on peut atteindre le toit de l'Albien à moins de 350m au nord de la commune, et entre 450m et 800m dans le reste de la commune.

III.6.Conclusion

- La région de Mansourah est l'une des communes de Ghardaïa, Elle appartient au bassin versant du Sahara Septentrional.
- Le climat dominant est ce de Sahara qui est caractérisé par des hivers courts et rigoureux et des étés longs et chauds.
- Les températures sont extrêmement élevées peuvent dépassées 40° en Eté.
- La pluviométrie est généralement irrégulière, avec une moyenne annuelle de l'ordre de 117mm.
- Ces précipitations passent par 4 périodes majeures, la première est caractérisée par une sécheresse presque totale avec quelques exceptions aux mois d'Avril, Juin, Juillet.
- L'humidité relative de l'aire varie entre 23.29% et 56.91%.
- La vitesse du vent oscille entre 11.43m/s et 17.43m/s.
- Le diagramme d'Emberger nous montre que le période de la commune Mansourah nouvelle est saharien.
- La commune de Mansourah satisfait ses besoins en eau, à partir de la nappe du continentale intercalaire (l'Albien)

CHAPITRE IV

Etude des besoins en eau

IV.1.Introduction

Les réseaux publics de distribution doivent satisfaire les besoins en eau domestique, ceux des services publics, et une partie des besoins d'arrosages et industriels. L'évaluation des quantités d'eau nécessaire ne peut se faire en toute certitude, car chaque catégorie des besoins en eau dépend de nombreux paramètres dont l'évolution dans le temps est difficile à préciser.

Pour un avant-projet, il est très important de déterminer la quantité nécessaire qui se fait non dans l'absolue, mais en relation avec le climat, les habitudes de propreté, les circonstances locale, les usagers divers que l'on fait de l'eau.

Une bonne conception de projet commence tout d'abord par une estimation convenable des multiples besoins que peut exiger l'agglomération en question.

Classiquement les consommateurs potentiels en eau dans un tissu urbain sont classés comme suit :

- Besoins Domestiques.
- Besoins des Equipements Publics.
 - Scolaires.
 - Administratifs.
 - Sanitaires.
 - Culturels.
 - Commerciaux.
 - Services.
- Besoins Industriels.

Les informations nécessaires pour l'élaboration de ce chapitre ont été recueillies au niveau des organismes suivants :

- A.P.C de Mansourah La Nouvelle Ville.
- La subdivision de l'Hydraulique de Metlili.
- Direction de l'hydraulique de la wilaya de Ghardaïa (D.H.W. Ghardaïa).

IV.2.Etude démographique

L'étude concernant l'estimation des besoins en eau reste liée au développement démographique et à l'élévation du niveau de vie.

Donc l'estimation doit être faite en fonction de l'évaluation de la population à différents horizons.

D'après le recensement effectué par les services d'APC en 2008, la population du centre (Mansourah La Nouvelle Ville) étant de 909 habitants.

L'objet de notre étude est de satisfaire les besoins en eau potable d'ici jusqu'à l'an 2046.

IV.3 Estimation de la population future

La population est un paramètre déterminant et statistique dans toute l'étude de planification et d'élaboration d'un projet d'alimentation en eau potable, donc son exploitation ultérieure, pour les besoins en eau varient non seulement avec l'évolution démographique, le niveau de vie de la population, mais aussi avec la diversité des activités locales et les extensions.

L'étude de ce projet, tient compte d'un horizon d'étude éloigné de 30 ans maximum à partir de l'année 2016.

On évalue la population future aux horizons suivants :

- Actuelle (2016).
- Moyen terme (2031).
- Long terme (2046).

Par l'application de la formule suivante :

$$P = P_0 (1+t)^n \dots\dots\dots (IV .1)$$

Où:

- **P** : population future à l'horizon considéré (ha).
- **P₀** : Population à l'année de référence (2008) (ha).
- **t** : taux d'accroissement annuel de la population en %, t=4.70 %.
- **n** : nombre d'année séparant l'année de référence à l'horizon

Considéré (30ans).

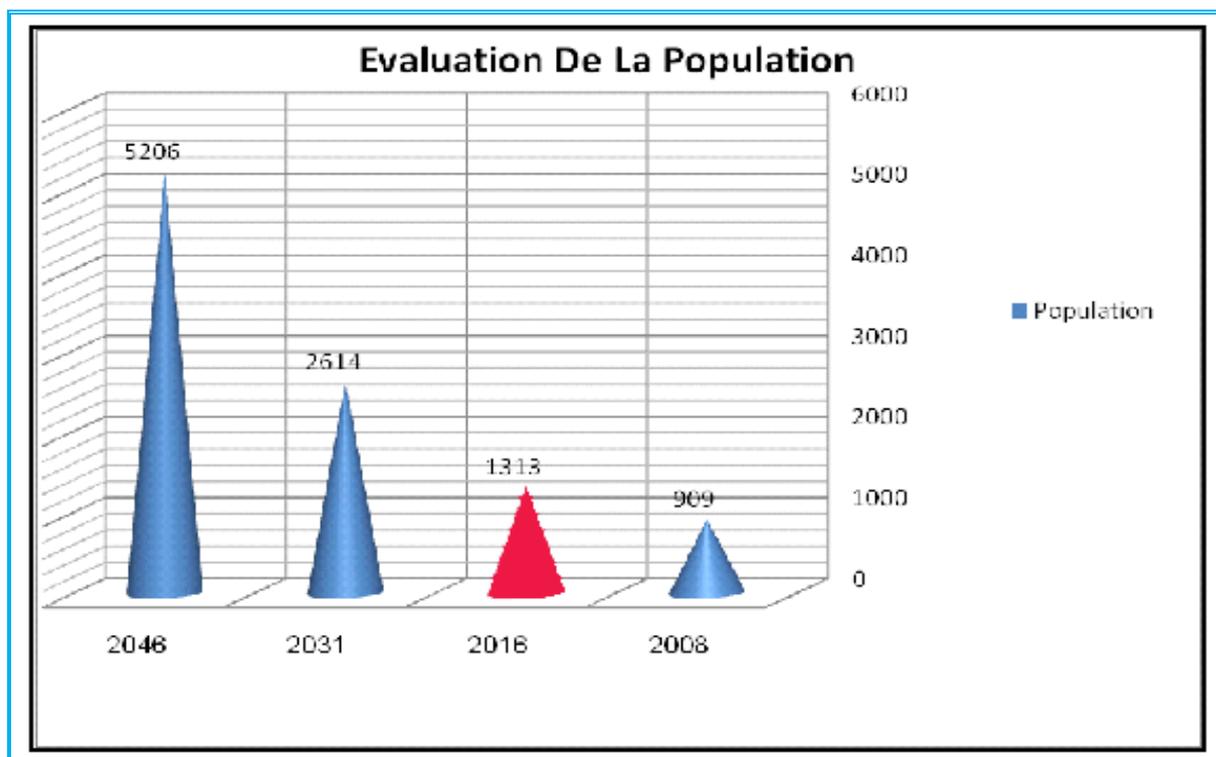
Le taux d'accroissement moyen annuel de la population est arrêté à 4.70 %, en tenant compte :

- ❖ Mode de vie.
- ❖ L'éducation (planning familial).
- ❖ Développement socioculturel.
- ❖ Degré général de l'instruction.

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau IV.1 Evaluation de la population pour différents horizons :

Agglomération	2008	Nombre d'habitants / Horizons d'études		
		Actuelle 2016	Moyen terme 2031	Long terme 2046
Mansourah Nouvelle	909	1313	2614	5206
Augmentation		404	1302	2592

**Figure IV.1** : Evaluation de la population pour différents horizons

IV.4 Estimation des besoins en eau

Le régime de la consommation en eau se forme sous l'influence de nombreux facteurs :

- naturel (température, précipitation).
- vie économique (agricole, industries).
- politique ;
- ethnographie (ménage,...).
- biologique (assortiment alimentaire).
- technique.

Pour assurer la demande en eau potable, nous devons examiner quels sont les besoins à satisfaire et l'évaluation de la consommation par catégorie.

IV.4.1 Choix de dotation :

En plus de la situation économique du consommateur, de la disponibilité des ressources, de l'utilisation des équipements domestiques modernes et de l'activité industrielle qui influent sur la variation des besoins d'une agglomération, en plus accusent une variation saisonnière pour atteindre un minimum en hiver et un maximum en été, résultant d'une consommation plus élevée au temps chaud et humide .

Donc pour le calcul des besoins domestiques futur de la ville Mansourah Nouvelle on recommande de prendre 160 l/j/hab (source D.H.W. Ghardaïa). pour l'horizon d'étude.

IV.4.2 Demande en eau

La demande en eau varie de plus en plus au cours de la journée et peut atteindre une valeur supérieure au double voir triple de la moyenne journalière cette variation n'a aucun effet sur les besoins évaluer en volume, bien qu'elle doive dicter les paramètres de dimensionnement des conduites du réseau de distribution et des ouvrages de stockage. [2]

IV.4.3 Evaluation des besoins en eau

L'évaluation est faite selon les informations recueillies sur la consommation actuelle et future en eau de la commune de Mansourah à partir des enquêtes menées auprès des services intéressés.

IV.4.3.1 Besoins domestiques

La consommation moyenne journalière domestique est obtenue par la formule :

$$Q_{moy.j} = \frac{d * N}{1000} \quad (m^3 / j) \dots\dots\dots (IV .2)$$

Avec $Q_{moy.j}$: consommation moyenne journalière (m^3 / j)

d : Dotation journalière (l/j/hab.).

N : Nombre de consommateurs. (hab)

Les besoins domestiques pour Mansourah La Nouvelle Ville à l'horizon 2031 et 2046 sont indiqués dans le tableau suivant :

Tableau IV.2: Evaluation des besoins domestiques suivant le taux d'accroissement :

Nbre d'habitants			Consommation m3/j			Consommation l/s		
Actuelle (2016)	M. Terme (2031)	L.Terme (2046)	Actuelle 160L/J/H	M. Terme 160L/J/H	L. Terme 160L/J/H	Actuelle 160L/J/H	M. Terme 160L/J/H	L. Terme 160L/J/H
1313	2614	5206	210,08	418,24	832,96	2,43	4,84	9,64

Vue le développement remarquable de ces régions et le programme important de l'habitat surtout dans la matière de l'habitat. On est obligé de prendre en considération l'extension du parc de logement et sont besoins en eau potable. (Données recueillis auprès de L'A.P.C).

IV.4.3.2 Besoins des équipements

Les besoins des équipements regroupent tous les besoins tel qu'administratifs, scolaires, sanitaires, culturels, sportifs et industriels.

Tous les besoins sont regroupés dans le tableau suivant :

Sur la base de taux d'accroissement 4.7% en estimant nos besoins en équipement pour les différents horizons :

A-Besoins Scolaires :

Ecole fondamentale (1ere ; 2eme ; et 3eme cycle)

- ✓ 07 m²/élève
- ✓ Taux max 35 élèves.
- ✓ Surface minimale 5000 m²

Equipements scolaires et éducatifs existent :

- 01 école fondamentale primaire - 06 classes. - 29 élèves/ classes.
- 01 C.E.M - 10 classes. - 35 élèves/ classes.
- 01 lycée - 12 classe -31 élèves/ classes

Tableau IV.3: Evaluation des Besoins scolaires.

Scolaire	Nbre			N ^{bre} d'élèves			Dotation (l/j/e)	Consommation (m ³ /j)			Consommation (l/s)		
	A	M.T	L.T	A	M.T	L.T		A	M.T	L.T	A	M.T	L.T
Primaire	1	2	3	174	348	1044	50	8,7	17,4	52,2	0,101	0,201	0,604
Moyen	1	1	2	350	350	700	50	17,5	17,5	35	0,203	0,203	0,405
Secondaire	1	1	1	372	372	372	50	18,6	18,6	18,6	0,215	0,215	0,215
C.F.P.A	1	1	1	250	250	250	50	12,5	12,5	12,5	0,145	0,145	0,145
Total :								57,3	66	118,3	0,663	0,764	1,369

B-Besoins Sanitaires :**Tableau IV.4:** Evaluation des Besoins Sanitaires.

Désignation	Nbre			Dotation (l/j/U)	Consommation (m ³ /j)			Consommation (l/s)		
	A	M.T	L.T		A	M.T	L.T	A	M.T	L.T
01 Hôpital	0	0	60 its	250	0,00	0,00	15,00	0,000	0,000	0,174
Pharmacie	0	1	3	2000	0,00	2,00	6,00	0,000	0,023	0,069
Salles de soin	1	2	3	5000	5,00	10,00	15,00	0,058	0,116	0,174
Total :					5,00	12,00	36,00	0,058	0,139	0,417

C- Besoins Sportifs :**Tableau IV.5:** Evaluation des Besoins sportifs.

Désignation	Nbre			Dotation (l/j/U)	Consommation (m ³ /j)			Consommation (l/s)		
	A	M.T	L.T		A	M.T	L.T	A	M.T	L.T
Salle de sport	1	1	2	10000	10,00	10,00	20,00	0,12	0,12	0,23
T de foot	2	3	3	1000	2,00	3,00	3,00	0,02	0,03	0,03
Total :					12,00	13,00	23,00	0,14	0,15	0,27

D- Besoins Socioculturels :

Les équipements administratifs et culturels ont pour destination de répondre aux besoins de la population.

Leur localisation s'effectuera afin de créer un centre structurant autour duquel doivent se développer les zones d'habitat assurant une meilleure satisfaction.

Chaque équipement administratif et culturel suivra les caractères architecturaux propres aux régions.

Programme officiel (pour équipement culturels).

- Salle polyvalente : * 01 salle pour 12.000 ha.

*0.05m² par habitant.

*Surface foncière 600m².

- Bibliothèque: * 0.03 M² / habitant.

*Surface foncière 900 m².

* 01 bibliothèque pour 30.000 habitants.

Tableau IV.6: Evaluation des Besoins Socioculturels

Désignation	Nbre			N fidèle			Dotation (l/j/f)	Consommation (m ³ /j)			Consommation (l/s)		
	A	M.T	L.T	A	M.T	L.T		A	M.T	L.T	A	M.T	L.T
Mosquée	1	2	3	500	1000	1500	50	25,00	50,00	75,00	0,289	0,579	0,868
Centre culturel	1	1	1	100	100	100	20	2,00	2,00	2,00	0,023	0,023	0,023
Bibliothèque	1	1	1	100	100	100	10	1,00	1,00	1,00	0,012	0,012	0,012
Zaouïa	2	2	2	200	200	200	50	10,00	10,00	10,00	0,116	0,116	0,116
Total :								38,00	63,00	88,00	0,440	0,729	1,019

E-Besoins Administratifs :

Tableau IV.7: Evaluation des Besoins Administratifs

Désignation	Nbre		Unité	Dotation (l/j/u)	Consommation (m ³ /j)		Consommation (l/s)	
	A	F			A	F	A	F
<i>Daira</i>	01	01	U	5000	05.00	05.00	0.0578	0.0578
<i>A .P.C</i>	01	01	U	5000	05.00	05.00	0.0578	0.0578
<i>P.t.t</i>	01	01	U	2000	02.00	02.00	0.0231	0.0231
<i>Gendarmerie</i>	01	01	U	5000	10.00	10.00	0.1157	0.1157
<i>Caserne</i>	01	01	U	10000	10.00	10.00	0.1157	0.0578
<i>P .civil</i>	00	01	U	10000	0.00	10.00	0.00	0.1157
<i>SD.HY + SD.AG</i>	01	01	U	2000	02.00	02.00	0.0231	0.0231
<i>ADE</i>	01	01	U	2000	02.00	02.00	0.0231	0.0231
<i>Travaux publique</i>	01	01	U	2000	02.00	02.00	0.0231	0.0231
<i>CNAC</i>	01	01	U	2000	02.00	02.00	0.0231	0.0231
<i>Habitat</i>	01	01	U	2000	02.00	02.00	0.0231	0.0231
<i>Finance</i>	01	01	U	2000	02.00	02.00	0.0231	0.0231
<i>ADS</i>	01	01	U	2000	02.00	02.00	0.0231	0.0231
<i>Bureau d'emploi</i>	00	01	U	2000	00.00	02.00	0.0231	0.0231
Total					46.00	58.00	0.53	0.61

F- Besoins Commerciaux :

Ce type d'équipement sera intégré à l'habitat. On distingue deux types de commerces :

Commerces de première nécessité (alimentation).0.25 m² / habitant.

Tableau IV.8: Evaluation des Besoins commerciaux.

Désignation	Nbre			Dotation (l/j/U)	Consommation (m ³ /j)			Consommation (l/s)		
	A	M.T	L.T		A	M.T	L.T	A	M.T	L.T
<i>Café</i>	02	04	06	5000	10.00	20.00	30.00	0.06	0.23	0.35
<i>Boulangerie</i>	01	01	02	5000	05.00	05.00	10.00	0.06	0.06	0.12
<i>Restaurant</i>	01	03	05	5000	05.00	15.00	25.00	0.06	0.17	0.29
<i>Boucherie</i>	00	02	04	5000	00.00	10.00	20.00	0.06	0.12	0.23
<i>St-service</i>	01	01	01	10000	10.00	10.00	10.00	0.12	0.12	0.12
<i>Marché</i>	00	01	01	5000	0.00	05.00	05.00	0.00	0.06	0.06
<i>Douche</i>	00	01	02	15000	0.00	15.00	30.00	0.00	0.17	0.35
Total :					30.00	80.00	130.00	0.35	0.93	1.50

Tableau IV.9: récapitulatif des différents besoins d'équipements.

Désignation	Consommation (m ³ /j)			Consommation (l/s)		
	A	M.T	L.T	2016	2031	2046
Scolaires	57,3	66	118,3	0,663	0,764	1,369
Sportifs	12	13	23	0,14	0,15	0,27
Sanitaires	5	12	36	0,058	0,139	0,417
Socio-culturels	38	63	88	0,44	0,729	1,019
Commerciaux	30.00	80.00	130.00	0.35	0.93	1.50
Administratifs	46.00	46.00	58.00	0.53	0.53	0.61
Total	209.70	291.70	411.60	2.427	3.376	4.763

IV.5 Etude Des Variations Des Besoins

Généralement le débit consommé par les habitants n'est pas constant, il varie selon la consommation due aux variations : Annuelles, mensuelles, horaire et journalières

Annuelles : suivant le développement de l'agglomération.

Mensuelles : sont dues à l'importance de la vie (villes touristiques, grande ville...).

Journalier : variée suivant les jours de la semaine.

Horaire : représentant la variation la plus importante à l'heure de pointe de la journée.

IV.5.1 Débit Moyen Journalier

Le débit moyen journalier représente la somme de tous les besoins

$$Q_{\text{moyj}} = \sum (\text{Besoins Domestique} + \text{Besoins Des Equipements}) + \text{Pertes dans le Réseau (30\%)}$$

IV.5.2 Débit Maximal Journalier

Représente la demande maximale en eau pour une agglomération donnée par :

$$Q_{MAXJ} = Q_{moyj} \times K_j \quad \dots\dots\dots (IV.3)$$

K_j : coefficient de variation journalier, en générale, $1,1 < K_j < 1,3$
(Vue l'aspect rural de la zone On prend : $K_j = 1,1$)

IV.5.3 Débit Horaire :

Il est calculé par la formule suivante

$$Q_h = \frac{Q_{moy.j} \times K_h}{24} \quad \dots\dots\dots (IV.4)$$

- **Q_h** : Débit horaire.
- **Q_{moy j}** : Débit moyen journalier
- **K_h** : coefficient de variation horaire

Le Coefficient de variation horaire **K_h** : Il exprime l'irrégularité de la consommation pendant les heures de la journée, il est donné par la formule.

$$K_H = \alpha_{max} \times \beta_{max}$$

α_{MAX} : coefficient qui dépend du niveau de confort de la population ainsi que régime de travail
 $1.2 < \alpha_{MAX} > 1.4$ (on prend $\alpha_{MAX} = 1.2$)

β_{MAX} : coefficient qui dépend du nombre d'habitants.

IV.5.4 Débit De Pointe :

Il représente la demande en eau dans les heures de pointe ; il est déterminé par la relation suivante :

$$Q_P = Q_{moyj} \times K_P \quad \dots\dots\dots (IV.5)$$

- **K_P** : coefficient de pointe, donné par la relation suivante : $K_P = K_J \times K_H$
- **K_J** = Coefficient de variation journalière
- **K_h** = Coefficient de variation horaire

Tableau IV.10 Calcul des besoins suivant le Taux d'accroissement Mansourah Nouvelle

Horizon	périodes	Nbre d'hab	Dotation	Domestique	Qmoyj		alpha	beta	K h	KJ	Qmaxj		Qh	Kp	Qp	
					l/j/hab	m3/j					m3/j	m3/h			m3/j	l/s
AC	2016	1313	160	210,08	545,714	1,2	2	2,4	1,1	545,71	54,57	2,64	1440,68	16,675		
MT	2031	2614	160	418,24	922,922	1,2	1,6	1,92	1,1	922,92	73,83	2,112	1949,21	22,560		
LT	2046	5206	160	832,96	1617,928	1,2	1,5	1,8	1,1	1617,93	121,34	1,98	3203,50	37,078		

Bases de calcul:

Nombre d'habitants pour l'année 2008 : RGPH 2008 - SOURCE D.P.A.T

Dotations pour différents horizons.

Taux de pertes : 30 %

Kj : coefficient maximum journalier = 1.10

kmax h = alpha x bêta (coef maximum horaire)

alpha est prise = 1.20

Tableau IV.11 Valeurs de bêta en fonction du nombre d'habitants

Pop x10 ³	1.00	1.50	2.50	4.00	6.00	10.00	20.00	30.00	100.00	300.00	>1000
Beta max	2.00	1.80	1.60	1.50	1.40	1.30	1.20	1.15	1.10	1.03	1.00
Beta min	0.10	0.10	0.10	0.20	0.25	0.40	0.50	0.60	0.70	0.83	1.00

Les variations horaires de la consommation totale dans divers centres d'agglomérations sont représentées dans le Tableau IV.13

Tableau IV.12: Variation horaire de la consommation totale dans divers centres d'agglomérations

Heures	Moins de 10000	10001 a 50000	50001 a 100000	Plus de 100000	Agglomération type rural
0-1	1	1.5	3	3.35	0.75
1-2	1	1.5	3.2	3.25	0.75
2-3	1	1.5	2.5	3.3	1
3-4	1	1.5	2.6	3.2	1
4-5	2	2.5	3.5	3.25	3
5-6	3	3.5	4.1	3.4	5.5
6-7	5	4.5	4.5	3.85	5.5
7-8	6	5.5	4.9	4.45	5.5
8-9	6	6.25	4.9	5.2	3.5
9-10	5	6.25	5.6	5.05	3.5
10-11	4	6.25	4.8	4.85	6
11-12	5	6.25	4.7	4.6	8.5
12-13	7	5	4.4	4.6	8.5
13-14	7	5	4.1	4.55	6
14-15	5	5	4.2	4.75	5
15-16	4	6	4.4	4.7	5
16-17	5	6	4.3	4.65	3.5
17-18	6	5.5	4.1	4.35	3.5
18-19	6	5	4.5	4.4	6
19-20	5	4.5	4.5	4.3	6
20-21	4.5	4	4.5	4.3	6
21-22	3	3	4.8	4.2	3
22-23	2	2	4.6	3.75	2
23-24	1	1.5	3.3	3.7	1
Total	100%	100%	100%	100%	100%

Vu que notre répartition est inférieure à 10000 habitants (car le nombre d'habitants de l'année 2016 est de 1313 hab)

La répartition est indiquée dans le Tableau **IV.14**

Tableau IV.13: Variation des débits horaires de la ville Mansourah nouvelle

heures Δt	consommation totale $Q_{maxj}=545,7/m^3/j$		courbe de la consommation cumulée	
	%	m ³ /h	%	m ³ /h
0 - 1	1	5,457	1	5,457
1 - 2	1	5,457	2	10,914
2 - 3	1	5,457	3	16,371
3 - 4	1	5,457	4	21,828
4 - 5	2	10,914	6	32,743
5 - 6	3	16,371	9	49,114
6 - 7	5	27,286	14	76,399
7 - 8	6,5	35,471	20,5	111,871
8 - 9	6,5	35,471	27	147,342
9 - 10	5,5	30,014	32,5	177,356
10 - 11	4,5	24,557	37	201,913
11 - 12	5,5	30,014	42,5	231,927
12 - 13	7	38,200	49,5	270,126
13 - 14	7	38,200	56,5	308,326
14 - 15	5,5	30,014	62	338,340
15 - 16	4,5	24,557	66,5	362,897
16 - 17	5	27,286	71,5	390,183
17 - 18	6,5	35,471	78	425,654
18 - 19	6,5	35,471	84,5	461,125
19 - 20	4,5	24,557	89	485,682
20 - 21	5	27,286	94	512,967
21 - 22	3	16,371	97	529,339
22 - 23	2	10,914	99	540,253
23 - 24	1	5,457	100	545,710

Les résultats trouvés nous permettent de tracer le graphique de consommation de l'agglomération.

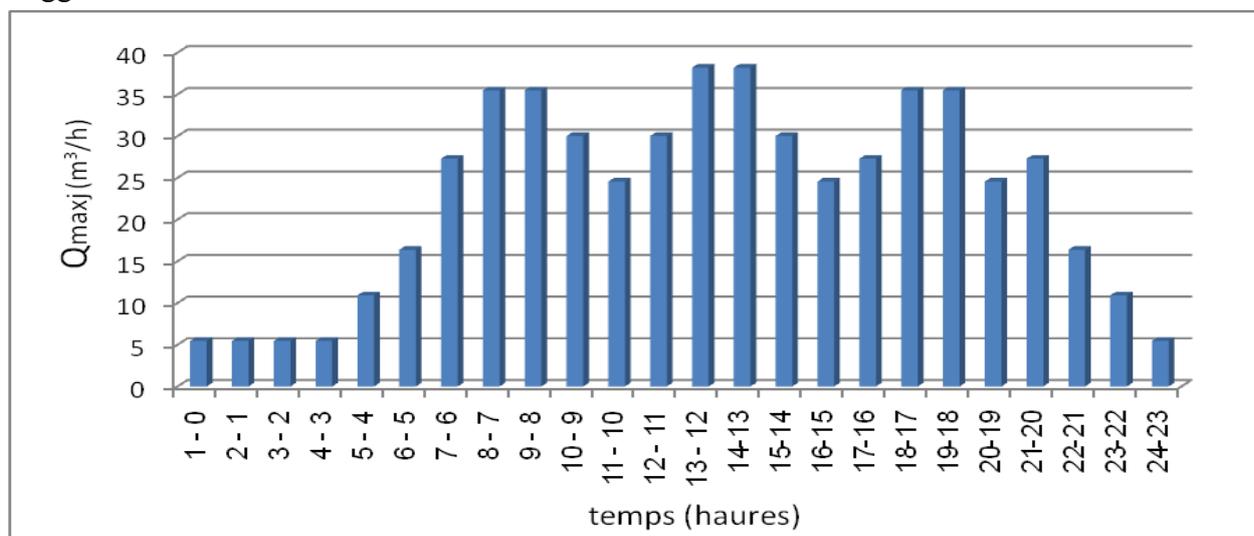


Figure IV.2 Le graphique de consommation

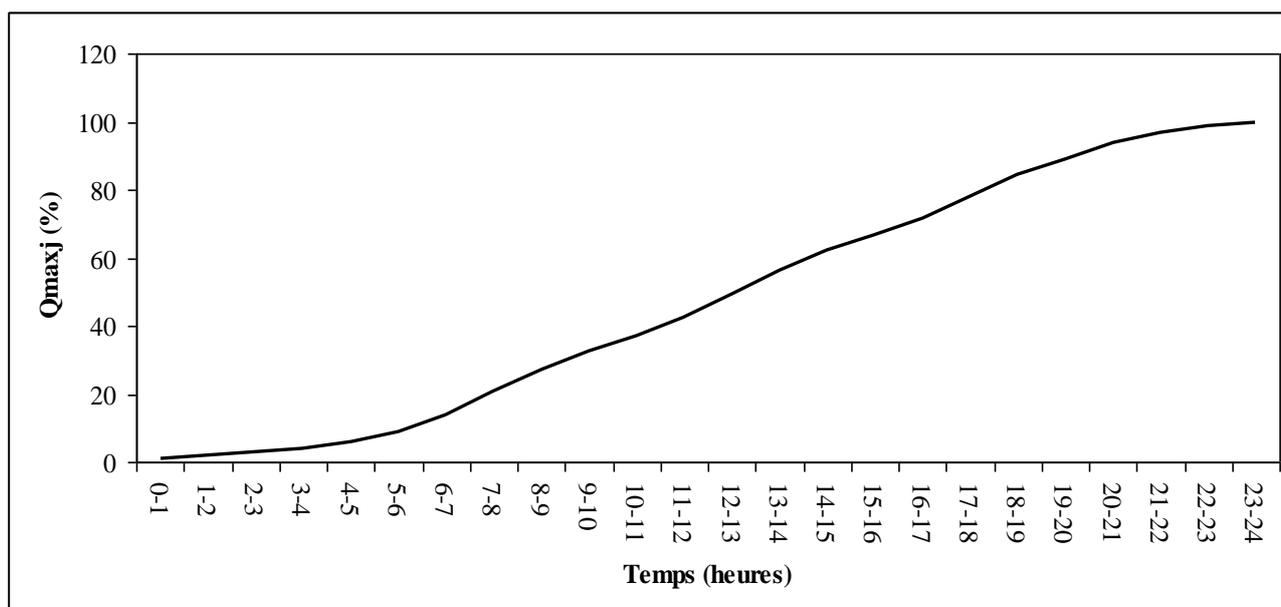


Figure IV.3 La courbe de la consommation

IV.6. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons fait l'estimation des besoins en eau de la commune de Mansourah Nouvelle actuellement et en moyen terme et long terme à l'horizon 2041.

Les différentes informations présentées dans ce chapitre (population et équipement de services) représentent les premières données de base pour l'élaboration de notre travail de point de vue exploitation des forages et la gestion de réseau de distribution ainsi que les réservoirs.

CHAPITRE V

Diagnostic Et Recommandation Du Système d'AEP

V.1 .Introduction

Comme tout diagnostic d'un système d'alimentation en eau potable, nous avons défini et identifié tous problèmes et anomalies rencontrées dans ce système, pour la ville de Mansourah Nouvelle, en passant par :

- Un diagnostic des forages et conduites de refoulement ;
- Un diagnostic des ouvrages de stockage ;
- Un diagnostic du réseau de distribution ;

V.2 .Mise en place de l'EPANET et analyse des données du réseau

L'objectif à atteindre pour le réseau d'AEP Mansourah Nouvelle est de faciliter l'accès aux données des différentes bases, assurer la communication entre le code de calcul et l'utilisateur dans les différentes tâches à accomplir : chargement de données, lancement de calcul, modification, affichage des résultats... etc.

V.2.1. Passage AutoCAD –EPANET

Cette étape consiste à faire le passage du AutoCAD vers Epanet afin d'effectuer la simulation hydraulique à partir de données AutoCAD au sein d'Epanet. Un traitement permet de générer un fichier «.inp» pouvant être traité par Epanet pour les conduites composant le réseau uniquement (les autres ouvrages devront être ajoutés manuellement par la suite)

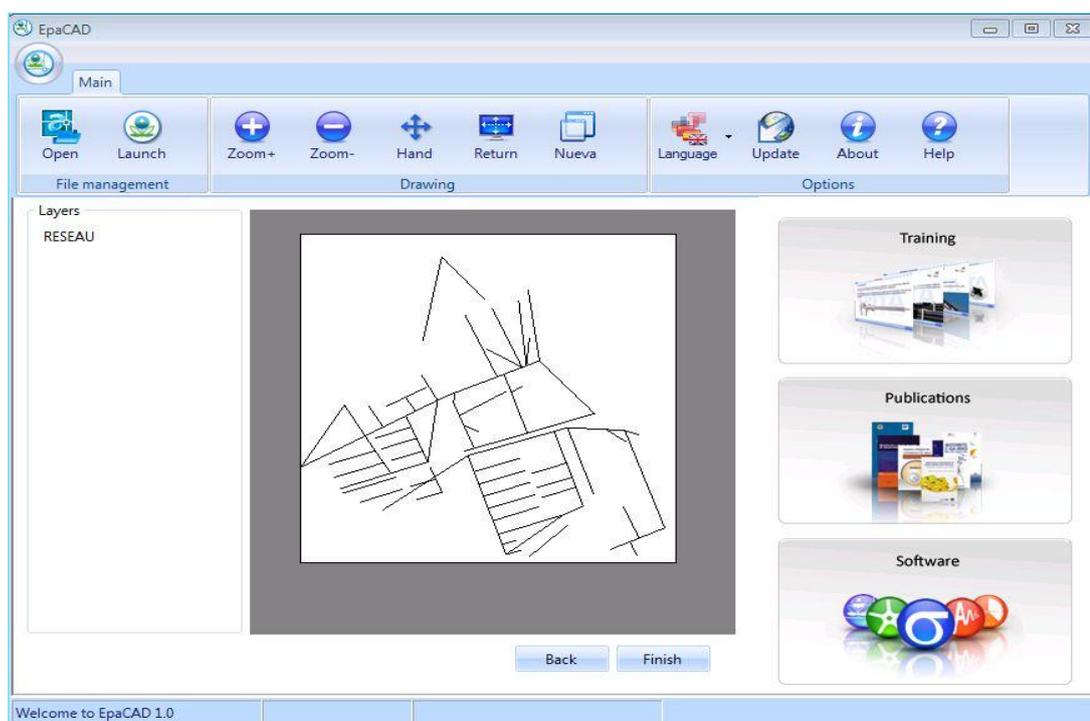


Figure V.1. Passage AutoCAD –Epanet

Le passage a été réalisé à l'aide de l'outil «EpaCAD ». C'est un programme qui convertit tous les éléments de classe lignes et poly-lignes (dans des couches en format DXF) en un ensemble de canalisations et raccords sous Epanet [16].

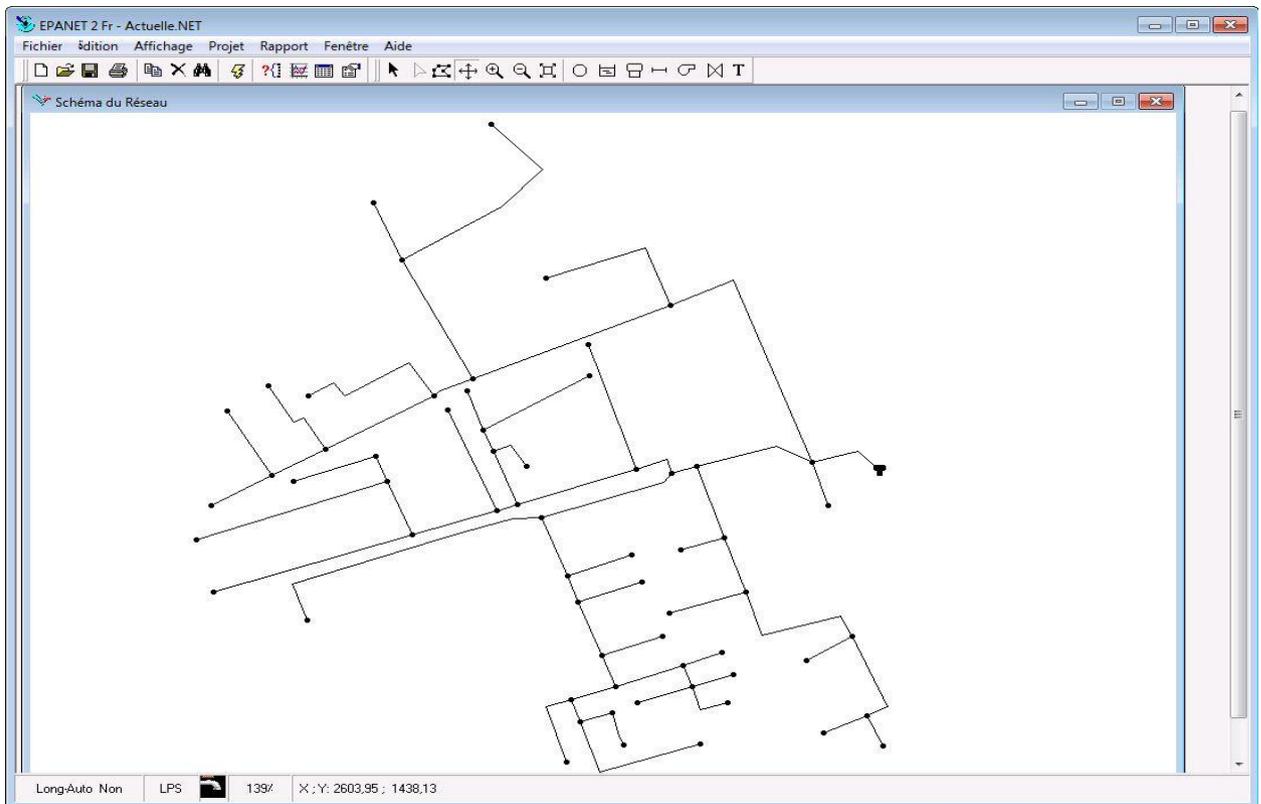


Figure V.2. Le réseau d'AEP importé sous Epanet.

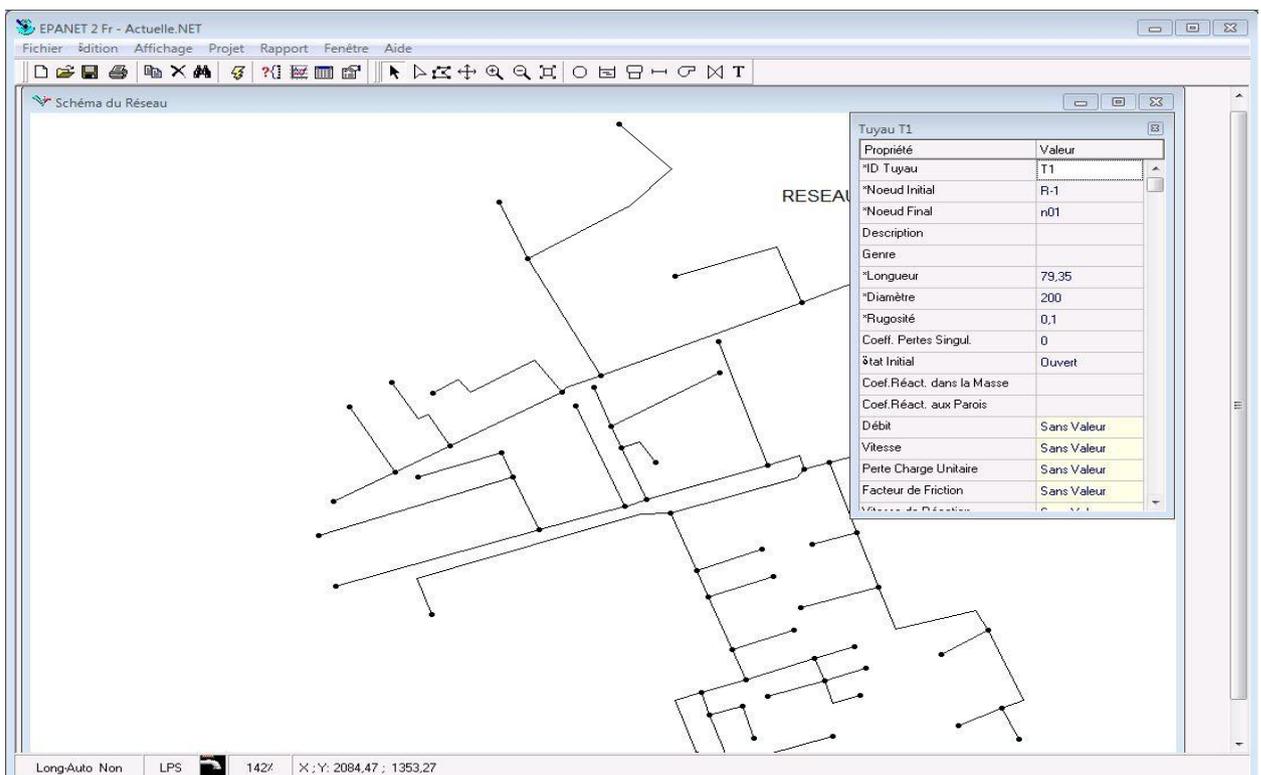


Figure V.3 .Exemple de saisie des données des nœuds.

Les consommations du réseau sont définies aux nœuds. L'intérêt de cette étape est de pouvoir établir un profil de consommation propre à chaque partie du réseau à partir de la demande des nœuds du réseau d'AEP et le débit de pointe du réseau. Une fois les options de simulation sont définies, la simulation est lancée. La figure V. 4 représente les options d'une simulation.

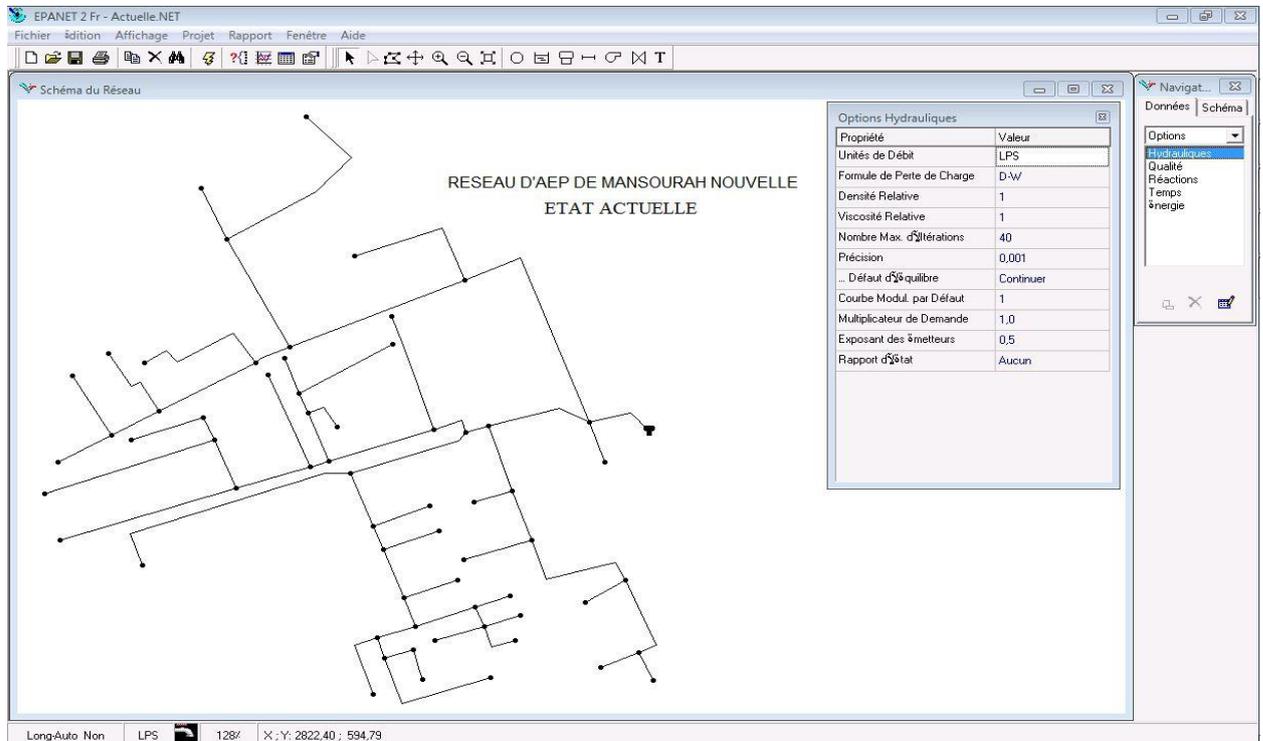


Figure V.4. Définition des options et lancement de simulations

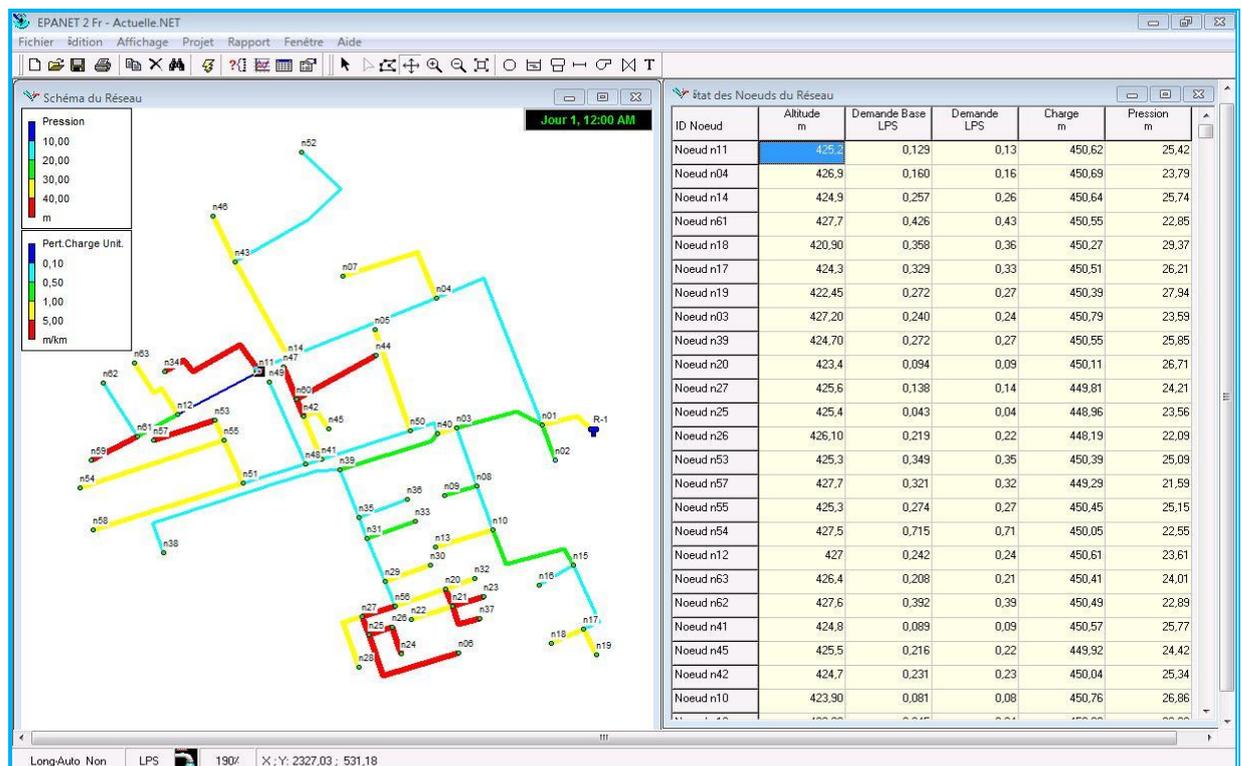


Figure IV.5. Exemple de résultats de simulation.

V.3. Diagnostic du système actuel du réseau d'AEP

Les réseaux d'alimentation en eau potable des agglomérations posent de nombreux problèmes de point de vue hydraulique, dues aux accroissements démographiques, et au mode d'exploitation du système d'alimentation en eau.

V.3.1. Diagnostic de forage

Le champ de captage de la zone de Mansourah Nouvelle est composé 1 forage assurant l'approvisionnement en eau de l'agglomération et alimenté le réservoir avec un débit mesuré 32.00 (l/s), Réalisé en 1986, avec des cordons ($x=034506$, $y=315844$, $z=435m$), et la profondeur 480m (Nappe Albienne).

En remarque une différence entre les débits des forages et les débits actuellement exploités ; cette différence est évaluée pour un total de 16,67 l/s.

Il existe quelques défaillances qui sont :

- Absence du manomètre pour le calcul des pressions.
- L'abri de ce forage est en état de dégradation.
- Le manque de l'éclairage.
- L'inexistence du débit mètre.
- Absence d'une prise d'échantillon pour l'analyse d'eau.
- Le câble d'électricité n'est pas protégé.
- Début de corrosion des équipements de ce forage.

V.3.2. Diagnostic de Réservoir :

Dans la ville de Mansourah Nouvelle, il existe un (01) réservoir de type Rectangulaire, à Daite Ouled Riyah réalisé à 1987 .

Tableau V.1.: Caractéristiques de réservoir

Type	Capacité m^3	Etat physique	Etanchéité du réservoir physique	Fuites dans les chambres de vannes
Réservoir Rectangulaire	$1500m^3$ ($2*750$) m^3	Dégradé	Moyenne	Existe



Figure IV.6. Photo réservoir et de Chambre de vannes

Les constatations sont les suivantes :

- Le génie civil en état dégradé, présence des fissures au niveau de la paroi de réservoir
- La réfection de la peinture de réservoir.
- La réparation des fuites au niveau des chambres de vanne.
- La tuyauterie est en moyen état.
- Les accessoires en moyen état (présence de corrosion).
- Entretien et nettoyage pas régulièrement

Vérification De La Capacité Du Stockage

Méthode Graphique : Généralement dans l'alimentation en eau potable, il est admis que la capacité du réservoir n'excède pas 30% de la consommation maximale journalière plus la réserve d'incendie.

La capacité est déterminée par la relation suivante :

$$Vr = (20\text{à}30)\%Q_{\max j} + Vinc \dots\dots\dots(\text{ V .1})$$

Vr : volume Du réservoir (m³)

Q_{maxj} : la consommation maximale journalière (m³/j)

Vinc : le volume d'incendie (m³)

Le volume de la réserve d'incendie est donne par l'expression

$$Vinc = 3.6Q_{inc} \times T \dots\dots\dots(\text{ V .2})$$

T : Temps nécessaire pour éteindre un incendie (2-3) heures (T =2 heures)

Q_{inc} : Débit d'incendie qui doit assurer par un poteau ou bouche d'incendie (donné en fonction de nombre d'habitant)

Calcul du volume d'incendie

$$Vinc = 3.6 \times 17 \times 2 = 122.4 \text{ m}^3$$

Le volume total du stockage (actuel) :

Q_{maxj} : la consommation maximale journalière pour 2016 = 545,71 m³ /j

$$Vr = 0,30 \times (545,71) + 122.40 = 286.11 \text{ m}^3$$

Le volume total du stockage (Horizon 2041) :

Q_{maxj} : la consommation maximale journalière pour 2041 =1617,93 m³ /j

$$Vr = 0.30 \times (1617,93) + 122.40 = 607.78 \text{ m}^3$$

V.3.3. Diagnostic du réseau de distribution

L'état du réseau d'AEP ainsi que les caractéristiques de tous les tronçons en indiquant la longueur, le diamètre, le matériau et l'état de chaque tronçon et on mentionne les problèmes rencontrés, sont représentées dans (Tableau V.1) caractéristiques des tronçons état actuel)

Tableau V.2.caractéristiques des tronçons état actuel

N°	T ID	Longueur m	Diamètre mm	TYPE	Etat	Observation
1	Tuyau T1	79,30	200	A.ciment	vétuste	
2	Tuyau T2	79,60	40	Acier.G	A réhabilitée	
3	Tuyau T3	128,80	200	A.ciment	vétuste	A changer
4	Tuyau T 4	428.70	160	A.ciment	vétuste	A changer
5	Tuyau T5	206,50	160	PEHD	BON	
6	Tuyau T6	229,80	63	PEHD	BON	
7	Tuyau T7	249,00	63	PEHD	BON	
8	Tuyau T8	126,00	150	A.ciment	vétuste	A changer
9	Tuyau T9	68.30	50	Acier.G	A réhabilitée	
10	Tuyau T10	56,70	150	A.ciment	vétuste	A changer
11	Tuyau T11	190,10	40	PEHD	BON	
12	Tuyau T12	273,50	40	PEHD	BON	
13	Tuyau T13	121,10	50	Acier.G	A réhabilitée	
14	Tuyau T14	496,00	40	Acier.G	A réhabilitée	
15	Tuyau T15	283,30	100	Acier.G	vétuste	A changer
16	Tuyau T16	59,40	63	PVC	BON	
17	Tuyau T17	174,60	100	Acier.G	A réhabilitée	
18	Tuyau T18	70,00	40	PVC	A réhabilitée	
19	Tuyau T19	57,10	40	Acier.G	vétuste	A changer
20	Tuyau T20	47,30	32	PVC	BON	
21	Tuyau T21	42,00	40	Acier.G	vétuste	A changer
22	Tuyau T22	48,60	32	PVC	BON	
23	Tuyau T23	297,00	32	Acier.G	vétuste	A changer
24	Tuyau T24	53,70	32	PVC	BON	
25	Tuyau T25	45,00	32	PVC	BON	
26	Tuyau T26	108,60	63	PVC	MOYEN	A changer
27	Tuyau T27	54,70	150	A.ciment	vétuste	A changer
28	Tuyau T28	189,30	32	PVC	BON	
29	Tuyau T29	160,00	50	Acier.G	BON	
30	Tuyau T30	50,00	32	Acier.G	vétuste	
31	Tuyau T31	50,00	150	A.ciment	vétuste	A changer
32	Tuyau T32	545.80	40	Acier.G	A réhabilitée	
33	Tuyau T33	50,00	150	A.ciment	vétuste	A changer
34	Tuyau T34	104,30	50	Acier.G	vétuste	A changer
35	Tuyau T35	40,00	40	Acier.G	A réhabilitée	
36	Tuyau T36	105,80	50	Acier.G	vétuste	A changer
37	Tuyau T37	98,00	150	A.ciment	vétuste	A changer
38	Tuyau T 38	133,70	63	PEHD	BON	
39	Tuyau T39	267,00	150	A.ciment	vétuste	A changer
40	Tuyau T 40	97,60	150	A.ciment	vétuste	A changer
41	Tuyau T 41	114,40	63	Acier.GL	A réhabilitée	

42	Tuyau T 42	178,00	32	Acier.GL	A réhabilitée	
43	Tuyau T 43	80,10	32	Acier.GL	A réhabilitée	
44	Tuyau T 44	58,50	50	Acier.GL	A réhabilitée	
45	Tuyau T 45	114,50	160	PEHD	BON	
46	Tuyau T 46	72,30	32	PVC	MOYEN	
47	Tuyau T 47	42,60	150	A.ciment	vétuste	A changer
48	Tuyau T 48	33,70	150	A.ciment	vétuste	A changer
49	Tuyau T 49	81,70	40	Acier.GL	A réhabilitée	
50	Tuyau T50	215,50	150	A.ciment	vétuste	A changer
51	Tuyau T51	128,90	150	A.ciment	vétuste	A changer
52	Tuyau T52	84,20	90	PEHD	BON	
53	Tuyau T53	99,10	40	PEHD	BON	
54	Tuyau T54	305,30	63	PEHD	BON	
55	Tuyau T55	163,50	160	PEHD	BON	
56	Tuyau T56	52,00	63	PEHD	BON	
57	Tuyau T57	126,40	32	PEHD	BON	
58	Tuyau T58	177,50	32	Acier.G	vétuste	A changer
59	Tuyau T59	302,40	40	PEHD	BON	
60	Tuyau T60	68,30	90	PEHD	BON	
61	Tuyau T61	38,50	50	Acier.GL	vétuste	A changer
62	Tuyau T62	145,90	40	PEHD	BON	
63	Tuyau T63	145,35	32	Acier.G	A réhabilitée	

✚ La longueur de réseau d'alimentation en eau potable utilisé dans la ville de Mansourah Nouvelle est : 7472 m.

Remarque : Le matériau utilisé dans le réseau est l'amiante ciment.

L'amiante est un matériau fibreux que l'on mélange avec du ciment qui est un silicate de calcium et d'aluminium .on constitue avec se produit une sorte de toile qui est enroulée autour d'un mandrin et donne des tuyaux économiques, mais assez fragiles aux chocs et les risques pour la santé.

L'exposition à l'amiante, même faible, est scientifiquement établie comme nocive. Si le fait est connu, la raison de cette nocivité, liée aux caractéristiques des fibres d'amiante,

En résumé les conduites en amiante ciment doivent être évitées.

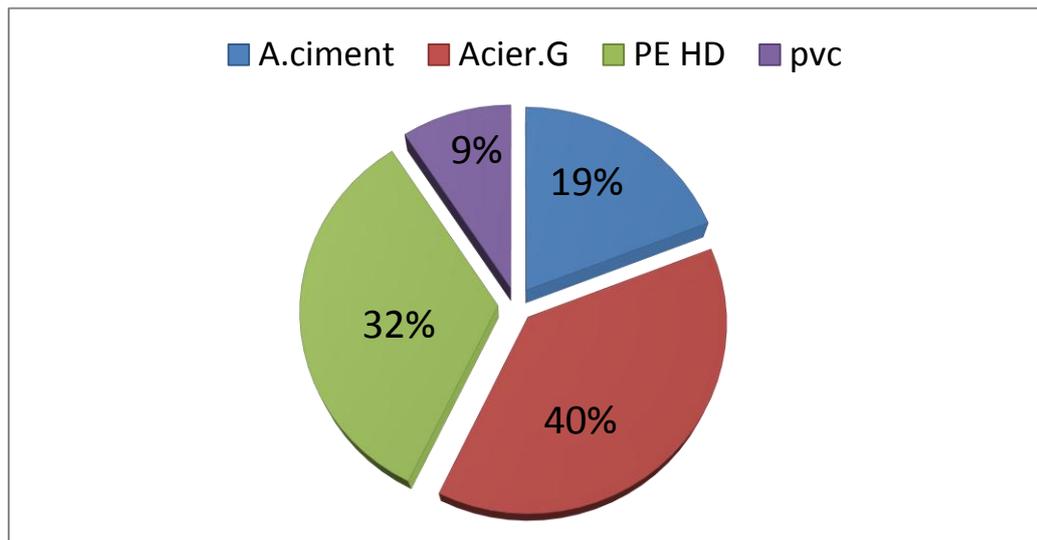


Figure IV.8. Répartition des longueurs en fonction de la nature des conduites

Le réseau de distribution est constitué à 40 % de conduites en **acier.G** avec un linéaire de 2846,35 m. Les conduites en **PEHD** représentent un taux de 32 % avec un linéaire de 2503,3 m. Les conduites en **A.C** représentent un taux de 19 % avec un linéaire de 1428,8 m Par contre, **PVC** ne représente que 9 % avec un linéaire de 694,2 m.

On remarque que la majorité des conduites de distribution sont en acier galvanisé ce qui veut dire que le réseau est ancien, plus les défaillances existantes ne sont les suivantes :

- Le réseau de distribution ne possède aucun système de comptage.
- Manque d'entretien.
- Les fuites au niveau des branchements.
- Les bouches d'incendie et les robinets vanne sont corrodés et le nombre est très limité.

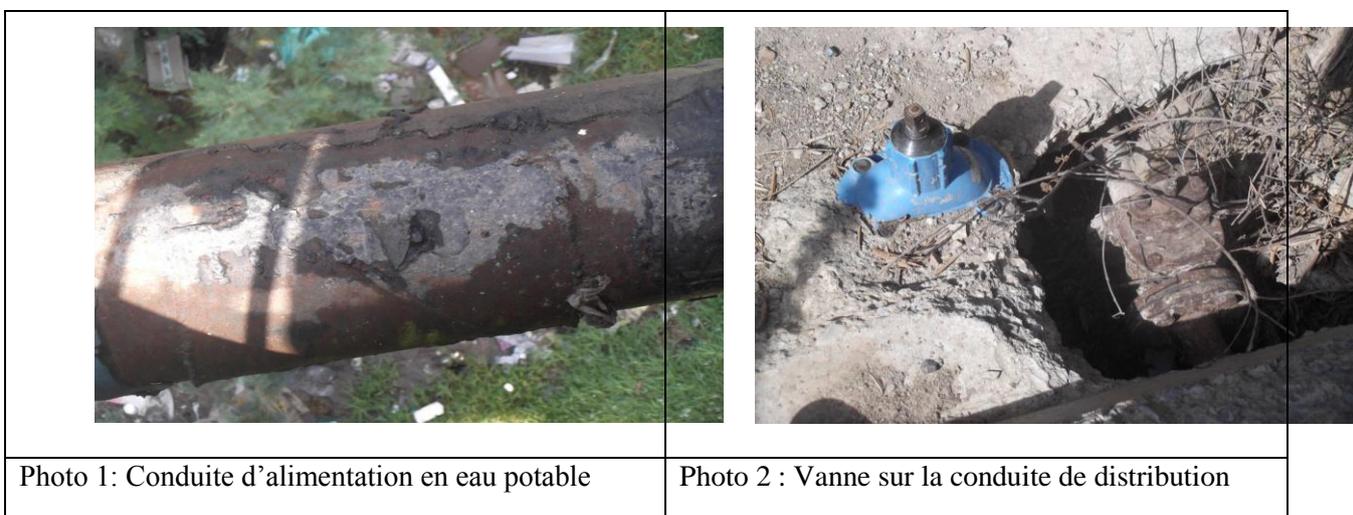


Figure IV.9. Photo conduite de distribution de la zone de Mansourah Nouvelle

A partir des résultats de l'EPANET Résultats aux tronçons de distribution)

Tableau V.3.Résultats aux tronçons de distribution

N°	T ID	Longueur m	Diamètre mm	Débit L/S	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit. M/krn
1	Tuyau T1	79,30	200	16,33	0,52	1,40
2	Tuyau T2	79,60	40	0,17	0,13	0,92
3	Tuyau T3	128,80	200	11,89	0,38	0,78
4	Tuyau T 4	428,70	160	4,16	0,21	0,34
5	Tuyau T5	206,50	160	3,62	0,53	14,52
6	Tuyau T6	229,80	63	0,86	0,28	1,86
7	Tuyau T7	249,00	63	0,40	0,13	0,47
8	Tuyau T8	126,00	150	2,57	0,15	0,19
9	Tuyau T9	68,30	50	0,24	0,12	0,60
10	Tuyau T10	56,70	150	2,19	0,12	0,15
11	Tuyau T11	190,10	40	0,38	0,3	3,90
12	Tuyau T12	273,50	40	0,53	0,46	8,41
13	Tuyau T13	121,10	50	0,34	0,18	1,11
14	Tuyau T14	496,00	40	0,23	0,19	1,65
15	Tuyau T15	283,30	100	1,77	0,23	0,71
16	Tuyau T16	59,40	63	0,39	0,13	0,46
17	Tuyau T17	174,60	100	0,96	0,12	0,24
18	Tuyau T18	70,00	40	0,36	0,28	3,54
19	Tuyau T19	57,10	40	0,27	0,22	2,16
20	Tuyau T20	47,30	32	0,18	0,22	3,01
21	Tuyau T21	42,00	40	0,91	0,72	19,68
22	Tuyau T22	48,60	32	0,27	0,34	6,46
23	Tuyau T23	297,00	32	0,44	0,55	15,76
24	Tuyau T24	53,70	32	0,24	0,3	5,27
25	Tuyau T 25	45,00	32	0,46	0,57	17,11
26	Tuyau T 26	108,60	63	1,18	0,38	3,31
27	Tuyau T27	54,70	150	2,55	0,14	0,19
28	Tuyau T28	189,30	32	0,14	0,18	1,99
29	Tuyau T29	160,00	50	0,35	0,18	1,15
30	Tuyau T30	50,00	32	0,37	0,46	11,34

31	Tuyau T31	50,00	150	3.04	0,17	0.26
32	Tuyau T32	545.80	40	0,73	0.58	13,06
33	Tuyau T33	50,00	150	3,45	0,2	0.33
34	Tuyau T34	104,30	50	0,27	0,14	0,71
35	Tuyau T35	40,00	40	0.95	0,75	21.30
36	Tuyau T36	105,80	50	0,21	0,11	0 ,92
37	Tuyau T37	98,00	150	3,78	0,21	0,39
38	Tuyau T 38	133,70	63	0,39	0,13	0,46
39	Tuyau T39	267,00	150	4,78	0,27	0,60
40	Tuyau T 40	97,60	150	4,26	0,24	0,48
41	Tuyau T 41	114,40	63	1,42	0,45	4,63
42	Tuyau T 42	178,00	32	0,34	0,42	9,50
43	Tuyau T 43	80,10	32	0,42	0,53	14,52
44	Tuyau T 44	58,50	50	1,23	0,62	11,25
45	Tuyau T 45	114.50	160	2,5	0,12	0,14
46	Tuyau T 46	72,30	32	0,19	0,24	3,35
47	Tuyau T 47	42,60	150	9,08	0,51	1,96
48	Tuyau T 48	33,70	150	2,46	0,14	0,18
49	Tuyau T 49	81,70	40	0,22	0,17	1,43
50	Tuyau T50	215,50	150	3,96	0,22	0,42
51	Tuyau T51	128,90	150	2,14	0,12	0,14
52	Tuyau T52	84,20	90	1,66	0,26	1,06
53	Tuyau T53	99,10	40	0,35	0,28	3,43
54	Tuyau T54	305,30	63	0,71	0.23	1,33
55	Tuyau T55	163,50	160	1,84	0,09	0.08
56	Tuyau T56	52,00	63	0.67	0,21	1,18
57	Tuyau T57	126.40	32	0,32	0.40	8,74
58	Tuyau T58	177,50	32	0.18	0,22	3.04
59	Tuyau T59	302,40	40	0.35	0,28	3.36
60	Tuyau T60	68,30	90	1,39	0,22	0,77
61	Tuyau T 61	38.50	50	0,97	0,49	7,24
62	Tuyau T62	145,90	40	0,57	0,46	8,41
63	Tuyau T 63	145,35	32	0,21	0.26	3,98

Tableau V.4 Résultats aux Nœuds état actuel

N°	ID Nœud	Altitude m	Demande Base L/S	Pression m	Charge m
1	Réservoir R-1	446,50	Sans Valeur	4,00	450,00
2	Nœuds n01	429,30	0,112	21,59	450,89
3	Nœuds n02	431,10	0,168	19,72	450,82
4	Nœuds n03	427,20	0,240	23,59	450,79
5	Nœuds n04	426,90	0,160	23,84	450,74
6	Nœuds n05	427,10	0,234	22,74	449,84
7	Nœuds n06	422,50	0,442	21,78	444,28
8	Nœuds n07	426,20	0,378	23,80	450,00
9	Nœuds n08	426,20	0,134	24,56	450,76
10	Nœuds n09	425,90	0,243	24,82	450,72
11	Nœuds n10	423,90	0,031	26,86	450,76
12	Nœuds n11	425,20	0,129	25,47	450,67
13	Nœuds n12	427,00	0,242	23,66	450,66
14	Nœuds n13	426,80	0,345	23,82	450,62
15	Nœuds n14	424,90	0,257	25,79	450,69
16	Nœuds n15	427,20	0,415	23,40	450,55
17	Nœuds n16	424,10	0,394	26,43	450,53
18	Nœuds n17	424,30	0,329	26,21	450,51
19	Nœuds n18	420,80	0,358	29,37	450,27
20	Nœuds n19	422,45	0,272	27,94	450,39
21	Nœuds n20	423,40	0,094	26,71	450,11
22	Nœuds n21	422,90	0,077	26,38	449,28
23	Nœuds n22	426,10	0,189	22,94	449,04
24	Nœuds n23	423,50	0,272	25,47	448,97
25	Nœuds n24	423,30	0,243	24,01	447,91
26	Nœuds n25	425,40	0,043	23,56	448,96
27	Nœuds n26	426,10	0,219	22,09	448,19
28	Nœuds n27	425,6	0,138	24,21	449,81
29	Nœuds n28	427,30	0,141	22,13	449,43
30	Nœuds n29	426,10	0,140	24,38	450,48
31	Nœuds n30	426,40	0,352	23,89	450,29

32	Nœuds n31	425,70	0,143	24,79	450,49
33	Nœuds n32	424,90	0,178	25,07	449,97
34	Nœuds n33	426,20	0,267	24,22	450,42
35	Nœuds n34	426,20	0,529	22,50	448,70
36	Nœuds n35	424,90	0,113	25,61	450,51
37	Nœuds n36	425,70	0,213	24,76	450,46
38	Nœuds n37	423,40	0,370	25,31	448,71
39	Nœuds n38	424,40	0,729	19,02	443,42
40	Nœuds n39	424,70	0,272	25,85	450,55
41	Nœuds n40	425,60	0,040	25,11	450,71
42	Nœuds n41	424,30	0,039	25,77	450,57
43	Nœuds n42	424,70	0,231	25,34	450,04
44	Nœuds n43	427,30	0,107	22,46	450,26
45	Nœuds n44	426,00	0,336	22,07	448,07
46	Nœuds n45	425,50	0,216	24,42	449,92
47	Nœuds n46	427,80	0,352	22,12	449,92
48	Nœuds n47	426,20	0,423	22,39	448,59
49	Nœuds n48	424,60	0,137	25,96	450,56
50	Nœuds n49	425,30	0,179	24,72	450,02
51	Nœuds n50	426,70	0,061	23,96	450,66
52	Nœuds n51	424,90	0,133	25,64	450,54
53	Nœuds n52	423,00	0,401	22,15	450,15
54	Nœuds n53	425,30	0,349	25,09	450,39
55	Nœuds n54	427,50	0,715	22,55	450,05
56	Nœuds n55	425,30	0,274	25,15	450,45
57	Nœuds n56	426,30	0,143	24,17	450,47
58	Nœuds n57	427,70	0,321	21,59	449,29
59	Nœuds n58	427,40	0,348	22,13	449,53
60	Nœuds n59	428,20	0,575	21,18	449,38
61	Nœuds n60	424,60	0,209	25,16	449,76
62	Nœuds n61	427,70	0,426	22,91	450,61
63	Nœuds n62	427,60	0,392	22,95	450,55
64	Nœuds n63	426,40	0,203	23,68	450,08

On constate que :

- Les résultats des pressions obtenus sont favorables (variée entre 1 ,90 à 2 ,94 bars) c'est-à-dire qu'ils sont dans la norme.
- Les vitesses dans le réseau d'alimentation en eau potable sont très faibles, sachant que la vitesse admissible dans un tronçon est entre 0.5m/s à 1.5m/s, les vitesses dans ces tronçons sont comprises entre 0.1m/s jusqu'à 0,7m/s et voir même une vitesse de 0.09 m/s où en peut dire qu'il y a pas d'écoulement.
- La chloration est le procédé de désinfection de l'eau le plus couramment utilisée dans la plupart des pays. Il est peu onéreux et détruit de nombreux micro-organismes. C'est un désinfectant qui garantit le maintien de la qualité de l'eau distribuée et prévient la formation et le développement de germes pathogènes lors de son transport dans les canalisations. La quantité de chlore ajoutée est très faible, de l'ordre de 0,3 mg/l qui correspond à une goutte dans 1 m³ d'eau.
- Le réseau d'AEP mal protégé. Absence des pièces spéciales tel que les venteuse et les vidanges

V.4. Recommandations

Après avoir fait un diagnostic du système d'alimentation en eau potable de la ville de Mansourah Nouvelle les recommandations sont les suivantes :

V.4.1. Recommandations concernant les forages

Pour le bon fonctionnement des forages il est nécessaire d'installer les équipements techniques suivants :

- ✚ Le compteur d'eau.
- ✚ Le monomètre.
- ✚ La prise d'échantillon pour l'analyse d'eau.
- ✚ La sonde de niveau pour vérifier le niveau de la nappe.
- ✚ Déterminer les paramètres de la nappe, le débit spécifique et le débit maximum d'exploitation, pour que le choix du groupe électropompe immergée soit bien adapté et cela par le refaire des essais de pompage.
 - Entretien des abris des forages (peinture, éclairage...etc.).
 - Equiper les armoires de commande.

- Entretien des robinets vanne, les ventouses et les conduites de refoulement.

V.4.2. Recommandation concernant les réservoirs

Pour un bon fonctionnement et exploitation des ouvrages de stockage:

- La réparation des fissures au niveau de la paroi.
- Elimination des tracés d'humidité sur les parements extérieurs par brossage.
- La réfection de la peinture de avec une peinture contre l'humidité.
- On doit aussi augmenter la concentration du chlore au niveau du réservoir jusqu'à ce que la concentration dans les tronçons les plus éloignés soit de 0.2 à 0.3 mg/l.
- opération de surveillances régulièrement :(Etat de l'ouvrage, Aération, Trop plein et vidange, Etat des conduites et robinetterie)
- Les opérations de nettoyage- désinfection des réservoirs comportent les diverses phases.

V.4.3. Recommandations concernant le réseau de distribution

- Réparation des branchements avec un bon raccordement.
- Réduire le taux de fuites en changeant les conduits qui est en mauvaise état.
- Le long d'une canalisation, différents organes accessoires sont installés (annexe 6) pour :
 - Assurer un bon écoulement.
 - Régulariser les pressions et assurer les débits.
 - Protéger les canalisations.

Ces remarques et observations sont confirmées après un diagnostic sur le terrain (visuelle) qui détermine l'état actuel de réseau.

V.5. Interprétation des résultats de simulation pour 2031 et 2046

Après avoir présenté les problèmes faisant obstacle à l'alimentation en eau potable de la ville de Mansourah Nouvelle, il s'avère nécessaire d'améliorer les conditions de distribution qui consistent à la réhabilitation du système d'alimentation.

V.5.1.Choix du matériau des conduites

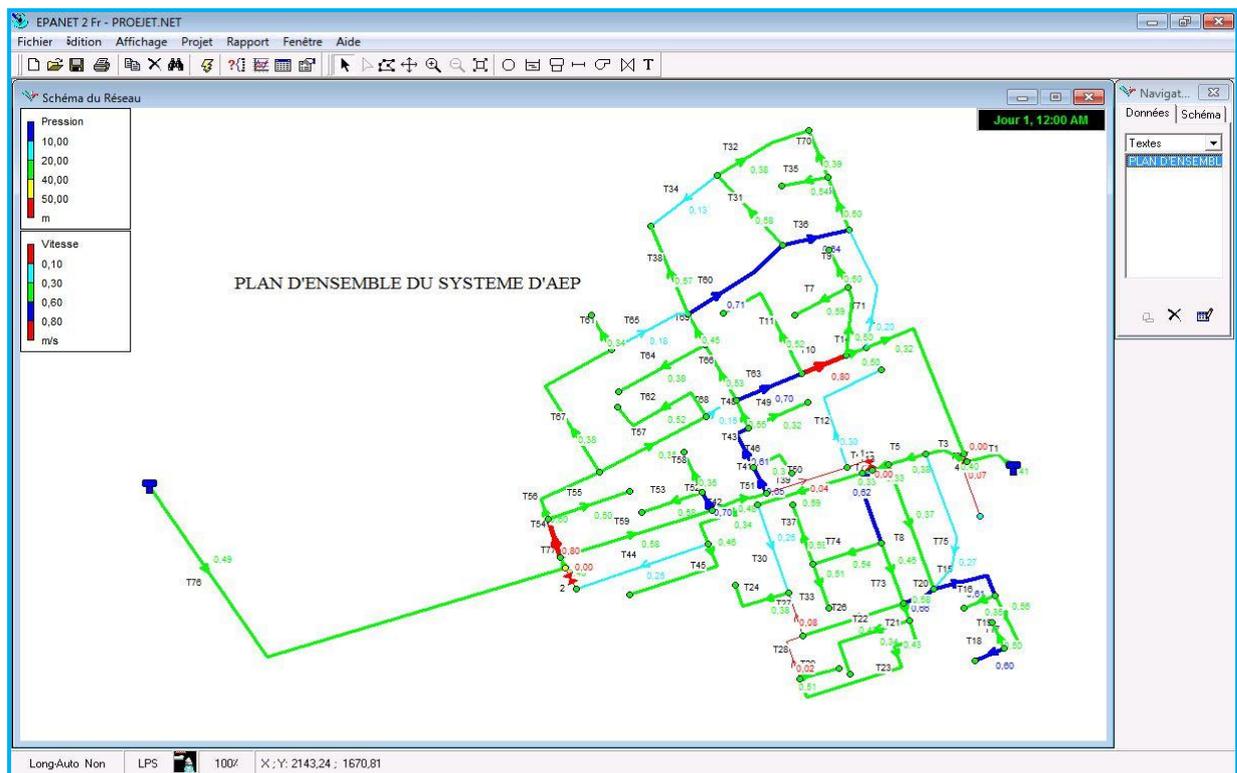
Le choix du matériau utilisé est en fonction de la pression supportée, de l'agressivité du sol et de l'ordre économique (coût et disponibilité sur le marché) ainsi que la bonne jonction de la conduite avec les équipements auxiliaires (joints, coudes, vannes...etc.).

Parmi les matériaux utilisés on peut citer : l'acier, la fonte, le PVC et le PE (polyéthylène) à haute densité PEHD ou basse densité PEBD.

Dans ce présent projet, notre étude se contentera sur l'utilisation d'une seule variante de matériaux qui est le PEHD vu les avantages qu'elle présente :

- Bonne résistance à la corrosion.
- Disponibilité sur le marché.
- Une pose de canalisation facile.
- Une surface lisse arrondie pour une meilleure performance hydraulique.

V.5.2.résultats de simulation pour 2031 et 2046



- **Figure IV.10.** Réseau d'AEP long terme (Variante Adoptée)

Les résultats de calcul hydraulique obtenus par l'Epanet pour 2031 et 2046 sont représentés dans (Tableau V.5)

Tableau V.5.Résultats aux tronçons de distribution état moyen terme

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit. m/km	État
Tuyau T1	79,35	200	24,47	0,78	3,00	Ouvert
Tuyau T2	79,60	40	0,13	0,10	0,57	Ouvert
Tuyau T3	88,80	200	18,59	0,59	1,79	Ouvert
Tuyau T4	241,50	40	0,39	0,31	4,21	Ouvert
Tuyau T5	39,10	200	17,96	0,57	1,68	Ouvert
Tuyau T6	428,75	160	5,51	0,27	0,56	Ouvert
Tuyau T7	46,20	90	3,44	0,54	4,07	Ouvert
Tuyau T8	126,00	125	6,76	0,55	2,80	Ouvert
Tuyau T9	123,00	40	0,70	0,56	12,20	Ouvert
Tuyau T10	56,70	125	5,89	0,48	2,16	Ouvert
Tuyau T11	283,70	40	0,54	0,43	7,52	Ouvert
Tuyau T12	250,40	40	0,39	0,31	4,11	Ouvert
Tuyau T13	121,10	40	0,63	0,50	10,01	Ouvert
Tuyau T14	75,00	125	5,18	0,42	1,70	Ouvert
Tuyau T15	183,30	75	2,26	0,51	4,63	Ouvert
Tuyau T16	59,40	40	0,40	0,32	4,41	Ouvert
Tuyau T17	174,60	63	1,34	0,43	4,19	Ouvert
Tuyau T18	70,00	40	0,45	0,36	5,32	Ouvert
Tuyau T19	57,13	40	0,53	0,42	7,34	Ouvert
Tuyau T20	73,20	75	2,67	0,60	6,32	Ouvert
Tuyau T21	42,00	63	1,30	0,42	3,96	Ouvert
Tuyau T22	234,00	40	0,67	0,53	11,16	Ouvert
Tuyau T23	317,00	63	0,55	0,18	0,84	Ouvert
Tuyau T24	53,70	40	0,44	0,35	5,21	Ouvert
Tuyau T25	274,00	90	1,85	0,29	1,30	Ouvert
Tuyau T26	228,00	75	1,27	0,29	1,61	Ouvert
Tuyau T27	40,20	63	0,79	0,26	1,61	Ouvert
Tuyau T28	189,30	40	0,34	0,27	3,24	Ouvert
Tuyau T29	160,00	40	0,67	0,53	11,22	Ouvert
Tuyau T30	147,20	63	1,35	0,43	4,22	Ouvert
Tuyau T31	212,15	40	0,39	0,31	4,11	Ouvert
Tuyau T32	157,40	63	0,65	0,21	1,13	Ouvert
Tuyau T33	220,50	40	0,64	0,51	10,31	Ouvert
Tuyau T34	160,00	40	0,64	0,51	10,16	Ouvert
Tuyau T35	98,50	63	1,45	0,47	4,86	Ouvert
Tuyau T36	198,00	40	0,64	0,51	10,25	Ouvert
Tuyau T37	50,00	63	2,07	0,67	9,43	Ouvert
Tuyau T38	160,00	40	0,56	0,45	8,04	Ouvert
Tuyau T39	267,00	90	4,30	0,68	6,20	Ouvert
Tuyau T40	67,60	125	6,62	0,54	2,69	Ouvert
Tuyau T41	114,40	63	1,57	0,50	5,60	Ouvert

Tuyau T42	132,00	63	1,95	0,63	8,44	Ouvert
Tuyau T43	50,00	50	1,21	0,61	10,91	Ouvert
Tuyau T44	266,60	40	0,69	0,55	11,79	Ouvert
Tuyau T45	256,10	40	0,48	0,38	5,94	Ouvert
Tuyau T46	298,40	40	0,71	0,56	12,33	Ouvert
Tuyau T47	42,60	160	10,96	0,55	2,02	Ouvert
Tuyau T48	68,50	40	0,45	0,36	5,34	Ouvert
Tuyau T49	69,76	40	0,60	0,48	9,01	Ouvert
Tuyau T50	112,50	40	0,65	0,52	10,58	Ouvert
Tuyau T51	128,90	125	4,97	0,40	1,58	Ouvert
Tuyau T52	160,00	90	2,65	0,42	2,51	Ouvert
Tuyau T53	306,45	40	0,50	0,39	6,41	Ouvert
Tuyau T54	305,30	40	0,81	0,65	16,08	Ouvert
Tuyau T55	52,00	125	4,33	0,35	1,22	Ouvert
Tuyau T56	52,00	90	3,24	0,51	3,65	Ouvert
Tuyau T57	126,40	40	0,47	0,37	5,83	Ouvert
Tuyau T58	153,00	90	1,97	0,31	1,45	Ouvert
Tuyau T59	63,50	63	0,61	0,20	1,01	Ouvert
Tuyau T60	146,10	40	0,38	0,30	4,00	Ouvert
Tuyau T61	43,00	90	2,45	0,38	2,17	Ouvert
Tuyau T62	56,00	63	1,60	0,51	5,80	Ouvert
Tuyau T63	83,50	90	1,51	0,24	0,90	Ouvert
Tuyau T64	214,90	40	0,68	0,54	11,44	Ouvert
Tuyau T65	214,00	63	0,80	0,26	1,61	Ouvert

Tableau V.6 .Résultats aux Nœuds état moyen terme

N°	ID Nœud	Altitude m	Demande Base L/S	Charge m	Pression m
1	Réservoir R-1	446	Sans Valeur	450,00	4
2	Nœud n01	427,3	0,242	450,26	22,96
3	Nœud n02	432,1	0,128	450,22	18,12
4	Nœud n03	427,3	0,24	450,1	22,8
5	Nœud n04	429,3	0,394	449,09	19,79
6	Nœud n05	426,9	0,22	450,02	23,12
7	Nœud n06	426,4	0,399	449,83	23,43
8	Nœud n07	427,2	0,24	450,04	22,84
9	Nœud n08	426,2	0,165	449,68	23,48
10	Nœud n09	425,9	0,703	448,18	22,28
11	Nœud n10	425,6	0,141	449,43	23,83
12	Nœud n11	425,1	0,541	447,3	22,2
13	Nœud n12	423,9	0,081	449,56	25,66
14	Nœud n13	426,8	0,632	448,35	21,55
15	Nœud n14	423,9	0,248	449,43	25,53

16	Nœud n15	427,15	0,515	448,59	21,44
17	Nœud n16	424,1	0,404	448,32	24,22
18	Nœud n17	424,3	0,359	447,85	23,55
19	Nœud n18	420,9	0,448	447,48	26,58
20	Nœud n19	422,45	0,534	447,43	24,98
21	Nœud n20	423,4	0,094	448,97	25,57
22	Nœud n21	422,9	0,077	448,81	25,91
23	Nœud n22	421,6	0,67	446,19	24,59
24	Nœud n23	422	0,906	448,54	26,54
25	Nœud n24	423,9	0,443	448,26	24,36
26	Nœud n25	427,8	0,122	449,66	21,86
27	Nœud n26	427,9	0,383	449,08	21,18
28	Nœud n27	425,6	0,138	448,6	23
29	Nœud n28	427,3	0,341	447,99	20,69
30	Nœud n29	427,8	0,304	449,04	21,24
31	Nœud n30	426,4	0,672	445,55	19,15
32	Nœud n31	428,6	0,389	448,17	19,57
33	Nœud n32	427,8	0,807	448,86	21,06
34	Nœud n33	425,7	0,143	447,35	21,65
35	Nœud n34	426,2	0,637	445,72	19,52
36	Nœud n35	427,9	0,642	446,59	18,69
37	Nœud n36	427,7	0,389	448,8	21,1
38	Nœud n37	424,8	0,06	447,82	23,02
39	Nœud n38	424,8	0,561	446,54	21,74
40	Nœud n39	424,7	0,272	448,3	23,6
41	Nœud n40	425,6	0,04	449,95	24,35
42	Nœud n41	424,8	0,089	449,77	24,97
43	Nœud n42	424,8	0,041	447,18	22,38
44	Nœud n43	424,6	0,04	446,64	22,04
45	Nœud n44	424,4	0,69	443,49	19,09
46	Nœud n45	424,5	0,476	445,11	20,61
47	Nœud n46	421,9	0,707	443,5	21,6
48	Nœud n47	424,9	0,557	449,21	24,31
49	Nœud n48	425,2	0,529	449,14	23,94
50	Nœud n49	424,7	0,331	449,13	24,43
51	Nœud n50	425	0,498	448,82	23,82
52	Nœud n51	426,2	0,651	447,63	21,43
53	Nœud n52	425,5	0,143	449,57	24,07
54	Nœud n53	427,1	0,496	447,6	20,5
55	Nœud n54	427,5	0,815	444,59	17,09
56	Nœud n55	425,3	0,274	449,5	24,2
57	Nœud n56	426,1	0,449	448,45	22,35
58	Nœud n57	427,7	0,471	448,58	20,88
59	Nœud n58	425,5	0,597	448,5	23

60	Nœud n59	426	0,64	447,1	21,1
61	Nœud n60	425,3	0,319	449,31	24,01
62	Nœud n61	426,9	0,679	446,76	19,86
63	Nœud n62	425,9	0,256	449,22	23,32

Tableau V.7.Résultats aux tronçons de distribution état Long Terme

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit.m/km	État
Tuyau T1	79,35	200	12,91	0,41	0,90	Ouvert
Tuyau T2	137,60	63	0,21	0,12	0,15	Ouvert
Tuyau T3	88,80	200	12,46	0,40	0,85	Ouvert
Tuyau T4	428,75	63	1,00	0,32	2,46	Ouvert
Tuyau T5	39,10	200	11,89	0,38	0,78	Ouvert
Tuyau T6	111,10	63	1,57	0,50	5,62	Ouvert
Tuyau T7	79,50	40	0,74	0,59	13,46	Ouvert
Tuyau T8	326,00	63	1,16	0,37	3,19	Ouvert
Tuyau T9	129,80	40	0,63	0,50	10,01	Ouvert
Tuyau T10	103,20	75	3,54	0,80	10,76	Ouvert
Tuyau T11	176,55	40	0,65	0,52	10,49	Ouvert
Tuyau T12	242,00	63	0,92	0,30	2,11	Ouvert
Tuyau T13	16,00	200	10,45	0,33	0,61	Ouvert
Tuyau T14	46,20	63	1,57	0,50	5,63	Ouvert
Tuyau T15	183,30	75	2,70	0,61	6,46	Ouvert
Tuyau T16	59,40	40	0,43	0,35	5,02	Ouvert
Tuyau T17	174,60	63	1,75	0,56	6,88	Ouvert
Tuyau T18	70,00	40	0,76	0,60	14,04	Ouvert
Tuyau T19	66,50	40	0,63	0,50	10,07	Ouvert
Tuyau T20	73,20	63	2,06	0,66	9,29	Ouvert
Tuyau T21	42,00	75	2,58	0,58	5,95	Ouvert
Tuyau T22	234,00	63	1,07	0,34	2,77	Ouvert
Tuyau T23	335,00	63	1,34	0,43	4,17	Ouvert
Tuyau T24	174,00	40	0,47	0,38	5,87	Ouvert
Tuyau T25	146,10	63	1,56	0,50	5,56	Ouvert
Tuyau T26	228,00	40	0,53	0,42	7,23	Ouvert
Tuyau T27	104,75	63	0,24	0,08	0,20	Ouvert
Tuyau T28	189,30	63	0,05	0,02	0,01	Ouvert
Tuyau T29	102,50	40	0,64	0,51	10,34	Ouvert
Tuyau T30	237,40	63	0,77	0,25	1,51	Ouvert
Tuyau T31	212,15	63	1,81	0,58	7,32	Ouvert
Tuyau T32	235,00	40	0,47	0,38	5,92	Ouvert
Tuyau T33	50,00	40	0,64	0,51	10,34	Ouvert
Tuyau T34	87,20	40	0,17	0,13	0,91	Ouvert
Tuyau T35	93,00	40	0,68	0,54	11,53	Ouvert

Tuyau T36	147,20	63	1,98	0,64	8,69	Ouvert
Tuyau T37	50,00	40	0,74	0,59	13,49	Ouvert
Tuyau T38	220,50	40	0,71	0,57	12,58	Ouvert
Tuyau T39	267,00	75	2,63	0,59	6,13	Ouvert
Tuyau T40	67,60	200	0,00	0,00	0,00	Ouvert
Tuyau T41	114,40	160	13,10	0,65	2,82	Ouvert
Tuyau T42	182,00	75	1,49	0,34	2,13	Ouvert
Tuyau T43	58,50	160	12,25	0,61	2,49	Ouvert
Tuyau T44	266,60	63	0,77	0,25	1,52	Ouvert
Tuyau T45	256,15	40	0,58	0,46	8,44	Ouvert
Tuyau T46	109,76	40	0,41	0,33	4,61	Ouvert
Tuyau T47	42,65	200	10,49	0,33	0,62	Ouvert
Tuyau T48	177,50	160	11,05	0,55	2,05	Ouvert
Tuyau T49	178,00	40	0,40	0,32	4,25	Ouvert
Tuyau T50	215,55	200	1,28	0,09	0,01	Ouvert
Tuyau T51	128,90	200	15,17	0,48	1,22	Ouvert
Tuyau T52	44,25	63	2,17	0,70	10,30	Ouvert
Tuyau T53	176,45	40	0,73	0,58	13,12	Ouvert
Tuyau T54	20,70	90	5,11	0,80	8,60	Ouvert
Tuyau T55	256,30	40	0,63	0,50	9,99	Ouvert
Tuyau T56	96,25	90	3,81	0,60	4,93	Ouvert
Tuyau T57	348,30	75	1,55	0,35	2,30	Ouvert
Tuyau T58	225,20	63	1,10	0,35	2,90	Ouvert
Tuyau T59	302,40	200	18,18	0,58	1,71	Ouvert
Tuyau T60	169,00	90	4,50	0,71	6,75	Ouvert
Tuyau T61	98,50	40	0,43	0,34	4,89	Ouvert
Tuyau T62	162,52	40	0,65	0,52	10,52	Ouvert
Tuyau T63	153,00	90	4,43	0,70	6,56	Ouvert
Tuyau T64	261,25	40	0,48	0,38	6,08	Ouvert
Tuyau T65	187,20	40	0,23	0,18	1,56	Ouvert
Tuyau T66	100,00	125	6,53	0,53	2,63	Ouvert
Tuyau T67	293,70	63	1,19	0,38	3,38	Ouvert
Tuyau T68	83,50	63	0,48	0,15	0,64	Ouvert
Tuyau T69	86,80	125	5,49	0,45	1,90	Ouvert
Tuyau T70	134,00	40	0,49	0,39	6,36	Ouvert
Tuyau T71	274,00	40	0,25	0,20	1,85	Ouvert
Tuyau T72	74,60	125	7,64	0,62	3,52	Ouvert
Tuyau T73	32,00	125	5,60	0,46	1,97	Ouvert
Tuyau T74	154,00	63	1,70	0,54	6,49	Ouvert
Tuyau T75	342,20	40	0,33	0,27	3,13	Ouvert
Tuyau T76	1540,00	250	24,20	0,51	0,96	Ouvert
Tuyau T77	100,00	250	23,39	0,56	0,91	Ouvert

Tableau V.8. Résultats aux Nœuds Etat Long Terme

N°	ID Nœud	Altitude m	Demande Base L/S	Charge m	Pression m
1	Réservoir 1	462,50	Sans Valeur	466,50	4,00
2	Réservoir 2	446,00	Sans Valeur	450,00	4,00
3	Nœud n01	427,30	0,242	450,43	23,13
4	Nœud n02	434,10	0,208	450,42	16,32
5	Nœud n03	427,30	0,240	450,35	23,05
6	Nœud n04	426,90	0,320	461,07	34,17
7	Nœud n05	426,40	0,399	461,34	34,94
8	Nœud n06	426,20	0,198	460,71	34,51
9	Nœud n07	427,20	0,240	450,32	23,12
10	Nœud n08	425,10	0,741	459,64	34,54
11	Nœud n09	424,30	0,632	459,41	35,11
12	Nœud n10	425,60	0,241	462,41	36,81
13	Nœud n11	425,40	0,183	450,29	24,89
14	Nœud n12	427,90	1,003	460,02	32,12
15	Nœud n13	425,60	0,040	450,30	24,70
16	Nœud n14	423,90	0,848	449,28	25,38
17	Nœud n15	427,15	0,515	448,10	20,95
18	Nœud n16	424,10	0,434	447,80	23,70
19	Nœud n17	424,30	0,359	446,90	22,60
20	Nœud n18	420,90	0,758	445,91	25,01
21	Nœud n19	423,80	0,634	446,23	22,43
22	Nœud n20	423,40	0,434	449,96	26,56
23	Nœud n21	422,90	0,177	449,71	26,81
24	Nœud n22	421,60	1,070	449,06	27,46
25	Nœud n23	427,80	0,672	460,57	32,77
26	Nœud n24	423,90	0,643	447,25	23,35
27	Nœud n25	423,40	0,473	447,27	23,87
28	Nœud n26	427,70	0,386	459,75	32,05
29	Nœud n27	425,60	0,338	448,31	22,71
30	Nœud n28	427,30	0,641	448,31	21,01
31	Nœud n29	427,70	0,969	458,90	31,20
32	Nœud n30	427,60	0,682	458,68	31,08
33	Nœud n31	426,10	0,540	448,29	22,19
34	Nœud n32	428,00	1,169	460,29	32,29
35	Nœud n33	425,70	0,643	448,51	22,81
36	Nœud n34	426,20	0,337	450,02	23,82
37	Nœud n35	424,90	0,313	449,02	24,12
38	Nœud n36	427,80	0,704	461,85	34,05
39	Nœud n37	425,30	0,742	448,35	23,05
40	Nœud n38	427,80	0,507	462,99	35,19
41	Nœud n39	424,70	0,372	448,65	23,95
42	Nœud n40	424,80	0,789	464,25	39,45
43	Nœud n41	424,70	0,431	463,92	39,22

44	Nœud n42	425,50	0,414	463,42	37,92
45	Nœud n43	424,60	0,140	448,26	23,66
46	Nœud n44	424,40	0,770	447,86	23,46
47	Nœud n45	424,50	0,576	446,10	21,60
48	Nœud n46	424,90	0,807	465,01	40,11
49	Nœud n47	426,20	0,923	463,73	37,53
50	Nœud n48	424,60	0,809	463,78	39,18
51	Nœud n49	426,00	0,396	463,02	37,02
52	Nœud n50	426,70	0,361	464,24	37,54
53	Nœud n51	424,90	0,838	464,41	39,51
54	Nœud n52	425,50	0,343	463,95	38,45
55	Nœud n53	425,00	0,648	460,56	35,56
56	Nœud n54	427,50	0,675	464,75	37,25
57	Nœud n55	427,10	0,631	462,19	35,09
58	Nœud n56	427,70	1,066	464,27	36,57
59	Nœud n57	427,10	0,731	461,63	34,53
60	Nœud n58	424,90	1,098	463,30	38,40
61	Nœud n59	427,40	0,098	464,92	37,52
62	Nœud n60	426,00	0,424	463,47	37,47
63	Nœud n61	424,90	0,557	463,42	38,52
64	Nœud n62	426,20	0,649	461,76	35,56
65	Nœud n63	426,70	0,428	462,80	36,10
66	Nœud n64	427,80	0,538	463,28	35,48
67	Nœud n65	427,60	0,482	461,56	33,96
68	Nœud n66	425,90	0,559	463,15	37,25
69	Nœud n67	427,80	0,882	460,21	32,41

V.5.3.Discussion de Résultat de simulation

Vu les résultats trouvés pour Long terme on remarque que :

La pression au niveau de chaque nœud est acceptable (variée entre 1 ,63 à 4 ,01 bars), ce qui permet de garder la canalisation en bon état et diminuer ainsi les pertes d'eau dans le réseau.

Les vitesses d'écoulement sont acceptable, avec l'observation dans certains tronçons où on peut dire qu'il n'y a vraiment pas d'écoulement (Tuyau T2 V= 0,12) , Ou dans le cas de avant vanne fermé (Tuyau T50 V= 0,09)

Vu le type du matériau utilisé et ses effets nocifs sur la santé ainsi que le surdimensionnement du réseau, on procédera au renouvellement du réseau en utilisant un autre matériau (PEHD) avec des nouveaux diamètres.

V.6 .Conclusion

D'après cela on a constaté que le réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Mansourah Nouvelle doit être rénové avec l'ajout de nouveau réservoir.

Pour cela on a proposé des nouveaux diamètres permettant le bon fonctionnement de ce réseau. Les vitesses d'écoulement dans les conduites et les pressions au niveau des nœuds sont admissibles.

Il faut installer des accessoires de protection du réseau, avec un contrôle et gestion rigoureuse pour assurer une longue vie au réseau.

Simulation du nouveau réseau projeté par l'EPANET

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion Générale

La planification d'un réseau d'alimentation en eau potable repose sur une analyse concise et très détaillée de la demande totale de la ville. En effet, cette analyse permet un choix optimal de toutes les composantes du réseau et un bon dimensionnement des ouvrages.

Nous avons dans ce mémoire fait une étude générale sur le système d'alimentation en eau potable de la commune de Mansourah Nouvelle. L'étude dans son ensemble s'étale du captage à partir de la nappe albienne au réseau de distribution avec le réservoir de stockage et les divers équipements.

A travers l'étude que nous avons présentée nous avons donné en premier lieu un aperçu général sur les problèmes qui contiennent le système d'alimentation en eau potable de la commune de Mansourah Nouvelle, dans ce cadre nous avons cité tous les anomalies existantes au niveau des adductions, des ouvrages de stockage et du réseau de distribution.

D'une manière générale, l'étude du réseau d'alimentation en eau potable de localité Mansourah nouvelle a permis d'identifier certaines spécificités telles que :

- Un taux d'accroissement démographique très important
- L'abri de forage est en état de dégradation, avec l'absence du manomètre
- Le génie civil de réservoir en état dégradé, présence des fissures.
- Un réseau défaillant avec un taux très important des pertes d'eau sur le réseau.
- Réseau de distribution ancien surdimensionné, points de control insuffisants
- Absence de matériels et moyens informatiques suffisants pour la bonne gestion du réseau d'alimentation en eau potable

La méthode utilisée dans les calculs du réseau de distribution est effectuée par le logiciel de simulation EPANET qui utilise l'algorithme HARDY CROSS

Dans ce cadre on propose :

- Rénovation du réseau d'eau potable en supprimant les conduites en amiantement et acier vue son ancienneté, Et remplacé par des conduites (PEHD) pour que la rugosité soit constante le long du réseau.

- Emplacement des pièces accessoires (Vannes, venteuse, clapet ...) dans tous les endroits pour faciliter la gestion pendant les interventions sur le réseau (panes et entretiens).
- Le contrôle quotidien permanent pour diminuer au maximum le gaspillage en eau en créant un système efficace de contrôles par les compteurs aux niveaux de tous les ouvrages (forages, réservoirs et surtout les consommateurs).
- A la lumière de cette étude, qu'après avoir estimé les besoins en eau actuelle et futur, nous constate qu'en 2016, ces besoins suffire avec l'apport existant. , nous suggérerai on réalise en autre réservoir 1500m3 pour alimenter Mansourah nouvelle et leur extension. jusqu'à l'horizon 2041.

Ce travail doit être élargi pour qu'il puisse cerner les problèmes liés à l'alimentation en eau potable en général surtout le volet qualité.

Bibliographie

Références bibliographiques

- [1].**Adour-Garonne, L. d. (2005)**. Connaissance et maîtrise des pertes dans les réseaux d'eau potable. Mémoire de projet de fin d'études Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en hydraulique 2008-2009.
- [2].**François, G. (2000)**. Distribution et collecte des eaux 2ed. Presses internationales Polytechnique.
- [3].**Bonnin, J. (1982)**. Aide-mémoire Hydraulique urbaine. France: Édition Eyrolles.
- [4].**Kettab, A. (1992)**. Traitement des eaux : les eaux potables. Office des publications universitaires.
- [5].**Messelmi, H. (2012)**. Dimensionnement de système d' AEP de la ville de Dar-Chioukh de la Wilaya de Djelfa. Projet de fin d'étude. L' Ecole Nationale Supérieure d' hydraulique - Arbaoui Abdellah.
- [6].**Hugues, G. (2008)**. Adduction et distribution d' eau. Techniques de l' Ingénieur.
- [7].**Godart, H. (2000)**. Adduction et distribution d'eau. Techniques de l'ingénieur, Ref : C5195.
- [8].**RAHMANI Amine**. Etude de diagnostic du réseau de distribution en eau potable de la ville d'afir. Ecole nationale supérieure polytechnique .Mémoire de projet de fin d'études Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'etat en hydraulique 2008-2009.
- [9].**IGOR BLINDU** .outil d'aid au diagnostique des eaux potable de la ville de chisinau. Thèse pour obtenir le grade de docteur,EcoleNatiionale Supérieur des MINES de SAINTE-ETIENNE et de l'université de JEANMONNET.12 mai 2004.ig.
- [10].**MAHMOUD Moussa**. Document/poly "d'alimentation en eau potable" deuxième Année option Génie Civil de l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis, 2002.
- [11].**Dupont, A. (1979)**. Hydraulique urbaine, Tome 2. Paris: Edition Eyrolles.
- [12].**Abdelbaki, C. (2014)**. Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un SIG. cas du GUT. Thèse de doctorat. Université Abou BakrBelkaid- Tlemcen.

[13].**Valiron, F. (1994).** Mémento du gestionnaire d'alimentation en eau et de l'assainissement. Tome I : eau dans la ville alimentation en eau. Lyonnaise des eaux. Edition Lavoisier.

[14].**Boukli, H. (2015).** Cours de distribution de M1 TTE. Université Abou BakrBelkaid – Tlemcen.

[15].**AZZI,I. (2014).** Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique. Étude de la rive gauche de la ville de SIDI AICHE. Thèse de Magister. Université Mohamed Khider–Biskra .

[16].**Rossman, L. (2000).**Epanet 2 User' s Manual. USA: Environmental Protection Agency - Cincinnati.

[17]. **Etablissement d'Algérien des eaux, de Metlili., 2016**

[18] **Direction de la météorologie 2006-2016**

Annexe

Annexe 1

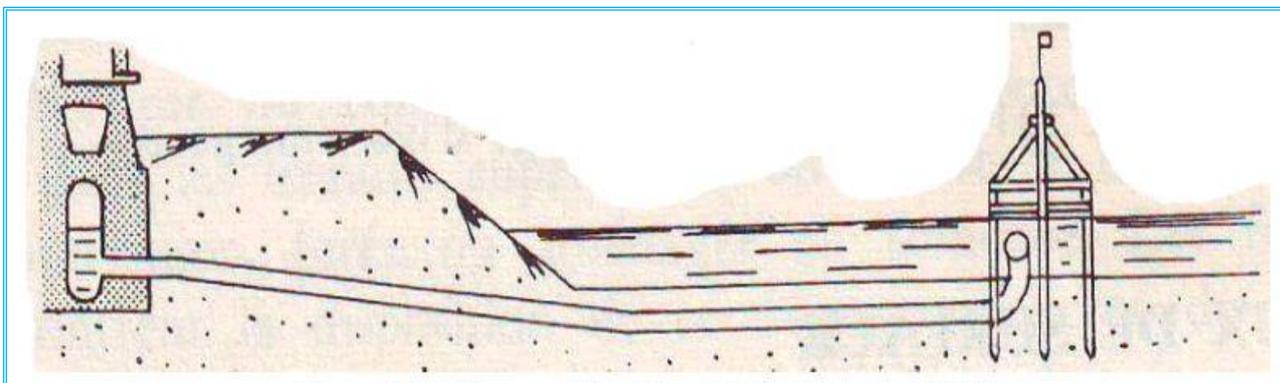


Figure 1.A : Prise au milieu d'une rivière. [3]

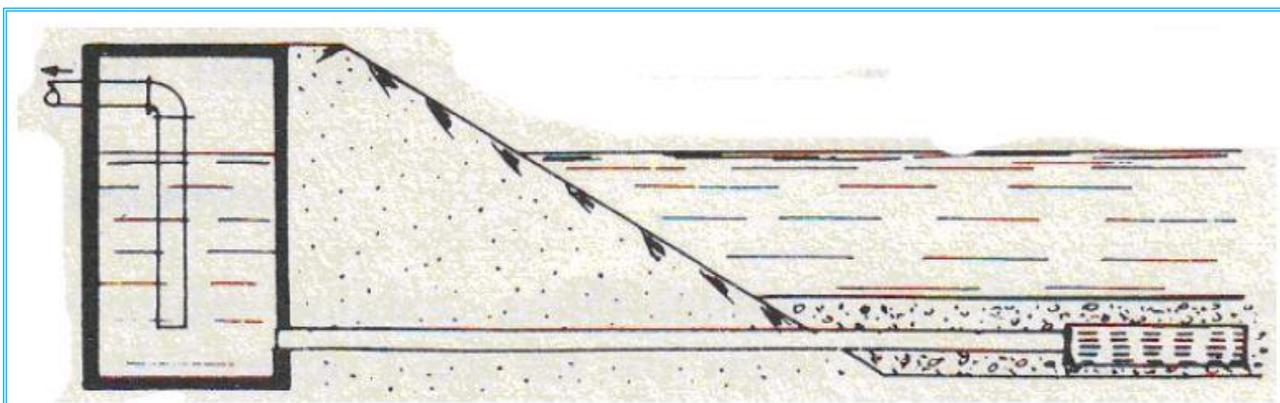


Figure 1.B : Prise dans le fond du lit d'une rivière. [3]

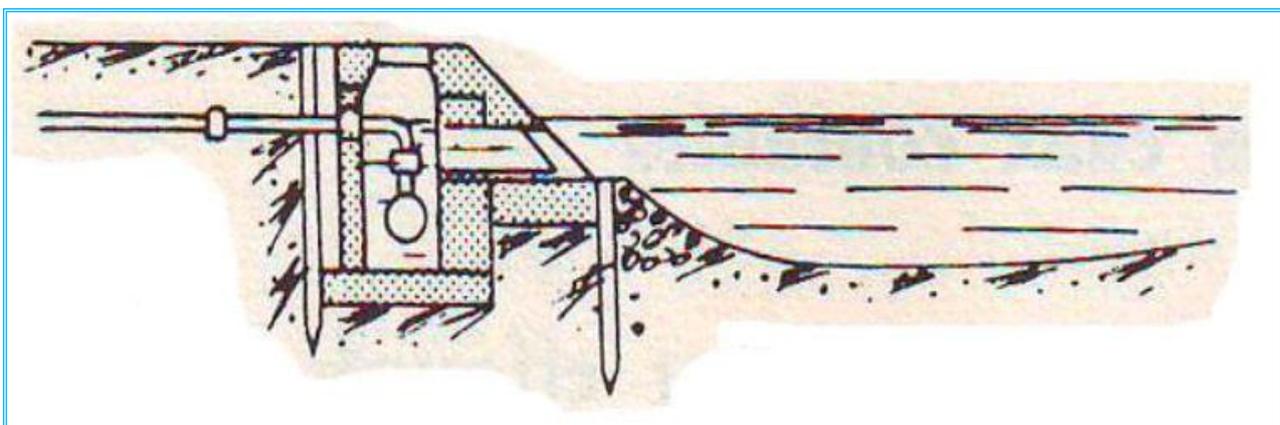


Figure 1.C : Prise sur berge. [3]

Annexe 2

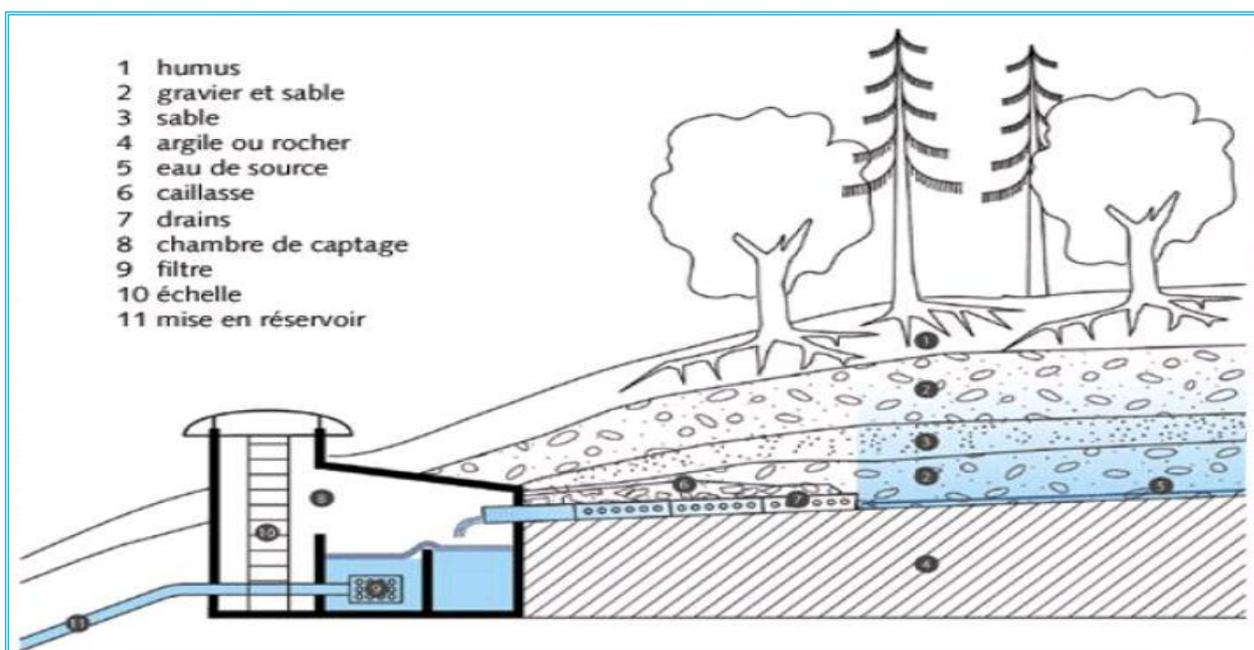


Figure 2.A : Captage direct de l'eau à partir d'une source . [3]

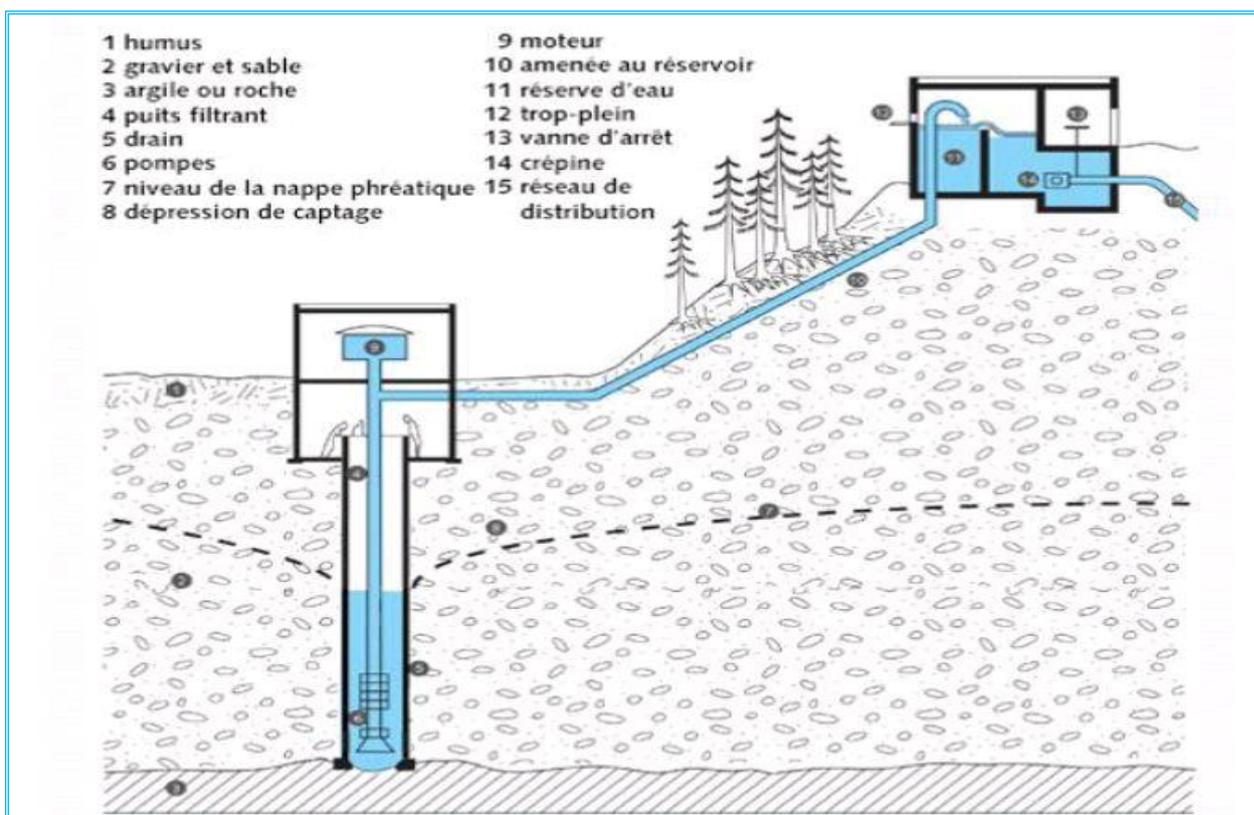
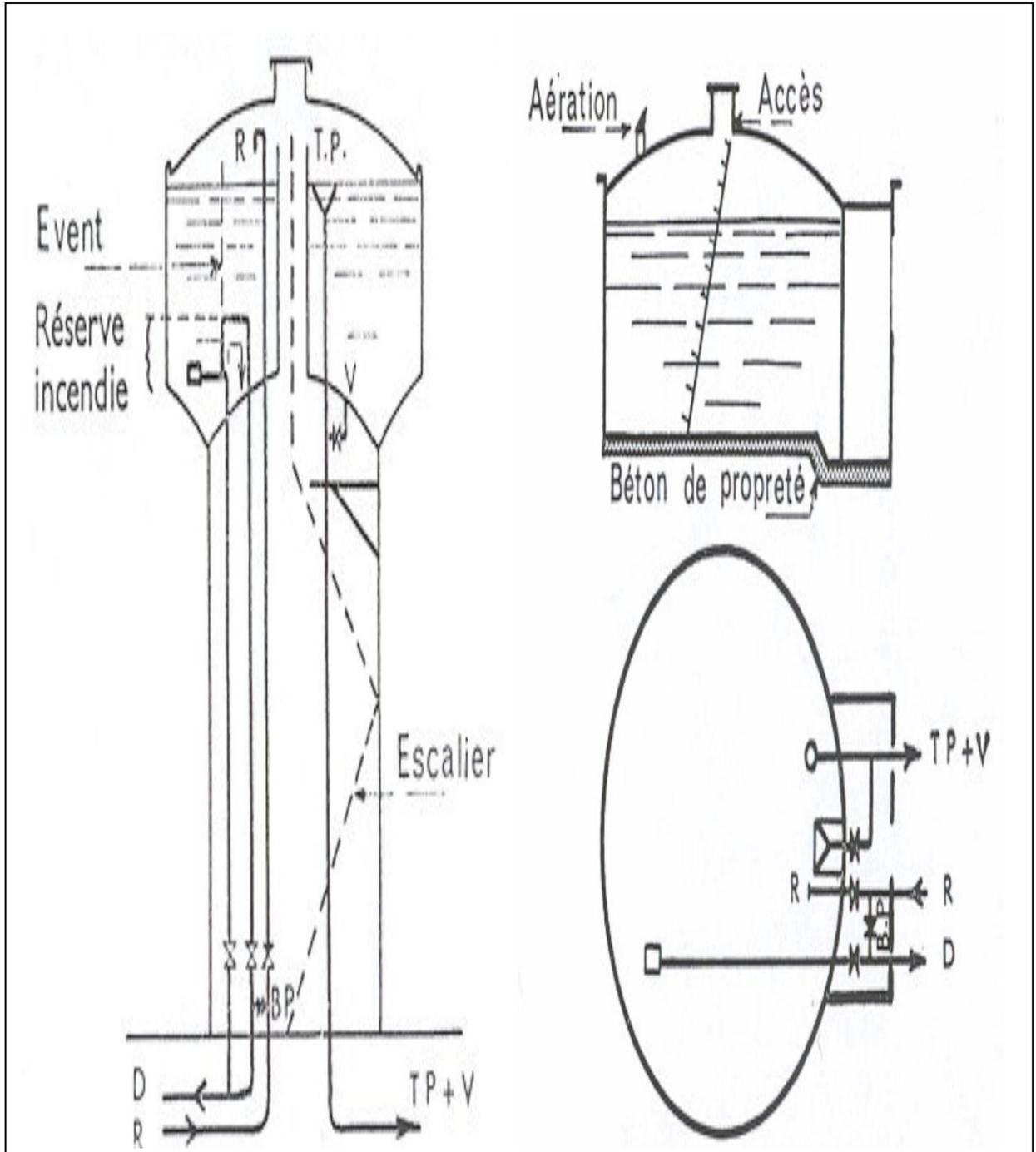


Figure 2 .B : Captage direct de l'eau par un forage . [3]

Annexe 3

Les types de réservoirs. .[9]



Annexe 4

représentant le site de la station pluviométrique de Ghardaïa

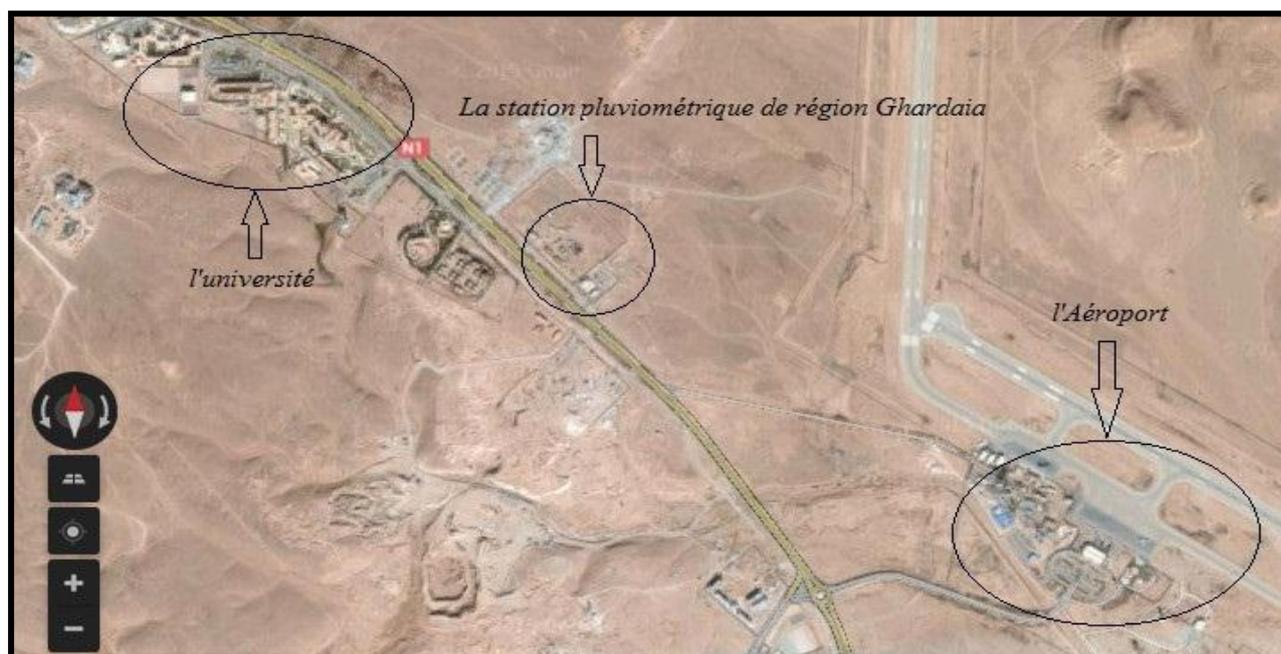


Figure 3 .A: Carte représentant le site de la station pluviométrique de Ghardaïa

Tableau.3.B : Caractéristiques de station pluviométrique de région Ghardaïa

La station	Code de la station	Coordonnées		
		Latitude	Longitude	Altitude
Ghardaïa	60-56-60	32° 42' 35"	03° 81' 26"	450 m

Annexe 5

Table calculé les besoin des nœuds

N°	ID Nœud	Altitude m	Demande Base L/S	N°	ID Nœud	Altitude m	Demande Base L/S
1	Réservoir R-1	446,50	Sans Valeur	33	Noeud n32	424,90	0,178
2	Noeud n01	429,30	0,112	34	Noeud n33	426,20	0,267
3	Noeud n02	431,10	0,168	35	Noeud n34	426,20	0,529
4	Noeud n03	427,20	0,240	36	Noeud n35	424,90	0,113
5	Noeud n04	426,90	0,160	37	Noeud n36	425,70	0,213
6	Noeud n05	427,10	0,234	38	Noeud n37	423,40	0,370
7	Noeud n06	422,50	0,442	39	Noeud n38	424,40	0,729
8	Noeud n07	426,20	0,378	40	Noeud n39	424,70	0,272
9	Noeud n08	426,20	0,134	41	Noeud n40	425,60	0,040
10	Noeud n09	425,90	0,243	42	Noeud n41	424,30	0,039
11	Noeud n10	423,90	0,031	43	Noeud n42	424,70	0,231
12	Noeud n11	425,20	0,129	44	Noeud n43	427,30	0,107
13	Noeud n12	427,00	0,242	45	Noeud n44	426,00	0,336
14	Noeud n13	426,80	0,345	46	Noeud n45	425,50	0,216
15	Noeud n14	424,90	0,257	47	Noeud n46	427,80	0,352
16	Noeud n15	427,20	0,415	48	Noeud n47	426,20	0,423
17	Noeud n16	424,10	0,394	49	Noeud n48	424,60	0,137
18	Noeud n17	424,30	0,329	50	Noeud n49	425,30	0,179
19	Noeud n18	420,80	0,358	51	Noeud n50	426,70	0,061
20	Noeud n19	422,45	0,272	52	Noeud n51	424,90	0,133
21	Noeud n20	423,40	0,094	53	Noeud n52	423,00	0,401
22	Noeud n21	422,90	0,077	54	Noeud n53	425,30	0,349
23	Noeud n22	426,10	0,189	55	Noeud n54	427,50	0,715
24	Noeud n23	423,50	0,272	56	Noeud n55	425,30	0,274
25	Noeud n24	423,30	0,243	57	Noeud n56	426,30	0,143
26	Noeud n25	425,40	0,043	58	Noeud n57	427,70	0,321
27	Noeud n26	426,10	0,219	59	Noeud n58	427,40	0,348
28	Noeud n27	425,6	0,138	60	Noeud n59	428,20	0,575
29	Noeud n28	427,30	0,141	61	Noeud n60	424,60	0,209
30	Noeud n29	426,10	0,140	62	Noeud n61	427,70	0,426
31	Noeud n30	426,40	0,352	63	Noeud n62	427,60	0,392
32	Noeud n31	425,70	0,143	64	Noeud n63	426,40	0,203

Annexe 6 : Appareils et accessoires du réseau.



Coudes à différentes angles



Cône de réduction à brides



Manchette de traversée



Té



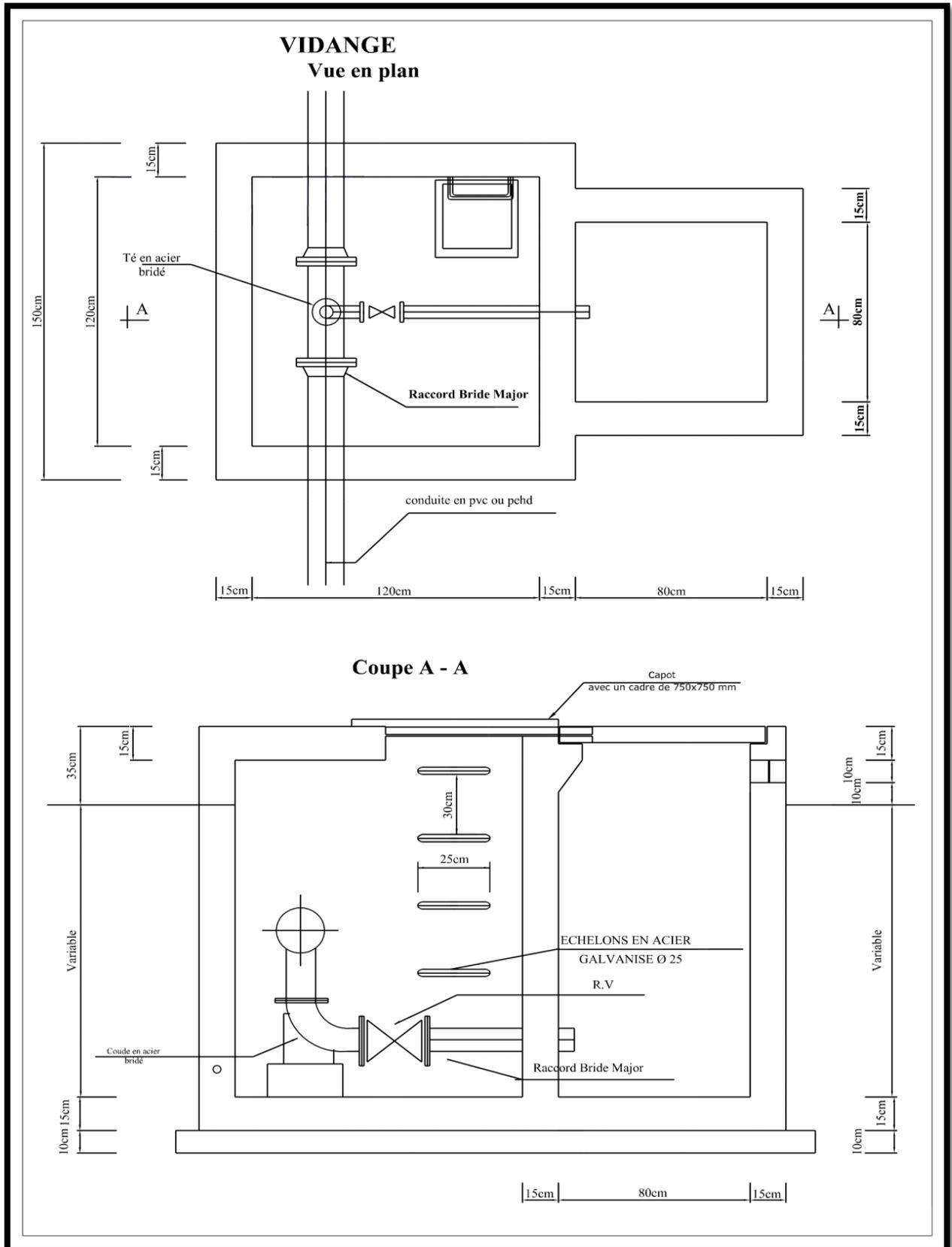
Raccord à brides major



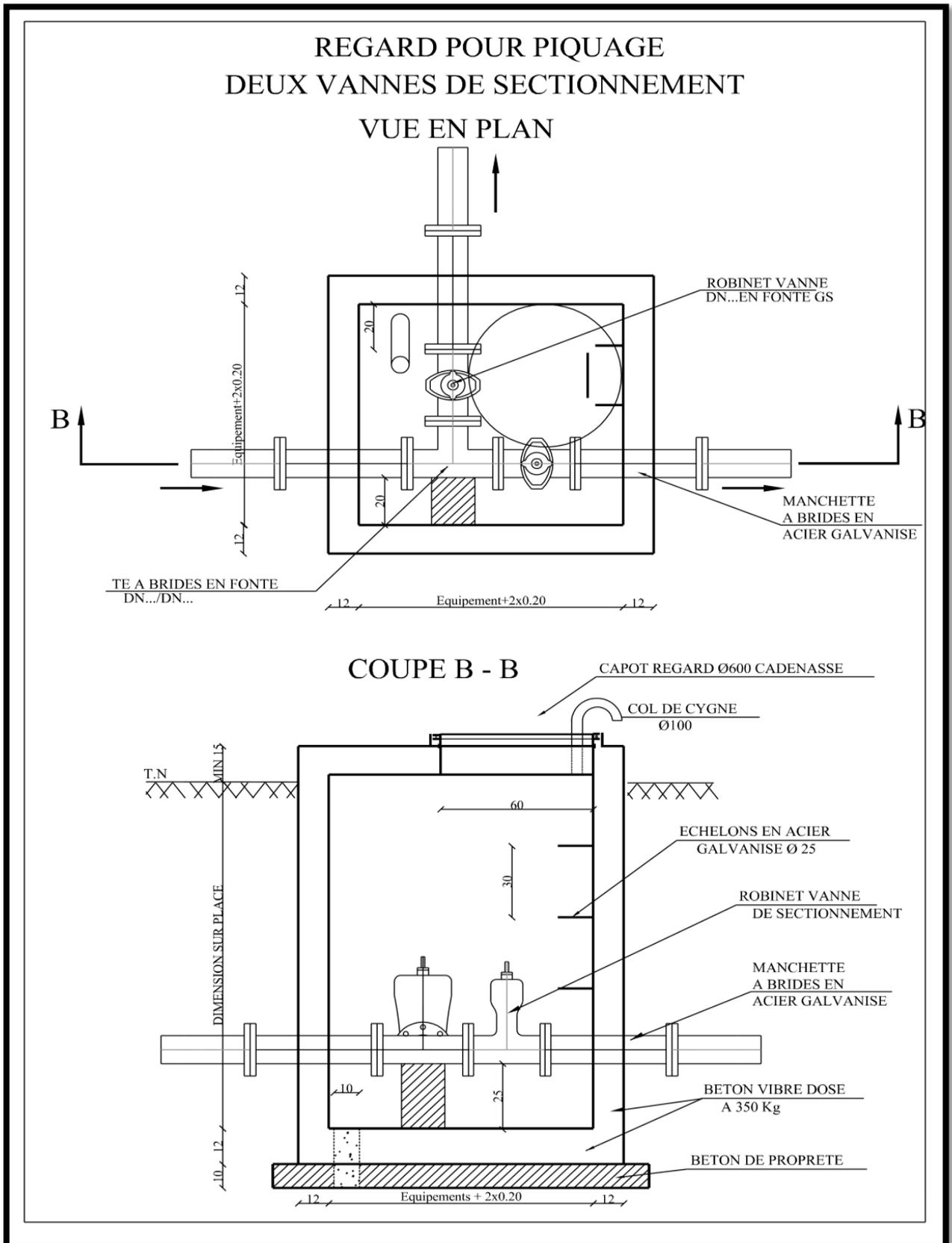
Plaque pleine



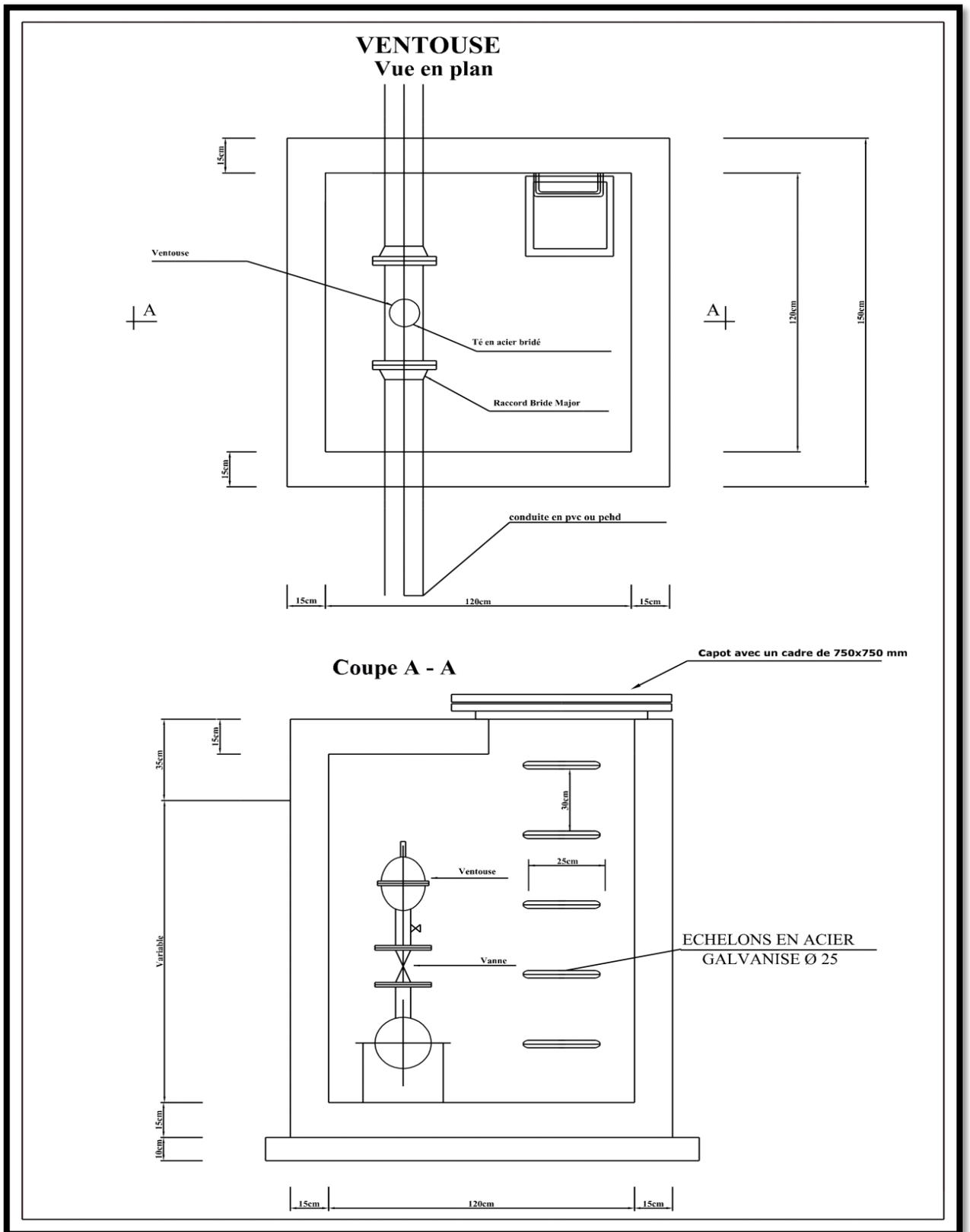
Vanne de sectionnement



Plan-type du regard de vidange [17]



Plan-type d'un regard à 2 vannes de sectionnement [17]



Résumé

L'eau source de la vie et de développement, compte parmi les richesses naturelles les plus précieuses, ayant une importance considérable pour le développement sociale et économique du pays.

L'expansion démographique et l'élévation du niveau de la vie ont engendrés une demande en eau potable sans cesse.

À fin de satisfaire les besoins en eau dans plusieurs régions de l'Algérie qui souffrons d'une insuffisance dans l'approvisionnement en eau potable, parmi ces région notre zone d'étude (**commune de Mansourah nouvelle**).

Une étude consiste de faire un diagnostic du système d'alimentation en eau potable actuel pour connaitre leur efficacité et leur fonctionnement, ce diagnostic aidera à proposer des solutions en cas de dysfonction ou de sous dimensionnement.

Pour cela nous allons basés sur les axes suivants :

- 1) La présentation du système actuel d'alimentation.
- 2) Diagnostic hydraulique tout en donnant les défaillances existantes.
- 3) Préconiser des solutions pour une réhabilitation d'un système qui véhicule les débits satisfaisant les besoins actuels et de future (2041).

À partie cette étude nous avons constaté que le réseau actuel de type ramifié est sous dimensionné dans la plupart des diamètres ne véhicule pas les débits satisfaire nous besoins, pour cela on a proposé la réhabilitation avec un nouveau réseau couverte tout la zone d'étude avec les extensions ainsi qu'un réservoir de capacité de 1500 m³

Mots-clés : Eau potable ; Diagnostic ; Le réseau d'alimentation ; Réhabilitation du système ; Conditions hydraulique.

ملخص

الماء مصدر للحياة والتنمية، يعد من أكثر الموارد الطبيعية الثمينة، ذو أهمية كبيرة للتنمية الاجتماعية والاقتصادية حيث بزيادة النمو السكاني وارتفاع مستوى المعيشة يزداد الطلب على مياه الشرب باستمرار.

من اجل تلبية احتياجات المياه لعدة مناطق في الجزائر، والتي تعاني من نقص في إمدادات مياه الشرب، التي من بينها منطقتنا محل الدراسة (بلدية المنصورة الجديدة).

تم اختيار هذا الموضوع الذي يهدف الى دراسة تشخيصية شاملة لنظام التزويد الحالي لمياه الشرب بالمنطقة لمعرفة مدى فاعليتها في عملية التزويد واقتراح الحلول الممكنة.

لذلك ارتكزت الدراسة على المحاور التالية:

- 1) عرض نظام التزويد الحالي.
- 2) التشخيص الهيدروليكي للنظام وتحديد الإخفاقات.
- 3) اقتراح حلول لإيصال تدفقات كافية للمدى الحالي والمدى المستقبلي(2041).

من خلال الدراسة تبين لنا ان الشبكة الحالية المتفرعة غير مصممة بشكل دقيق حيث اغلب القنوات قديمة ولا تلبى حاجيات السكان في أفضل الشروط الهيدروليكية لذلك ارتأينا تجديدها واطرافه شبكة جديدة تغطي كل منطقة الدراسة بما في ذلك منطقة التوسع مع تدعيم نظام التزويد بخزان إضافي ذو سعة 1500 متر مكعب

كلمات مفتاحية: الماء الشروب، تشخيص، شبكة تزويد، إعادة تصميم، الشروط الهيدروليكية