

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Diagnostic et réhabilitation du système d'alimentation en eau potable de la ville de Bouchrahil (w.Medea).

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0025-17

APA Citation (توثيق APA):

Ferkoul, Mossab (2017). Diagnostic et réhabilitation du système d'alimentation en eau potable de la ville de Bouchrahil (w.Medea)[Mem Ing, ENSH].

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

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...)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

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

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

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

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

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE URBAINE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique

Option: ALIMENTATION EN EAU POTABLE

THEME :

**DIAGNOSTIC ET REHABILITATION DU SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU
POTABLE DE LA VILLE DE BOUCHRAHIL (W.MEDEA)**

PRESENTE PAR :

M^r FERKOUL MOSSAB

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
M ^r KHODJET-KESBA Omar	Professeur	Président
M ^{me} BERBACCHE Sabah	M.A.A	Examinatrice
M ^r DJELLAB Mohamed	M.C.B	Examineur
M ^{me} CHENITI NAOUAL	M.A.A	Examineur
M ^{me} KAHLERRAS MALIKA	M.A.A	Promotrice

Session - 2017

dédicaces

Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect.

A mes parents pour les sacrifices qu'ils ont consentis à mon égard

A toute ma famille

A mes amis sans exception

A toutes la famille de l'ENSH

A tous ceux qui luttent pour une Algérie meilleure

M. Ferkoul

remercime nts

Avant tout, nous remercions le bon Dieu qui a illuminé notre chemin et qui nous avons armé de force et de sagesse, ainsi la bonne volonté pour achever ce modeste travail.

Ces quelques lignes ne vont jamais exprimer à la juste valeur ma reconnaissance à l'égard de mon promotrice *M^{me} M. kahleras*, pour toute l'aide qu'elle m'a offert durant la période de la réalisation de ce travail.

Toute gratitude à nos professeurs et enseignants qui nous ont guidés au cours de la formation d'ingénieur, et nos respects aux membres de jury qui nous feront l'honneur d'apprécier ce travail.

Mes remerciements à *Mr herfoufmustapha*, ancien ingénieur à l'ENSH.

Grands mercis à vous tous.

M. Ferkoul

Sommaire

Chapitre I :

Introduction :.....	3
I.1.Situation géographique :	1
I.2 Situation topographique :.....	3
I.3. Situation géologique :.....	4
I.4. Situation climatologiques :	4
I.5. Situation socio-économique :	6
I.5.1. Situation démographique :	6
I.5.2. Infrastructures et équipements publics :.....	Error! Bookmark not defined.
I.6. Situation sismique :	6
Conclusion :	7

Chapitre II :

Introduction :.....	10
II.1. Ressources en eau.....	10
a-Eaux superficielles :.....	10
II-2. Adduction :	15
II-2-1.Adduction source Oued El Hammam Réservoir R250m3 :	15
II-2-2. Adduction Forage OULED HADRIA – Réservoir 250 m3 :	15
II-3.Ouvrage de Stockage :.....	15
II-3-1. Présentation :.....	15
II.3.Réseau de distribution :.....	19
II.3.1Démarche à suivre dans l'établissement du plan de recollement :	19
II.3.2Plan de recollement du réseau d'AEP :.....	20
II.3.3Etat et principe de fonctionnement du réseau d'AEP :	22
II.3.3.1.Principe de fonctionnement :	22
II.3.3.2.Etat du réseau :	22
Conclusion :	22

Chapitre III :

Introduction :.....	23
III.1. Evaluation de la population de la zone d'étude :.....	23
III.2. Evolution de la population pour les horizons considérés :.....	23
III.2.1. Estimation de la population future :	23

III.3. Consommation moyenne journalière :.....	24
III.4. Dotations :	25
III.5. Différents types des besoins :.....	25
III.5.1. Besoins domestiques :	25
III.5.2. Besoins des équipements publics :.....	26
III.6. Récapitulation des besoins en eau selon la population et les équipements :.....	27
Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :.....	27
III.7. Consommation maximale journalière :.....	27
III.8. Détermination des consommations horaires :	28
III.8.a Détermination du débit moyen horaire :.....	28
III.8.b Détermination du débit maximum horaire (débit de pointe) :.....	29
III.9 Bilan de comparaison : (production-Besoins) :.....	31
III .10.Calcul hydraulique du réseau existant.....	32
III .10.1.Détermination des débits (routes et nœuds).....	32
III .10.2.Débit spécifique.....	32
III .10.3.Débit en route	33
III .10.4.Débits aux nœuds	33
Simulation.....	40
Interprétation :	47
Conclusion :	47

Chapitre IV :

Introduction :.....	48
ADDUCTION.....	48
IV.1. Types d'adduction :	48
IV.2. Adduction et types d'écoulement :.....	48
IV.2.1. Ecoulement à surface libre :	49
IV.2.2. Ecoulement en charge :	49
IV.3. Choix du tracé :	49
IV.4 CHOIX DU MATERIAU :.....	49
IV.5 Etude technico-économique des diamètres d'adduction par refoulement :.....	51
Dimensionnement des conduites de refoulement :	51
IV.5.1. Détermination des diamètres économiques :	51
IV.5.2. Evaluation des frais d'amortissement (Fa) :.....	51

IV.5.3. Evaluation des frais d'exploitation :	53
Etude de pompage.....	56
IV.6. Définition de la pompe :	56
IV.7. Les types des pompes :	56
IV.8. Choix des pompes :	60
IV.9. Couplage Des pompes :	60
IV.10. Choix du nombre de pompe :	62
IV.11. Courbe caractéristique de la conduite de refoulement :	62
IV.12. Caractéristique de pompe :	63
IV.12. 1. Vitesse spécifique (Ns) :	63
IV.12. 2. Le point de fonctionnement :	63
IV.12. 3. Modification de la vitesse de rotation :	64
IV.12. 4. Réduction du temps de pompage :	64
IV.12. 5. Calcul de la puissance absorbée par la pompe :	64
IV.12. 6. Les frais annuels d'énergie :	65
IV.13. Etude de la cavitation :	65
IV.14. Les équipements en amont et en aval des pompes :	66
IV.14. 2. Equipements en aval (refoulement) :	68
IV.15. Calculs :	68
IV.15. 1. Station de pompage SIDI NAMMAN :	68
IV.10.1.3. Caractéristiques de la pompe :	72
IV. 10.1.4 Calcul de la vitesse spécifique :	72
IV .10.1.5. Vérification au non cavitation :	73
IV 10.1.6. Les frais annuels d'énergie :	73

Chapitre V :

Introduction :	75
V.1. Rôle et fonctions des réservoirs :	75
V.2. Classification des Réservoirs :	75
V.2.1. Classification selon le matériau de construction :	75
V.2.2. Selon la situation des lieux :	75
V.3. L'emplacement des réservoirs :	76
V.4. Réservoirs existants :	77
V.4.1 Présentation :	77

V.5. Calculs des réservoirs :	78
V.5.1. Méthode analytique :	78
V.5.2. Méthode graphique :	78
V.6. Calcul de capacité des réservoirs :	81
V.7. Besoin en stockage et bilan de comparaison :	82
V.8 Station de pompage :	83
V.8.1 Capacité et Dimensionnement de la bête de reprise :	83
V.8.2 Calcul de volume de la bête :	83
V.8.3 Forme des réservoirs :	84
V.9 Equipements des réservoirs :	85
V.9.1 Conduite d'adduction ou d'arrivée :	86
V.9.2 Conduite de distribution ou de départ :	86
V.9.3 Conduite de trop-plein :	87
V.9.4 Conduite de vidange :	87
V.9.5 Conduite by-pass :	88
V.9.6 Matérialisation de la réserve d'incendie :	88
Conclusion	89

Chapitre VI :

Introduction :	90
VI.1. Types de réseaux :	90
VI.1.1. Les réseaux ramifiés :	90
VI.1.2. Les réseaux maillés :	91
VI.1.3. Autres types de réseaux :	92
VII.2. Choix du type de réseau :	92
VII.3. Choix du matériau des conduites :	92
VII.3.1. Tuyaux en fonte :	93
VII.3.2. Tuyaux en matière plastique :	93
VI.4. Méthode d'alimentation des réseaux :	95
VI.5. Conception d'un réseau :	95
VI.6. Principe de tracé du réseau maillé :	95
VI.7. Hypothèses de calcul :	96
VI.7.1. Le débit :	96
VI.7.2. Choix du diamètre :	96

VI.7.3. La pression :	97
VI.8. Calcul des débits du réseau maillé :	97
VI.8.1. Procédure de calcul :	98
VI.8.1.1. Détermination des longueurs des tronçons du réseau :	98
VI.8.1.2. Détermination des débits en route	98
VI.8.1.3. Détermination du débit spécifique :	98
VI.8.1.4. Détermination des débits aux nœuds :	98
VI.9 Calculs :	99
VI.9 .1La ville de bouchrahil (cas de point) :	99
VI.9.1.1. Détermination des débits aux nœuds :	100
VI.9.1.2. Cas de pointe + incendie :	112
VI.10.Détermination des diamètres du réseau :	112
VI.10.1Définition d'EPANET :	120
VI.10.1.1 Formule de Hazan-Williams :	121
VI.10.2. Résultats de calculs :	121
VI.10.2.1. Cas de pointe :	121
VI.10.2.2. Cas de pointe :	132
Conclusion :	132

Chapitre VII :

Introduction :	133
VII.1. Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique :	133
VII.1. 1.Facteurs humains :	133
VII.1.2. Facteurs matériels :	133
VII.1.3. Liste des conditions dangereuses :	133
VII.2. Liste des actions dangereuses :	134
VII.3. Mesure préventives pour éviter les causes des accidents :	134
VII.3.1protection collective :	134
VII.3.2Autres protections :	135
VII.3.3 Protection individuelle :	135

Chapitre VIII :

Introduction :.....	136
VIII.1 Méthodes de calcul :	136
VIII.1.1 Déblais d'excavation :.....	136
VIII.1.1.1 Largeur de la tranchée :.....	136
VIII.1.1.2 Profondeur de la tranchée :.....	137
VIII.1.2 Lit de sable :	137
VIII.1.3 Volume de la conduite :.....	138
VIII.1.4 Remblais compacté :	138
VII.2 Calcul des volumes des travaux de distribution :	138
VIII.2.1 Déblais d'excavation :.....	138
VIII.2.2 Lit de sable :	139
VIII.2.3 volumes de la conduite :.....	140
VIII.2.4 Remblais compacté :	141
VIII.2.5 Récapitulation des volumes des travaux de la distribution :.....	141
VIII.3 Calcul des coûts des travaux :.....	142
Conclusion	143

Liste des tableaux

Tableau I.1.Répartition moyenne mensuelle de température.....	4
Tableau I 2.Cumul mensuelle des précipitations (Période 1996 à 2008).....	5
Tableau I 3. Les vents.....	6
Tableau I 4.Les humidités.....	6
Tableau II 1.caractéristique des forages.....	11
Tableau II 2.caractéristiques des réservoirs.....	19
Tableau II 3.Linéaire du réseau de distribution par matériau.....	21
Tableau III 1.Evaluation de la population selon les RGPH de l'année 2008.....	23
Tableau III 2.L'évolution de la population pour les différents horizons.....	24
Tableau III 3.Besoins domestiques pour les différents horizons.....	25
Tableau III 4.Variation des besoins des équipements pour La ville de BOUCHRAHIL.....	27
Tableau III 5.Les besoins en eau pour les différents horizons.....	27
Tableau III 6.Consommation maximal journalière pour les différents horizons.....	28
Tableau III 7.Les débits moyen horaire pour défèrent horizon.....	29
Tableau III 8. β_{max} en fonction du nombre d'habitants.....	30
Tableau III 9.Consommations maximales horaires (Débits de pointe).....	31
Tableau III 10.le déficit entre la production et les besoins.....	32
Tableau III 11.calculs des débits aux nœuds.....	34
Tableau III 12.Etat des nœuds.....	41
Tableau III 13.Etat des arcs.....	44
Tableau IV 1.Evaluation des frais d'amortissement.....	53
Tableau IV 2.Diamètres, épaisseurs et tarifs des conduites en PEHD.....	53
Tableau IV 3.Calcul de la HMT.....	54
Tableau IV 4.consommation en KWH et prix de l'exploitation.....	55
Tableau IV 5.les frais d'amortissement.....	55
Tableau IV 6.Caractéristique géométrique de la conduite de refoulement.....	56
Tableau IV 7.Type de la roue.....	64
Tableau IV 8.Tableau représentatif de la tension de vapeur pour une température donnée.....	67
Tableau IV 9.Calcul de la courbe caractéristique de la conduite.....	70
Tableau V 1.Pourcentages de la consommation en fonction du nombre d'habitants.....	81
Tableau V 2.Calcul de la capacité du réservoir à l'horizon 2045.....	82
Tableau V 3.Le déficit en stockage à la ville de BOUCHRAHIL.....	83
Tableau VI 1.Avantages et Inconvénients des tuyaux selon leur matériau.....	95
Tableau VI 2.Débits de calcul de la ville (cas de pointe).....	100

Tableau VI 3.calcul des débits aux nœuds	101
Tableau VIII 1.Calcul de volume de déblai	140
Tableau VIII 2.Calcul du volume de lit de sable	140
Tableau VIII 3.Volumes de la conduite.....	141
Tableau VIII 4.Calcul du volume compacté	142
Tableau VIII 5.Bilan des travaux total de la distribution	142
Tableau VIII 6.Coût des travaux de distribution	143
Tableau VIII 7.Coût des accessoires	144
Tableau VIII 8.bilan total de projet	144

Listes des Figures

Figure I 1. Communes limitrophes de BOUCHRAHIL sur la carte de la wilaya de Médéa	8
Figure I 2. Limites de la zone d'étude	9
Figure I 3. Variations moyenne mensuelles des températures (max, moy, min).....	11
Figure I 4. Variation moyenne mensuelle des précipitations (1996/2008)	12
Figure I 5. Classification sismique des wilayas d'Algérie.....	14
Figure II 1. la vue générale et d'intérieur du forage OuledHadria.....	12
Figure II 2. la vue générale de la source Oued el Hammam.....	13
Figure II 3. vue d'ouvrage de prise	14
Figure II 4. position des Ressources en eau par rapport la ville de bouchrahil.....	14
Figure II 5. Vue générale et de près sur les R2x50m3+ R250m3	16
Figure II 6. vue de près du réservoir 250m3	17
Figure II 7. vue de près du réservoir 2*50.....	17
Figure II 8. réservoir surélève 50m3	18
Figure II 9. chambre des vannes R50m3 surélevé	18
Figure II 10. pourcentages des différents matériaux.....	21
Figure III 1. L'évolution de la population pour les différents horizons	24
Figure III 2. Evolution des besoins domestiques pour les différents horizons.....	26
Figure III 3. Répartition des débits de la consommation maximale journalière (m3/j).....	29
Figure III 4. La variation de coefficient β_{max} en fonction de nombre d'habitant.....	31
Figure III 5. le déficit entre la production et les besoins.....	32
Figure III 6. Simulation du réseau existant de la ville	47
Figure IV 1. représentation des frais d'amortissement	56
Figure IV 2. Schéma de la classification des pompes.....	57
Figure IV 3. Pompe centrifuge.....	58
Figure IV 4. Pompe monocellulaire.....	59
Figure IV 5. Pompe axiale.....	59
Figure IV 6. Couplage des pompes en série	62
Figure IV 7. Couplage des pompes en parallèle	62
Figure IV 8. Courbe caractéristique de la conduite de refoulement	70
Figure IV 9. la courbe caractéristique de point fonctionnement	71
Figure IV 10. Courbe caractéristique de la pompe	72
Figure V. 1 Réservoir de R500 m3 non raccordé	78
Figure V. 2. Représentation graphique de la consommation et l'apport	80
Figure V. 3. réservoir projeté de la station de pompage	84
Figure V. 4. Coupe transversale d'un réservoir	86
Figure V. 5. Conduite d'adduction	87

Figure V. 6. Conduite de distribution.....	88
Figure V. 7. Conduite de trop-plein	88
Figure V. 8. Conduite By-pass.....	89
Figure V. 9. Matérialisation de la réserve d'incendie	90
Figure VI 1. Schéma d'un réseau ramifié	92
Figure VI 2. Schéma d'un réseau maillé.....	92
Figure VI 3. Tuyaux en fonte	94
Figure VI 4. Tuyaux en PEHD	94

Introduction générale

En tant qu'élément de base indispensable à toute forme de vie et de développement, l'eau qui demeure une ressource vitale devient de plus en plus insuffisante dans la wilaya de MEDEA, voire la ville de BOUCHRAHIL; cela est dû à son inégale répartition, à la forte croissance démographique ainsi qu'à l'effet de pollution des ressources en eau.

L'objet de mon mémoire consiste à faire une étude approfondie du système d'alimentation en eau potable de la ville de BOUCHRAHIL. Pour améliorer son approvisionnement en eau. Cette étude est constituée de deux parties :

- *Diagnostic du système d'alimentation en eau potable de la ville
- * Réhabilitation de ce système, pour avoir un bon fonctionnement.

Introduction :

L'acquisition des données du site prospecté est fondamentale pour l'analyse des caractéristiques du lieu et des facteurs agissants sur la conception du projet. Les données relatives à l'agglomération, les données propres au réseau d'alimentation en eau potable, ainsi que les informations géologiques et topographiques du site sont la base de l'investigation afin de prendre les dispositions nécessaires pour la réalisation des travaux.

I.1.Situation géographique :

La commune de BOUCHRAHIL est située au nord de la wilaya de Médéa, à environ 65 km à l'ouest de Blida et à environ 120 km au sud-ouest d'Alger, s'étalant sur une étendue de 210 km².

La commune de BOUCHRAHIL est limitée :

- Au Nord par la commune d'EL AISSAOUIA, BAATA
- Au Nord-Est par la commune de MEZGHANA
- À l'Est par la commune de SIDI ERRABIA
- Au Sud-Est par la commune de BENI SLIMANE
- Au Sud par la commune de BOUSKENE
- À l'Ouest par la commune de SIDI NAAMANE

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

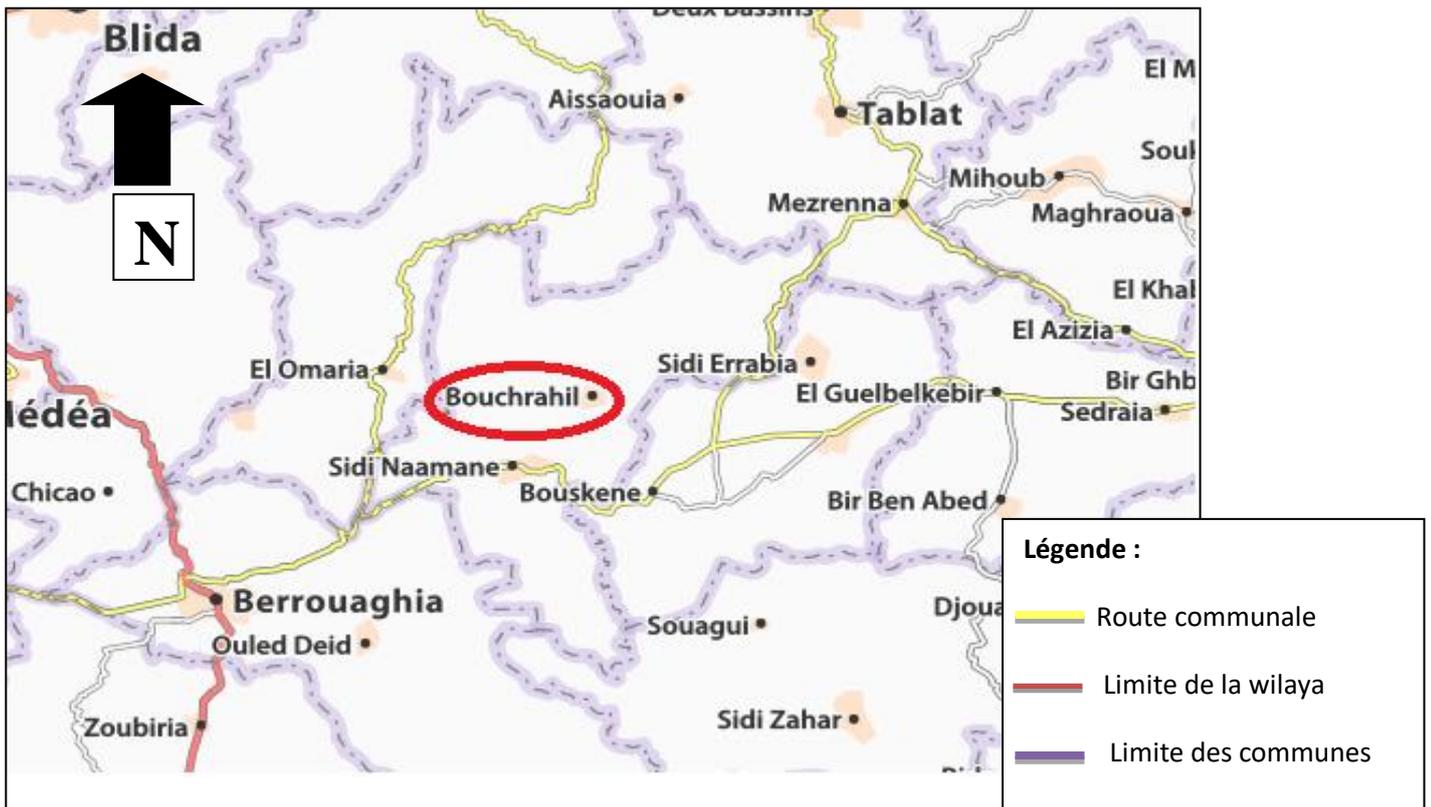


Figure I 1. Communes limitrophes de BOUCHRAHIL sur la carte de la wilaya de Médéa

L'aire de notre étude est limitée :

- Au Nord par la commune de BAATA, EL AISSAOUIA.
- Au Sud par la commune de BOUSKENE.
- A l'Est par la commune de SIDI ERRABIA.
- A l'Ouest par la commune de SIDI NAAMANE.



Figure I.2. Positionnement de la zone d'étude (extrait d'une image satellitaire)

I.2 Situation topographique :

Le relief :

La commune de BOUCHRAHIL se distingue par un relief peu accidenté, relativement homogène avec des altitudes variant entre 500 et 700m ; l'altitude la plus basse se situe au centre de la commune (500m), l'élévation s'observe aussi bien vers le nord que vers le sud pour atteindre les 700m, le point le plus élevé est localisé dans la partie centre ouest de la commune (994m).

Les pentes :

Sont en général douces, surtout dans la partie ouest (moins de 12%), les cours d'eau à ce niveau sont très encaissés.

I.3. Situation géologique :

En se distinguant par un relief relativement homogène, la commune de BOUCHRAHIL présente, toutefois une variation de terrains avec des divisions géologiques différentes, cependant des escarpements sont distingués au Sud de la commune, il s'agit d'escarpement de marnes argileuses avec couches de grès dans les quelques escarpements répertoriés au centre sont des calcaires et grès, au nord des calcaires et marnes ; les sols correspondant sont sensibles à l'érosion et qui n'emmagasinent que les eaux.

I.4. Situation climatologiques :

I.4.1. Le climat :

La commune se situe dans l'étage bioclimatique subhumide, soit un niveau de précipitation d'environ 600mm/an assez bien réparties sur toute l'année. Le climat se caractérise par des hivers froids et des étés chauds et secs, on peut toutefois enregistrer un rapport de 18 jours de gelée blanche et 20 jours de sirocco.

I.4.2. La température :

Tableau I.1.Répartition moyenne mensuelle de température

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Année
Tempmax (C°)	9.4	10.2	13.8	16.3	21.1	27.8	31.5	31	25.6	20.8	13.1	9.4	19.2
Tempmoy(C°)	6.9	7.4	10.4	12.6	17.1	23.1	26.4	26.0	21.2	17.2	10.4	7.1	15.5
Temp min (C°)	4.3	4.6	7.0	8.9	13	18.3	21.4	21.1	16.9	13.6	7.6	4.9	11.8

Source : L'ONM, statistique sur (1996 / 2008)

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

I.4.3. La pluviométrie :

La pluviométrie est supérieure à 600 mm par an avec une période pluvieuse allant de Novembre à avril et une période sèche correspondant au mois de juin à août.

Tableau I 2. Cumul mensuelle des précipitations (Période 1996 à 2008)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Ju in	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Année
Pluviomoy (mm)	89.9	75.9	60.5	68.5	58.7	5.1	4.5	8.4	34.8	53.4	100.0	107.4	667.1

Source : l'ONM (1996/2008)

I.4.4. Les vents :

La vitesse des vents est généralement modérée entre 2.5 et 4 m/s.

Tableau I 3. Les vents

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Année
Vitesse du vent (m/s)	3.3	3.2	3.4	3.7	3.2	3.2	2.8	2.7	3.0	3.0	3.5	3.5	3.2

Source : l'ONM (1996 /2008)

I.4.6. L'humidité :

L'humidité moyenne annuelle est élevée, de l'ordre de 68%, et évaluée régulièrement durant l'année, mais reste au-dessus de 50% pendant tous les mois.

Tableau I 4. Les humidités

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Année
Humidité relative moyenne (%)	80	78	72	71	67	54	47	51	63	69	80	83	68

Source : l'ONM (1996/2008)

I.5. Situation socio-économique :

I.5.1. Situation démographique :

Selon les services d'APC de BOUCHRAHIL la population de l'agglomération chef-lieu est de **8553** habitants, selon les données de Recensement Général de l'Habitat (RGPH) de l'année 2008.

I.5.2. Infrastructures et équipements publics :

Tableau I 5 Infrastructures et équipements publics

Infrastructures et équipements publics													
Equipements scolaires		Equipements sanitaires		Equipements socioculturelles		Equipement sportif		Equipements culturelles		Equipements publics		Equipements commerciaux	
Crèche	1	Centre de santé	1	Bibliothèque	1	Stade	1	mosquées	2	APC	1	Station de lavage	1
Ecole Primaire	3									PTT	1		
CEM	3			Salle polyvalente	1					Poste de gendarmerie	1	Station de services	1
Lycées	1												

I.6. Situation sismique :

Le nord de l'Algérie est associé à une activité sismique superficielle modérée, liée aux Mouvements des plaques parasismiques algériennes, le territoire algérien est divisé en Quatre zones sismiques :

- Zone 0 : sismicité négligeable
- Zone 1 : sismicité faible
- Zone 2 : sismicité moyenne
- Zone 3 : sismicité forte

La zone d'étude est située dans une zone à haut risque sismique, elle est classée en Zone 2

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

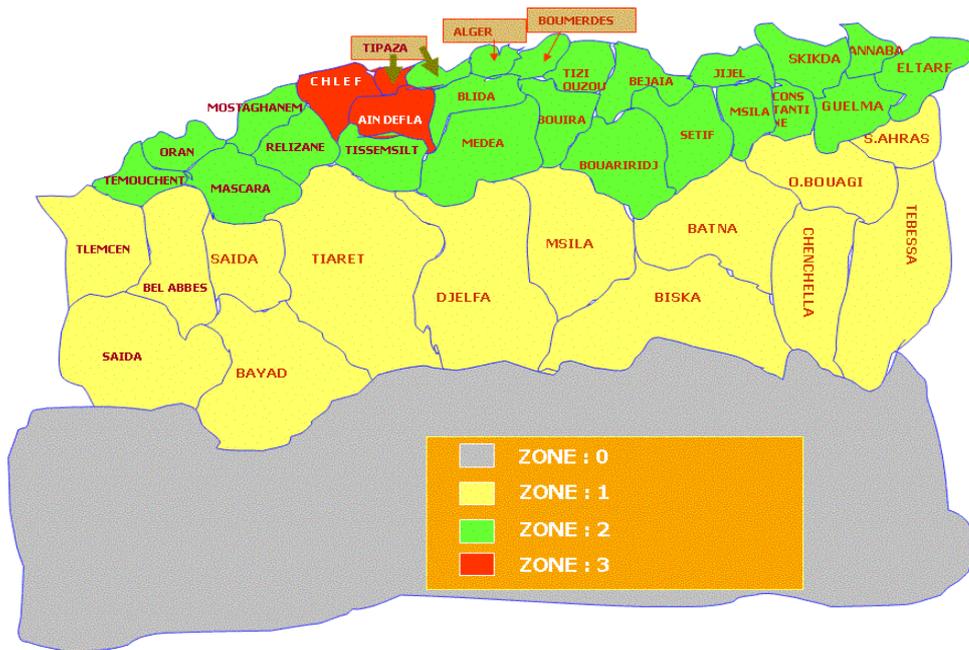


Figure I 3. Classification sismique des wilayas d'Algérie (source :Reglement paraseismique algerienne RPA 2003)

Conclusion :

Les données relatives aux conditions géologiques et topographiques sont considérées comme des éléments de base pour faire notre étude. Certes la topographie de la zone d'étude est peu accidentée, mais par contre la formation géologique de la région se trouve être stable, ce qui facilitera l'implantation des ouvrages hydrauliques à projeter.

Introduction :

Dans cette partie nous allons faire une description et un diagnostic physique bien détaillé du réseau et de système existant afin de connaître les problèmes et les défaillances de ce dernier pour qu'on puisse les traiter.

II.1. Ressources en eau

a-Eaux superficielles :

Il existe un ouvrage de prise des eaux superficielles destinées à l'alimentation en eau potable dans la ville de SIDI NAAMANE.

b- Eaux souterraine :

La mobilisation des ressources en eaux souterraines pour l'agglomération de BOUCHRAHIL est assurée par trois forages :

- Forage d'OuledHadria (mis en service en 1997) F1.
- Forage B'hahza F2.
- Forage (CHOUAKA) en cour d'équipement F3.
- Source Oued El Hammam.

Remarque :

Le nouveau forage réalisé en fin 2012 (forage Chouaka) sans analyse, Aucun document d'analyse ne nous a été présenté. Selon le service gestionnaire (APC) elle n'a presque jamais été faite, ce qui peut engendrer un grand risque pour les consommateurs.

En plus de sa l'absence des donnée pour ce forage (Profondeur de forage et la côte de calage de la pompe).

C'est pour ce la en a pas prés le risque d'utilisé ce forage pour l'alimentation des réservoirs en eau potable.

Chapitre II : Diagnostic du système d'AEP de la ville

Tableau II 1.caractéristique des forages

Nom du Forage	Coordonnées			Débit de mobilise (l/s)	Débit exploite (l/s)	Heure de pompage (h/j)	Nbr de jour de pompage	Production journalière (m³/j)	Profondeur (m)	Cote de calage Pompe (m)	Date de mise en service
	X	Y	Z								
F1 : Ouled Hadria	512955	4011587	647	-	10	24	31	864	200	100	1998
F2:B'hahza	511099	4012544	689	-	5	12	31	216	100	45	2002
F3 :Chouaka	514299	4013272	588	6	4.5	24	31	388.8	-	-	2013
Source Oued El Hammam	512820	4013206	612	3	3	8	31	86.4	100	90	2002
Total								1555.2			

Source : - DHW de Médéa (service mobilisation des ressources en eau) : APC BOUCHRAHIL

Forage OuledHadria



Vue générale du forage

OuledHadria

Vue intérieure du forage
OuledHadria

-L'équipement hydraulique est en bon état



Figure II 1.la vue générale et d'intérieur du forage OuledHadria(Source :DRE)

Source Oued El Hemmam



Vue de générale de la source El Hammam



Refoulement par pompe immergée dans l'ouvrage de captage

Figure II.2.la vue générale de la source Oued el Hammam (Source :DRE)

L'ouvrage de prise :



Figure II 3.vue d'ouvrage de prise (extrait d'une image satellitaire)



Figure II 4.position des Ressources en eau par rapport la ville de Bouchrahil (extrait d'une image satellitaire)

Chapitre II : Diagnostic du système d'AEP de la ville

II-2. Adduction :

II-2-1. Adduction source Oued El Hammam Réservoir R250m³ :

Cette adduction est matérialisée par une conduite DN 80 acier réalisée en 1979 sur un linéaire de 700m.

La présente conduite est en état dégradé vue son âge (34 ans).

II-2-2. Adduction Forage OULED HADRIA – Réservoir 250 m³ :

C'est l'adduction la plus importante vu le débit transporté (10 l/s). Elle est en diamètre 100mm amiante ciment réalisée en 1980 occupant un linéaire de 2200 ml. Elle refoule l'eau directement vers le réservoir 250 m³.

Remarque :

Cette adduction doit être refaite par un autre matériau que l'amiante ciment qui est un matériau cancérigène et que son interdiction totale a été dénoncé en 1996 et entrée en vigueur depuis le 1^{er} janvier 1997.

II-3. Ouvrage de Stockage :

II-3-1. Présentation :

Le réseau de la ville de BOUCHRAHIL est alimenté actuellement à partir des six réservoirs à savoir :

- Les 2x50m³+le R250m³ (au sol) et le réservoir surélevé R50m³ qui destiné pour le bâti type R+4.
- les deux réservoirs R50 et 130m³ implantés derrière le siège de la gendarmerie.

Il y a lieu de signaler que le réservoir surélevé R50m³ est alimenté à partir du réservoir R250m³ par le biais d'une pompe immergée.

Chapitre II : Diagnostique du système d'AEP de la ville

Le groupe (R2x50+R250m³+R surélevé 50m³) forme un complexe implanté sur une même assiette située au Nord-Ouest de la ville à environ 2km du chef lieu de la commune.



Vue générale sur les R2x50m³+ R250m³
+R50m³ surélevé

Vue de près des : R2x50m³+
R250m³
+R50m³ surélevé



Figure II 5. Vue générale et de près sur les R2x50m³+ R250m³(Source :DRE)

Chapitre II : Diagnostique du système d'AEP de la ville



Figure II 6.vue de près du réservoir 250m³(Source :DRE)



Figure II 7.vue de près du réservoir 2*50 (Source :DRE)

Chapitre II : Diagnostique du système d'AEP de la ville



Figure II 8. réservoir surélevé 50m³(Source :DRE)



Figure II 9. chambre des vannes R50m³ surélevé (Source :DRE)

Tableau II 2.caractéristiques des réservoirs

Réservoirs Existants	Capacité (m3)	Coordonnés NGA (m)			Forme du réservoir	Type	Etat de génie civil	Zone de distribution
		X	Y	Z				
R1	50	512612	4012873	672	Circulaire	Semi-enterré	Bon	Centre ville
R2	50	512565	4012867	672	Circulaire	Semi-enterré	Bon	Centre ville
R3	250	512566	4012882	672	Circulaire	Semi-enterré	Bon	Centre ville
R4	50	512573	4012869	672	Circulaire	Surélevé (H=20m)	Bon	Extension Nord
R5	50	513919	4011954	655	circulaire	Semi-enterré	Bon	Zone Sud Ouest
R6	130	513920	4011947	655	circulaire	Semi-enterré	Bon	Zone Sud Ouest

Source : APC KhamsDjouamaa

L'état physique des réservoirs est jugé bon par conséquent ils seront maintenu pour l'horizon d'étude avec un éventuelle renforcement par d'autre réservoirs si cela s'avère nécessaire.

II.3.Réseau de distribution :

II.3.1Démarche à suivre dans l'établissement du plan de recollement :

Avant d'entamer le travail de terrain, on a procédé à la collecte de tous les plans des réseaux d'AEP existants et projetés de tous les lotissements, cités et des quartiers qui sont situés dans la limite du projet. Ces plans sont très utiles et serviront de guide en cas d'absence d'information. Après la collecte des données et le traitement général de l'information on a procédé à la partie réservée au terrain à savoir : le

Chapitre II : Diagnostic du système d'AEP de la ville

repérage sur site du tracé des conduites et le positionnement des vannes qui sont abritées dans un regard ou bien identifiées par leurs bouches à clef.

Après avoir reconstitué le réseau global de la ville il a été procédé à l'interprétation des données ainsi recueillies et les comparer au différents plans en notre possession. Une deuxième correction, du plan de recollement constitué, a été effectuée par les services de l'hydraulique afin d'avoir une meilleur coordination entre les différents services.

Il est à signaler que les plans récupérés des réseaux projetés et réalisés ne reflètent pas la réalité du réseau existant. Beaucoup de changements ont été opérés sur le réseau projeté au cours de la réalisation ou pendant l'exploitation.

Des sondages de reconnaissance sont prévus dans cette phase de l'étude et serviront de moyen de control et de confirmation des caractéristiques réelles du réseau.

Nous allons dans ce qui suit montrer comment le réseau d'AEP de BOUCHRAHIL est constitué afin de mieux comprendre son fonctionnement.

II.3.2 Plan de recollement du réseau d'AEP :

Le réseau de distribution existant est composé de conduites en différents matériaux à savoir :

- Amiante ciment : conduites plus ancienne daté de 1980
- PVC à colle : conduite réalisées en 2008 à travers.
- Acier : conduites réalisées en 2002 afin d'alimenter les nouveaux lotissements.
- Le réseau est de type ramifié renforcé par deux mailles. Il est constitué par des conduites de différentes diamètre variant entre DN 200 et DN 40mm.
- Anciennement le réseau de distribution était alimenté à partir du R250 m³

Par le biais d'une conduite DN150 mm Amiante ciment réalisée en 1980.

Avec le développement de la ville et la création de nouvelle cité contenant des immeubles de type R+4, la charge des réservoirs existant n'assure pas une pression suffisante pour alimenter les nouvelles constructions, notamment les

Chapitre II : Diagnostique du système d'AEP de la ville

R+4. Et pour pallier à ce problème, il a été décidé de réaliser un réservoir surélevé de capacité 50m³ avec une hauteur de 20m sur le même site des réservoirs existant, ce dernier est alimenté par une pompe inondée dans le R250 m³.

- Une autre conduite de distribution DN 200mm PEHD a été réaliser en 2008 et qui prend départ du réservoir R50 m³ surélevé, destiné au renforcement du réseau de distribution de la ville de BOUCHRAHIL et principalement pour l'alimentation des points culminants de la ville (immeuble type R+4).
- Il y a lieu de signaler que les fractions (Chorfa, Ouled SGHAIR et OuledBen Aida) sont approvisionnées en eau à travers des bornes fontaines alimentées à partir du réseau de la ville.

Tableau II 3. Linéaire du réseau de distribution par matériau

Matériau	Date de réalisation	Linéaire(m)	Taux %
AC	1980	2006	15,70
pvc	2008	8180	64,00
AG	2002	2010	15,73
PEHD	2011	585	4,58
Total		12781	100

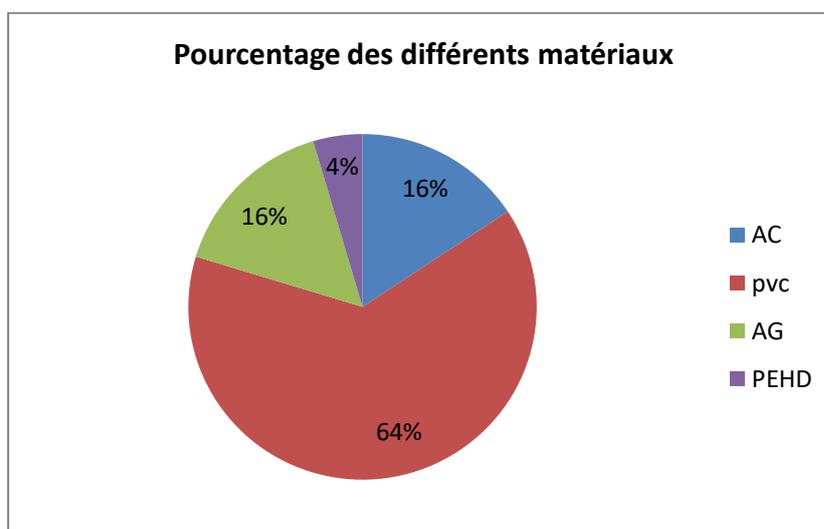


Figure II 10. pourcentages des différents matériaux

Chapitre II : Diagnostique du système d'AEP de la ville

Selon le tableau ci-dessus on constate que le PVC est le matériau le plus dominant avec un taux de 64% suivi par l'Acier et l'amiante ciment avec un taux de 15.70% et en dernier rang on trouve le PEHD avec un taux de 4.58%

II.3.3Etat et principe de fonctionnement du réseau d'AEP :

II.3.3.1.Principe de fonctionnement :

Une fois le réseau est reconstitué, le bureau d'études à assister le gestionnaire dans la mise en services des différentes étapes de distribution et les opérations de remplissage et de vidange des réservoirs. Cette mesure permettra au bureau d'études de mieux comprendre le fonctionnement du réseau et constater de près les défauts dans l'alimentation et la façon dont ils sont réglés.

Actuellement, le réseau ne fonctionne pas à plein temps, mais suit un régime de coupure d'eau, ceci est dû essentiellement à l'indisponibilité d'une quantité d'eau suffisante pour alimenter 24 heures toute la ville.

L'alimentation en eau potable dans la ville de Bouchrahil se fait chaque jour. Chaque cite on lui affecte une (01) heure de distribution chaque 2 jours.

II.3.3.2.Etat du réseau :

Le réseau connait plusieurs fuites cela est dû essentiellement au vieillissement des conduites en Amiante ciment et le mode d'assemblage des conduites en PVC qui est fait par de la colle, sachant que ce mode d'assemblage ne résiste pas à la variation des pressions.

Conclusion :

Dans cette partie on a présenté l'ensemble des équipements formant le système d'alimentation en eau potable de la ville de BOUCHRAHIL en passant par le diagnostic physique des forages, des conduites d'adduction, des ouvrages de stockage et du réseau de distribution. Tout cela pour connaître les défaillances de notre système pour pouvoir faire une réhabilitation.

Introduction :

Dans ce chapitre, nous allons procéder à une estimation des besoins en eau actuel, et a l'horizon d'étude suit par une simulation hydraulique du réseau de distribution existant, en vue de l'étudier ; C'est-à-dire : déterminer les vitesses et les pressions dans le réseau à l'état actuel ; avant de lancer notre simulation, nous allons tout d'abord déterminer les débits aux nœuds et les débits routes pour chaque tronçon.

III.1. Evaluation de la population de la zone d'étude :

Pour l'estimation d'évaluation de la population, nous nous basons sur le recensement général de la population et de l'habitat (RGPH) de l'année 2008.

Tableau III 1.Evaluation de la population selon les RGPH de l'année 2008

Commune	BOUCHRAHIL
Nombre d'habitant	8553

III.2. Evolution de la population pour les horizons considérés :

III.2.1. Estimation de la population future :

Le calcul de la population s'inspire sur le recensement de 2008.

Les horizons futurs retenus dans le cadre de l'étude sont le court terme(2020), le moyen terme(2025) et le long terme(2045). Nous estimerons l'évolution démographique suivante avec la loi des accroissements données par la formule (II.1) des intérêts composés

Par application de la formule suivante :

$$P = P_0 \times (1 + \tau)^n \text{ (II.1)}$$

Ou :

P : Population à l'horizon d'étude.

Po: Population de base (2008).

Chapitre III : Estimation des besoins et simulation

τ : (Taux d'accroissement = 2 %).

n : Nombre d'années de différence entre l'année de référence et l'année considérée.

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant:

Tableau III 2.L'évolution de la population pour les différents horizons

HORIZON	2008 RGPH	2017 Actuel	2020 Court terme	2025 Moyen terme	2045 Long terme
Taux d'accroissement(%)		2			
Bouchrahil	8553	10222	10847	11976	17796

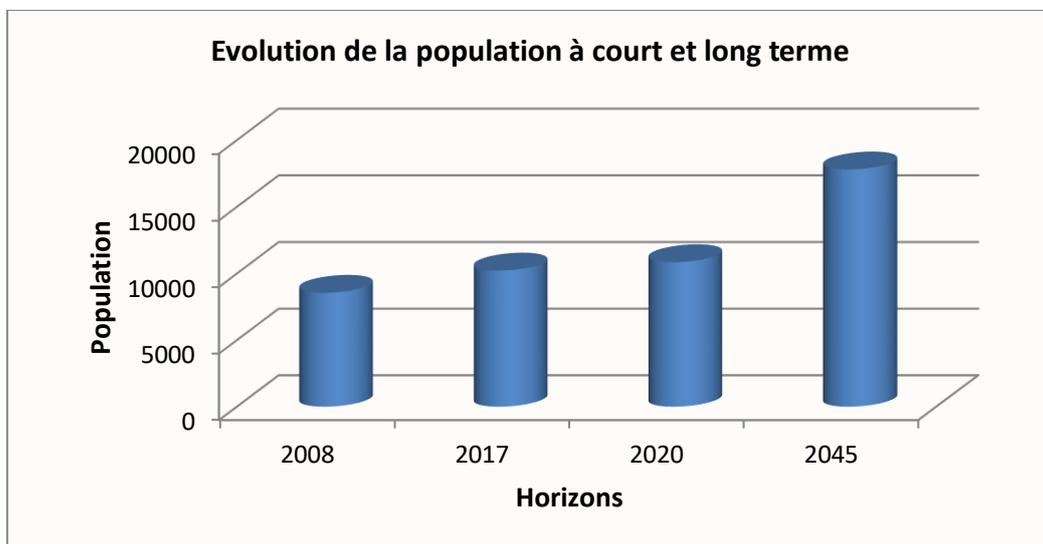


Figure III 1.L'évolution de la population pour les différents horizons

III.3. Consommation moyenne journalière :

La consommation moyenne journalière représente la quantité d'eau moyennement consommée par l'ensemble de la population et par d'autres équipements, pendant une journée. Celle-ci est exprimée par la relation (II.2) suivante (Bonin, 1986) :

$$Q_{\text{moyj}} = \frac{D \times N}{1000} \text{ m}^3/\text{j} \quad (\text{II.2})$$

Avec :

Q_{moyj} : Débit moyen journalier.

N : Nombre de consommateurs par catégorie (habitants).

Chapitre III : Estimation des besoins et simulation

D : Dotation (l/j/hab).

III.4. Dotations :

Les dotations sont données par type de consommateur

- Besoin domestique
- Besoin industriel
- Besoin des équipements publics

Pour notre projet la dotation est fixée par l'APC de BOUCHRAHIL à **160 (l/j/hab)**.

III.5. Différents types des besoins :

L'estimation des différents besoins en eau, obtenue par la relation (II.2), sont présentés dans les tableaux qui suivent :

III.5.1. Besoins domestiques :

Pour l'estimation des besoins domestiques nous adoptons une dotation de **160 (l/j/hab)** pour la ville de BOUCHRAHIL.

Les besoins domestiques pour les différents horizons sont indiqués dans le tableau suivant :

Tableau III 3. Besoins domestiques pour les différents horizons

HORIZONS D'ETUDE	POPULATION	DOTATION	Débit moy. jour.	
	(hab)	(l/j/hab)	(m ³ /j)	(l/s)
Actuel (2017)	10222	160	1635.52	18.92
Court terme (2020)	10847	160	1735.52	20.08
Moyen terme (2025)	11976	160	1916.16	22.17
Long terme (2045)	17796	160	2847.3	33

III.5.2. Besoins des équipements publics :

Ces équipements représentent les infrastructures sanitaires, administratifs, culturelles et les établissements scolaires ... etc. Ou il y'a une demande de grande consommation en eau potable.

Pour le calcul des besoins d'équipements, nous avons recensé tous les équipements existant est projetés dans la ville de BOUCHRAHIL.

- L'estimation des besoins d'équipements est résumée dans le tableau ci-dessous.

Tableau III 4.Variation des besoins des équipements pour La ville de BOUCHRAHIL

Nature de l'Equipement	Nombre	Dotation (l/j/unité)	Débit j moy (m3/j)
Gendarmerie	12	15	0,18
APC	27	15	0,41
Centre de santé	80	20	1,60
Mosquée	800	20	16,00
Mosquée en cours	2000	20	40,00
PTT	4	15	0,06
Stade communale	50	25	1,25
Salle polyvalente	200	20	4,00
Bibliothèque	200	10	2,00
Crèche	150	10	1,50
Station lavage	20	150	3,00
Station-service	5	15	0,08
3 écoles primaires	622	15	9,33
3 CEM	749	15	11,24
Lycée	641	15	9,62
Total			100,25

Source : (APC BOUCHRAHIL)

III.6. Récapitulation des besoins en eau selon la population et les équipements :

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau III 5. Les besoins en eau pour les différents horizons

HORIZONS	Actuel 2017	Court terme 2020	Moyen terme 2025	Long terme 2045
Besoins domestiques (m3/j)	1635.52	1735.52	1916.16	2847.3
Besoins d'équipement (m3/j)	100,25	100,25	100.25	100,25
Q_{moy j} (m3/j)	1735.77	1835.77	2016.41	2947.55

III.7. Consommation maximale journalière :

La consommation maximale journalière est le produit de la consommation journalière moyenne et le coefficient d'irrégularité journalier.

$$Q_{\max j} = Q_{\text{moyj}} \times K_j \text{ (II.3)}$$

Avec :

Q_{moy j}: débit moyen journalier (m3/j).

Q_{max j}: débit maximal journalier (m3/j).

K_j: coefficient d'irrégularité journalier.

Ce coefficient nous permet de savoir combien de fois le débit maximum journalier dépasse le débit moyen journalier.

Il varie entre 1.1 et 1.3,

Dans notre projet on prend : **K_j=1.3**

Tableau III 6. Consommation maximal journalière pour les différents horizons

Horizon	Actuel 2017	Court terme 2020	Moyen terme 2025	Long terme 2045
Q_{moyj}	1735.77	1835.77	2016.41	2947.55

Chapitre III : Estimation des besoins et simulation

(m ³ /j)				
K _{jmax}	1,3	1,3	1,3	1,3
Q _{maxj} (m ³ /j)	2256.5	2386.5	2621.33	3831.81

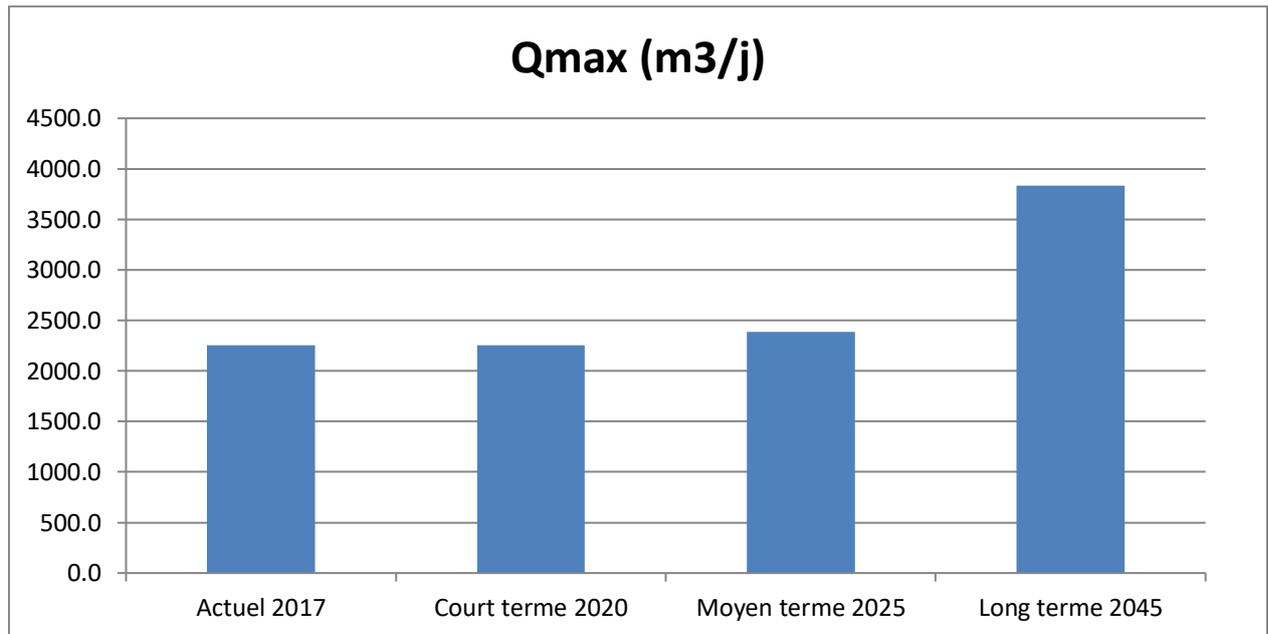


Figure III 2. Répartition des débits de la consommation maximale journalière (m³/j)

III.8. Détermination des consommations horaires :

Généralement on détermine les débits horaires en fonction du développement, des habitudes de la population et du régime de consommation probable.

III.8.a Détermination du débit moyen horaire :

Le débit moyen horaire est utilisé pour le dimensionnement des prises d'eau et des stations de pompes, il est donné par la relation suivante (II.4) :

$$Q_{moyh} = \frac{Q_{maxj}}{24} \quad (II.4)$$

Avec :

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

Q_{max j} : Débit maximum journalier en (m³/j).

Tableau III 7. Les débits moyen horaire pour différents horizons

Horizon	Actuel 2017	Court terme 2020	Moyen terme 2025	Longe terme 2045
$Q_{\max j}(\text{m}^3/\text{j})$	2256.5	2386.5	2631.33	3831.81
$Q_{\text{moyh}}(\text{m}^3/\text{h})$	94.02	99.44	109.23	159.67

III.8.b Détermination du débit maximum horaire (débit de pointe) :

Ce débit joue un rôle très important dans les différents calculs du réseau de distribution, il est déterminé par la relation (II.5) suivante :

$$Q_{\max h} = k_{\max j} \times Q_{\text{moyh}} \quad (\text{II-5})$$

Avec :

$Q_{\max h}$: Débit maximum horaire en (m³/h).

$Q_{\text{moy h}}$: Débit moyen journalier en (m³/h).

$K_{\max j}$: Coefficient d'irrégularité maximale journalière.

III.8.b.1 Coefficient d'irrégularité maximale horaire ($k_{\max h}$) :

Ce coefficient ($K_{\max h}$) représente l'augmentation de la consommation horaire pour la journée, il est déterminé par la formule (II.6) suivante :

$$K_{\max h} = \alpha_{\max} \times \beta_{\max} (\text{II-6})$$

Avec :

- ❖ α_{\max} : Coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et de la région du travail, varie entre 1.2 à 1.5 et dépend du niveau de développement local, pour notre cas on prend : $\alpha_{\max}=1.30$
- ❖ β_{\max} : Coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population. Le tableau donne sa variation en fonction du nombre d'habitants.

Tableau III 8. β_{max} en fonction du nombre d'habitants (Cours d'AEP 4^{ème} année, Pr. B.Salah)

Habitants	<1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	50000	100000
β_{max}	2	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.15	1.1

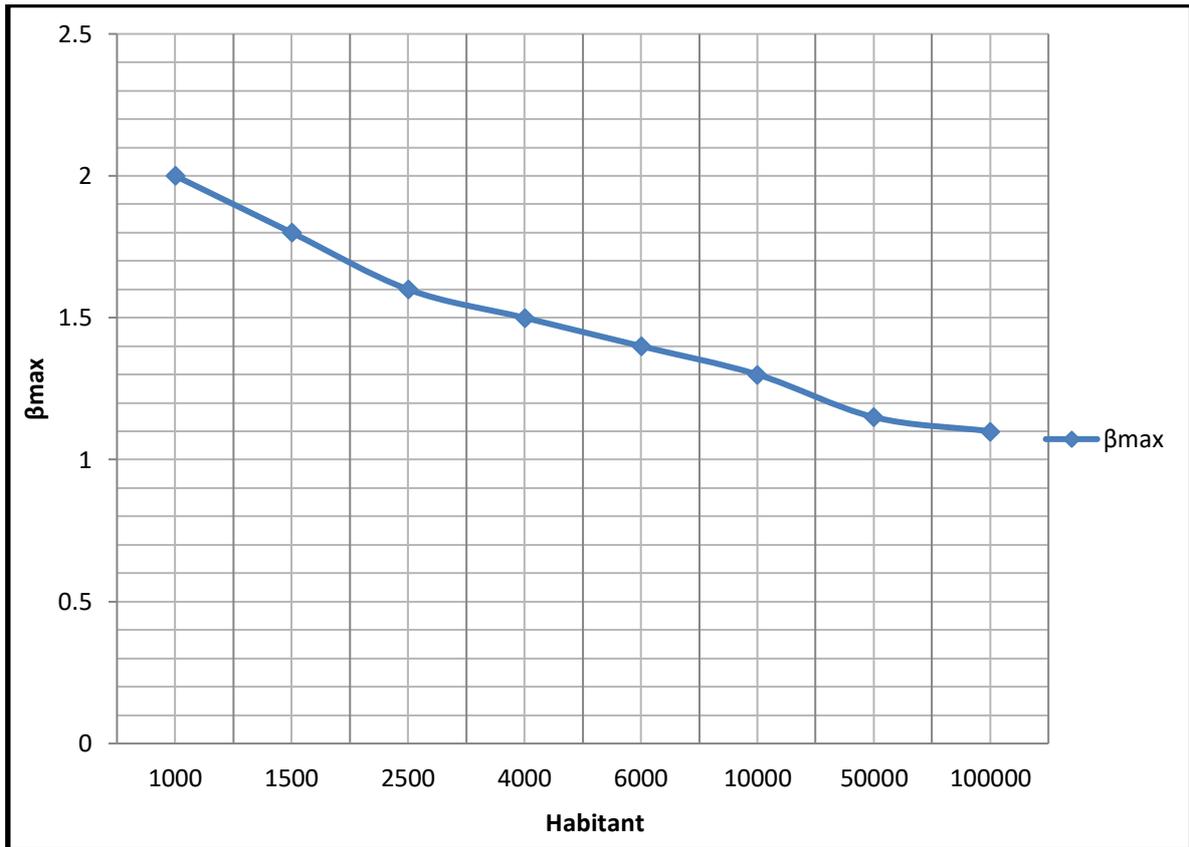


Figure III 3. La variation de coefficient β_{max} en fonction de nombre d'habitant (presentation graphique du tableau III.8)

- Pour notre cas on a un nombre d'habitants de 17796 habitant, donc $\beta_{max} = 1,274$ d'où la valeur de K_{maxh} sera :

$$K_{maxh} = 1,30 \times 1,274 \quad \Rightarrow \quad K_{maxh} = 1,656$$

Tableau III 9. Consommations maximales horaires (Débits de pointe)

Localités	Q_{moyh} (m ³ /h)	α_{max}	β_{max}	K_{hmax}	Q_{maxh} (m ³ /h)
BOUCHRAHIL					
Longe terme 2045	159.67	1.30	1.274	1.656	280.22

III.9 Bilan de comparaison : (production-Besoins) :

Tableau III 10. le déficit entre la production et les besoins

Horizon	Actuel 2017	Court terme 2020	Moyen terme 2025	Long terme 2045
(Besoins) $Q_{max j}$ (m ³ /j)	2256.5	2386.5	2631.3	3831.9
Production actuelle m ³ /j	1555.2	1555.2	1555.2	1555.2
Déficit m ³ /j	701.3	831.3	1076.1	2276.7

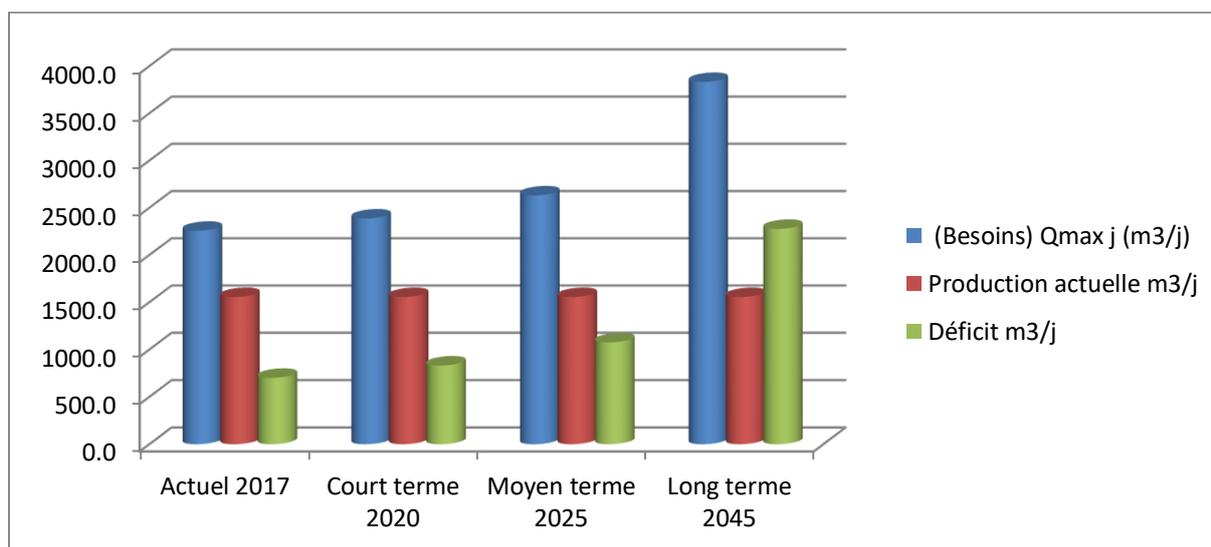


Figure III 4. le déficit entre la production et les besoins

Chapitre III : Estimation des besoins et simulation

Interprétation :

Selon les résultats du bilan de comparaison on constate que la production actuelle ne satisfait pas les besoins de l'agglomération de BOUCHRAHIL ce qui rend la situation déficitaire.

Dans une telle situation, il faut penser à autre source de production qui pourra soulager l'agglomération de BOUCHRAHIL du manque d'eau.

III.10.Calcul hydraulique du réseau existant

Pour pouvoir connaître la défaillance dans le réseau de l'alimentation de la ville de bouchrahil il faut qu'on lance simulation au réseau existant.

III .10.1.Détermination des débits (routes et nodaux)

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

- On détermine la longueur de chaque tronçon du.
- On calcul le débit en route pendant l'heure de pointe.
- On détermine le débit spécifique en considérant le débit en route.

III .10.2.Débit spécifique

Il est défini comme étant le rapport entre le débit de pointe et la somme des longueurs des tronçons du réseau, on suppose que les besoins domestiques sont uniformément répartis sur toute la longueur du réseau.

La formule de calcul du débit spécifique est donnée comme suit :

$$Q_{sp} = \frac{Q_{pt}}{\sum L}$$

Q_{pt} : Débit de pointe, il est égal à 18 l/s ;

- ✓ Q_{sp} : Débit spécifique (l/s/ml) ;
- ✓ $\sum L_i$: Somme des longueurs des tronçons véhiculant un débit en route ; Avec $\sum L_i = 14,092.67m$.

Chapitre III : Estimation des besoins et simulation

III.10.3.Débit en route

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

$$Q_r = Q_{spi} \times l_i$$

Q_r : Débit en route dans le tronçon i (l/s) ;

- ✓ Q_{sp} : Débit spécifique (l/s/ml) ;
- ✓ L_i : Longueur du tronçon (m).

III.10.4.Débits aux nœuds

Les débits nodaux sont des débits concentrés en chaque nœud alimentant la population répartie autour de la moitié du tronçon de la conduite ayant en commun les nœuds considérés, ils sont déterminés par la formule suivante :

$$Q_{ni} = 0.5 \times \sum Q_r + \sum Q_{conc}$$

- ✓ Q_{ni} : Débit au nœud i (l/s) ;
- ✓ $\sum Q_{ri-k}$: La somme des débits en route des tronçons reliés au nœud i (l/s) ;
- ✓ $\sum Q_{conc}$: La somme des débits concentrés au nœud i (l/s).

Tableau III 11.calculs des débits aux nœuds

Tronçon	Longueur[Qsp (l/s)	Qroute(l/s)	somme Qr	Qn(l/s)	
01	Res 01	2,00	0,00000000	0,00	1,58	0,79
	02	119,90	0,00127726	0,15		
	03	408,40	0,00127726	0,52		
	06	278,40	0,00127726	0,36		
	08	302,70	0,00127726	0,39		
	12	128,90	0,00127726	0,16		
02	01	119,90	0,00127726	0,15	0,15	0,08
03	01	408,40	0,00127726	0,52	0,76	0,38
	04	73,54	0,00127726	0,09		
	05	115,20	0,00127726	0,15		
04	03	73,54	0,00127726	0,09	0,09	0,05
05	03	115,20	0,00127726	0,15	0,15	0,07
06	01	278,40	0,00127726	0,36	0,58	0,29
	07	172,00	0,00127726	0,22		
	08	7,15	0,00127726	0,01		
07	06	172,00	0,00127726	0,22	0,22	0,11

Chapitre III : Estimation des besoins et simulation

Suite du Tableau

08	01	302,70	0,00127726	0,39	0,45	0,23
	06	7,15	0,00127726	0,01		
	09	43,19	0,00127726	0,06		
09	08	43,19	0,00127726	0,06	0,32	0,16
	10	69,89	0,00127726	0,09		
	11	137,20	0,00127726	0,18		
10	09	69,89	0,00127726	0,09	0,09	0,04
11	09	137,20	0,00127726	0,18	0,18	0,09
12	01	128,90	0,00127726	0,16	0,65	0,33
	13	124,40	0,00127726	0,16		
	43	256,20	0,00127726	0,33		
13	12	124,40	0,00127726	0,16	0,39	0,19
	14	109,20	0,00127726	0,14		
	50	71,53	0,00127726	0,09		
14	13	109,20	0,00127726	0,14	0,37	0,18
	15	120,70	0,00127726	0,15		
	16	58,07	0,00127726	0,07		
15	14	120,70	0,00127726	0,15	0,15	0,08
16	14	58,07	0,00127726	0,07	0,57	0,28
	17	100,70	0,00127726	0,13		
	23	285,90	0,00127726	0,37		
17	16	100,70	0,00127726	0,13	0,17	0,08
	18	32,18	0,00127726	0,04		
Tronçon		Longueur[Qsp (l/s)	Qroute(l/s)	somme Qr	Qn(l/s)
18	17	32,18	0,00127726	0,04	0,28	0,14
	19	114,60	0,00127726	0,15		
	20	69,00	0,00127726	0,09		
19	18	114,60	0,00127726	0,15	0,15	0,07
20	18	69,00	0,00127726	0,09	0,59	0,29
	21	71,61	0,00127726	0,09		
	22	319,90	0,00127726	0,41		
21	20	71,61	0,00127726	0,09	0,09	0,05
22	20	319,90	0,00127726	0,41	0,41	0,20
23	16	285,90	0,00127726	0,37	0,55	0,27
	24	47,73	0,00127726	0,06		
	25	93,61	0,00127726	0,12		
24	23	47,73	0,00127726	0,06	0,06	0,03
25	23	93,61	0,00127726	0,12	0,35	0,18
	26	10,58	0,00127726	0,01		
	34	171,00	0,00127726	0,22		

Chapitre III : Estimation des besoins et simulation

Suite du Tableau

26	25	10,58	0,00127726	0,01	0,60	0,30
	27	105,10	0,00127726	0,13		
	39	353,60	0,00127726	0,45		
27	26	105,10	0,00127726	0,13	0,27	0,14
	28	49,30	0,00127726	0,06		
	29	59,61	0,00127726	0,08		
28	27	49,30	0,00127726	0,06	0,06	0,03
29	27	59,61	0,00127726	0,08	0,36	0,18
	30	180,80	0,00127726	0,23		
	31	42,08	0,00127726	0,05		
30	29	180,80	0,00127726	0,23	0,23	0,12
31	29	42,08	0,00127726	0,05	0,51	0,25
	32	99,02	0,00127726	0,13		
	33	255,10	0,00127726	0,33		
32	31	99,02	0,00127726	0,13	0,13	0,06
33	31	255,10	0,00127726	0,33	0,33	0,16
34	25	171,00	0,00127726	0,22	0,39	0,19
	35	76,19	0,00127726	0,10		
	36	57,06	0,00127726	0,07		
35	34	76,19	0,00127726	0,10	0,10	0,05
36	34	57,06	0,00127726	0,07	0,26	0,13
	37	51,37	0,00127726	0,07		
	38	91,97	0,00127726	0,12		
37	36	51,37	0,00127726	0,07	0,07	0,03
38	36	91,97	0,00127726	0,12	0,12	0,06
Tronçon		Longueur[	Qsp (l/s)	Q _{route} (l/s)	somme Qr	Qn(l/s)
39	26	353,60	0,00127726	0,45	1,28	0,64
	40	411,00	0,00127726	0,52		
	41	236,30	0,00127726	0,30		
40	39	411,00	0,00127726	0,52	0,52	0,26
41	39	236,30	0,00127726	0,30	0,30	0,15
42	43	3,34	0,00127726	0,00	0,53	0,26
	46	366,70	0,00127726	0,47		
	47	42,86	0,00127726	0,05		
43	42	3,34	0,00127726	0,00	0,33	0,17
	44	2,73	0,00127726	0,00		
	12	256,20	0,00127726	0,33		
44	43	2,73	0,00127726	0,00	0,33	0,17
	45	249,60	0,00127726	0,32		
	54	6,78	0,00127726	0,01		

Chapitre III : Estimation des besoins et simulation

Suite du Tableau

45	44	249,60	0,00127726	0,32	0,32	0,16
46	42	366,70	0,00127726	0,47	0,47	0,23
47	42	42,86	0,00127726	0,05	0,30	0,15
	48	162,00	0,00127726	0,21		
	83	31,29	0,00127726	0,04		
48	47	162,00	0,00127726	0,21	0,37	0,19
	58	13,08	0,00127726	0,02		
	49	116,40	0,00127726	0,15		
49	48	116,40	0,00127726	0,15	0,42	0,21
	50	8,72	0,00127726	0,01		
	49b	205,60	0,00127726	0,26		
49b	49	205,60	0,00127726	0,26	0,26	0,13
50	49	8,72	0,00127726	0,01	0,13	0,06
	13	71,53	0,00127726	0,09		
	51	18,04	0,00127726	0,02		
51	50	18,04	0,00127726	0,02	0,17	0,08
	52	52,83	0,00127726	0,07		
	53	59,81	0,00127726	0,08		
52	51	52,83	0,00127726	0,07	0,07	0,03
53	51	59,81	0,00127726	0,08	0,08	0,04
54	44	6,78	0,00127726	0,01	0,24	0,12
	88	180,10	0,00127726	0,23		
	119	678,10	0,00000000	0,00		
55	118	494,00	0,00127726	0,63	0,71	0,36
	56	63,92	0,00127726	0,08		
56	55	63,92	0,00127726	0,08	0,47	0,23
	59	283,80	0,00127726	0,36		
	57	18,81	0,00127726	0,02		
Tronçon		Longueur[Qsp (l/s)	Qroute(l/s)	somme Qr	Qn(l/s)
57	56	18,81	0,00127726	0,02	0,30	0,15
	82	2,60	0,00127726	0,00		
	58	175,00	0,00127726	0,22		
	67	37,11	0,00127726	0,05		
58	57	175,00	0,00127726	0,22	0,49	0,25
	48	13,08	0,00127726	0,02		
	59	198,30	0,00127726	0,25		
59	58	198,30	0,00127726	0,25	0,64	0,32
	56	283,80	0,00127726	0,36		
	60	19,53	0,00127726	0,02		
60	59	19,53	0,00127726	0,02	0,20	0,10
	61	90,06	0,00127726	0,12		

Chapitre III : Estimation des besoins et simulation

u Tableau

	64	49,57	0,00127726	0,06		
61	60	90,06	0,00127726	0,12	0,27	0,14
	62	37,01	0,00127726	0,05		
	63	85,63	0,00127726	0,11		
62	61	37,01	0,00127726	0,05	0,05	0,02
63	61	85,63	0,00127726	0,11	0,11	0,05
64	60	49,57	0,00127726	0,06	0,33	0,17
	65	137,20	0,00127726	0,18		
	66	75,28	0,00127726	0,10		
65	64	137,20	0,00127726	0,18	0,18	0,09
66	64	75,28	0,00127726	0,10	0,10	0,05
67	57	37,11	0,00127726	0,05	0,22	0,11
	68	74,77	0,00127726	0,10		
	69	62,46	0,00127726	0,08		
68	67	74,77	0,00127726	0,10	0,10	0,05
69	67	62,46	0,00127726	0,08	0,22	0,11
	70	74,78	0,00127726	0,10		
	71	38,78	0,00127726	0,05		
70	69	74,78	0,00127726	0,10	0,10	0,05
71	72	63,49	0,00127726	0,08	0,21	0,11
	69	38,78	0,00127726	0,05		
	77	62,37	0,00127726	0,08		
72	71	63,49	0,00127726	0,08	0,19	0,10
	73	44,28	0,00127726	0,06		
	74	42,00	0,00127726	0,05		
73	72	44,28	0,00127726	0,06	0,06	0,03
74	72	42,00	0,00127726	0,05	0,39	0,19
	75	156,90	0,00127726	0,20		
	76	104,40	0,00127726	0,13		
75	74	156,90	0,00127726	0,20	0,20	0,10
Tronçon		Longueur[	Qsp (l/s)	Q _{route} (l/s)	somme Qr	Qn(l/s)
76	74	104,40	0,00127726	0,13	0,13	0,07
77	71	62,37	0,00127726	0,08	0,20	0,10
	78	52,30	0,00127726	0,07		
	79	41,35	0,00127726	0,05		
78	77	52,30	0,00127726	0,07	0,07	0,03
79	77	41,35	0,00127726	0,05	0,25	0,12
	80	68,05	0,00127726	0,09		
	81	83,31	0,00127726	0,11		
80	79	68,05	0,00127726	0,09	0,09	0,04
81	79	83,31	0,00127726	0,11	0,11	0,05

Chapitre III : Estimation des besoins et simulation

Suite du Tableau

82	83	6,35	0,00127726	0,01	0,49	0,25
	84	375,70	0,00127726	0,48		
	57	2,60	0,00127726	0,00		
83	82	6,35	0,00127726	0,01	0,48	0,24
	47	31,29	0,00127726	0,04		
	87	336,80	0,00127726	0,43		
84	82	375,70	0,00127726	0,48	0,74	0,37
	86	121,00	0,00127726	0,15		
	85	84,08	0,00127726	0,11		
85	84	84,08	0,00127726	0,11	0,11	0,05
86	84	121,00	0,00127726	0,15	0,15	0,08
87	83	336,80	0,00127726	0,43	0,43	0,22
88	54	180,10	0,00127726	0,23	0,54	0,27
	89	83,74	0,00127726	0,11		
	101	157,00	0,00127726	0,20		
89	88	83,74	0,00127726	0,11	0,19	0,10
	90	36,29	0,00127726	0,05		
	91	32,62	0,00127726	0,04		
90	89	36,29	0,00127726	0,05	0,05	0,02
91	89	32,62	0,00127726	0,04	0,13	0,07
	92	38,30	0,00127726	0,05		
	93	32,24	0,00127726	0,04		
92	91	38,30	0,00127726	0,05	0,05	0,02
93	91	32,24	0,00127726	0,04	0,14	0,07
	94	45,09	0,00127726	0,06		
	95	31,99	0,00127726	0,04		
94	93	45,09	0,00127726	0,06	0,06	0,03
95	93	31,99	0,00127726	0,04	0,19	0,10
	96	86,20	0,00127726	0,11		
	97	32,65	0,00127726	0,04		
96	95	86,20	0,00127726	0,11	0,11	0,06
Tronçon		Longueur[	Qsp (l/s)	Q _{route} (l/s)	somme Qr	Qn(l/s)
97	95	32,65	0,00127726	0,04	0,19	0,09
	98	84,18	0,00127726	0,11		
	99	31,91	0,00127726	0,04		
98	97	84,18	0,00127726	0,11	0,11	0,05
99	97	31,91	0,00127726	0,04	0,16	0,08
	100	93,69	0,00127726	0,12		
100	99	93,69	0,00127726	0,12	0,12	0,06
101	88	157,00	0,00127726	0,20	0,39	0,20

Chapitre III : Estimation des besoins et simulation

	102	114,20	0,00127726	0,15		
	103	36,13	0,00127726	0,05		
102	101	114,20	0,00127726	0,15	0,15	0,07
103	101	36,13	0,00127726	0,05	0,16	0,08
	104	59,82	0,00127726	0,08		
	105	27,51	0,00127726	0,04		
104	103	59,82	0,00127726	0,08	0,08	0,04
105	103	27,51	0,00127726	0,04	0,27	0,14
	106	1,21	0,00127726	0,00		
	117	186,30	0,00127726	0,24		
106	105	1,21	0,00127726	0,00	0,25	0,13
	113	29,69	0,00127726	0,04		
	107	166,60	0,00127726	0,21		
107	106	166,60	0,00127726	0,21	0,32	0,16
	108	50,16	0,00127726	0,06		
	109	32,50	0,00127726	0,04		
108	107	50,16	0,00127726	0,06	0,06	0,03
109	107	32,50	0,00127726	0,04	0,15	0,07
	110	49,52	0,00127726	0,06		
	111	32,57	0,00127726	0,04		
110	109	49,52	0,00127726	0,06	0,06	0,03
111	109	32,57	0,00127726	0,04	0,11	0,05
	112	52,80	0,00127726	0,07		
112	111	52,80	0,00127726	0,07	0,07	0,03
113	106	29,69	0,00127726	0,04	1,18	0,59
	114	174,50	0,00127726	0,22		
	118	720,40	0,00127726	0,92		
114	113	174,50	0,00127726	0,22	0,75	0,37
	115	80,21	0,00127726	0,10		
	116	329,90	0,00127726	0,42		
115	114	80,21	0,00127726	0,10	0,10	0,05
116	114	329,90	0,00127726	0,42	0,42	0,21
117	105	186,30	0,00127726	0,24	0,24	0,12
Tronçon		Longueur[	Qsp (l/s)	Q _{route} (l/s)	somme Qr	Qn(l/s)
118	113	720,40	0,00127726	0,92	1,55	0,78
	55	494,00	0,00127726	0,63		
	120	1355,00	0,00000000	0,00		
119	54	678,10	0,00000000	0,00	0,00	0,00
	Res02	5,00	0,00000000	0,00		
120	Res02	5,00	0,00000000	0,00	0,00	0,00

Chapitre III : Estimation des besoins et simulation

Suite du Tableau

	118	1355,00	0,00000000	0,00		
Res01	01	5,00	0,00000000	0,00	0,00	0,00
Res02	120	5,00	0,00000000	0,00	0,00	0,00
Res02	119	5,00	0,00000000	0,00	0,00	0,00

Simulation a l'aide du logiciel EPANET :

Tableau III 12. Etat des nœuds

	Altitude	Demande	Charge	Pression
ID Noeud	m	LPS	m	m
Noeud 60	645.17	0.1	705.24	60.08
Noeud 61	647.63	0.14	705.24	57.61
Noeud 62	649.77	0.02	705.24	55.47
Noeud 63	649.27	0.05	705.24	55.97
Noeud 59	645.94	0.32	705.25	59.31
Noeud 58	652.88	0.25	704.28	51.4
Noeud 56	656.95	0.23	707.23	50.27
Noeud 57	656.90	0.15	705.97	49.07
Noeud 82	656.79	0.25	705.88	49.09
Noeud 83	656.72	0.24	704.48	47.76
Noeud 67	656.25	0.11	705.95	49.7
Noeud 68	653.12	0.05	705.95	52.82
Noeud 69	655.54	0.11	705.92	50.38
Noeud 70	651.12	0.05	705.92	54.8
Noeud 71	655.40	0.11	705.91	50.5
Noeud 72	651.94	0.1	705.88	53.94
Noeud 73	652.03	0.03	705.88	53.85
Noeud 74	649.18	0.19	705.87	56.68
Noeud 76	650.04	0.07	705.86	55.82
Noeud 75	642.25	0.1	705.86	63.61
Noeud 64	643.00	0.17	705.24	62.24
Noeud 66	642.33	0.05	705.24	62.91
Noeud 65	644.44	0.09	705.24	60.8
Noeud 01	655.60	0.79	661.01	5.41
Noeud 03	633.79	0.38	652.92	19.13
Noeud 04	637.16	0.05	652.92	15.76
Noeud 05	635.70	0.07	652.26	16.57
Noeud 02	649.40	0.08	660.98	11.58
Noeud 06	644.00	0.29	660.73	16.73
Noeud 08	644.48	0.23	660.73	16.25
Noeud 07	635.95	0.11	660.61	24.66
Noeud 09	644.33	0.16	660.72	16.39
Noeud 10	642.39	0.04	660.71	18.32
Noeud 11	635.68	0.09	660.66	24.98

Chapitre III : Estimation des besoins et simulation

Noeud 12	654.14	0.33	699.61	45.46
Noeud 43	657.57	0.17	703.33	45.76
Noeud 13	649.94	0.19	699.62	49.68
Noeud 14	647.32	0.18	699.54	52.22
Noeud 42	657.59	0.26	703.35	45.76
Noeud 44	657.59	0.17	703.34	45.76
Noeud 45	655.04	0.16	703.34	48.3
Noeud 46	649.28	0.23	703.25	53.97
Noeud 47	657.24	0.15	703.61	46.36
Noeud 48	653.06	0.19	703.7	50.64
Noeud 49	649.80	0.21	700.42	50.62
Noeud 50	649.86	0.06	700.2	50.33
Noeud 51	649.79	0.08	700.19	50.4
Noeud 53	653.06	0.04	700.19	47.13
Noeud 52	649.41	0.03	700.19	50.78
Noeud 49b	647.01	0.13	700.42	53.41
Noeud 15	645.81	0.08	699.51	53.7
Noeud 16	643.69	0.28	699.32	55.63
Noeud 17	643.08	0.08	699.19	56.11
Noeud 18	644.81	0.14	699.16	54.35
Noeud 19	638.26	0.07	699.14	60.88
Noeud 20	645.41	0.29	699.12	53.71
Noeud 21	643.21	0.05	699.11	55.9
Noeud 22	639.32	0.2	698.47	59.15
Noeud 23	647.31	0.27	695.02	47.7
Noeud 24	649.71	0.03	695.02	45.31
Noeud 25	650.06	0.18	693.79	43.73
Noeud 34	647.10	0.19	693.72	46.62
Noeud 35	645.35	0.05	692.74	47.39
Noeud 36	645.86	0.13	693.72	47.85
Noeud 37	647.07	0.03	693.57	46.5
Noeud 38	643.63	0.06	693.72	50.09
Noeud 26	650.18	0.3	693.71	43.53
Noeud 39	643.09	0.64	693.05	49.96
Noeud 41	639.42	0.15	693.02	53.6
Noeud 40	639.26	0.26	692.99	53.73
Noeud 27	648.67	0.14	693.55	44.88
Noeud 28	646.52	0.03	693.55	47.03
Noeud 29	645.46	0.18	693.49	48.03
Noeud 30	643.68	0.12	693.34	49.65
Noeud 31	642.52	0.25	693.47	50.95
Noeud 32	645.18	0.06	693.46	48.28
Noeud 33	634.01	0.16	693.45	59.44
Noeud 77	655.42	0.33	705.87	50.45
Noeud 78	654.55	0.03	705.87	51.32

Chapitre III : Estimation des besoins et simulation

Suite du Tableau

Noeud 79	655.30	0.12	705.86	50.57
Noeud 80	654.23	0.04	705.86	51.64
Noeud 81	652.31	0.05	705.86	53.55
Noeud 84	651.82	0.37	705.7	53.88
Noeud 85	650.93	0.05	705.69	54.77
Noeud 86	648.06	0.08	705.69	57.63
Noeud 87	652.26	0.22	704.48	52.21
Noeud 54	657.62	0.12	703.39	45.77
Noeud 88	649.95	0.27	703.49	53.54
Noeud 89	652.70	0.1	703.45	50.75
Noeud 90	649.58	0.02	703.45	53.87
Noeud 91	652.45	0.07	703.44	51
Noeud 92	648.26	0.02	703.44	55.18
Noeud 93	652.30	0.07	703.44	51.14
Noeud 94	646.90	0.03	703.43	56.53
Noeud 95	652.36	0.1	703.43	51.07
Noeud 96	642.18	0.06	703.42	61.25
Noeud 97	651.90	0.09	703.43	51.52
Noeud 98	642.17	0.05	703.42	61.25
Noeud 99	651.05	0.08	703.41	52.36
Noeud 100	641.98	0.06	703.4	61.42
Noeud 101	652.83	0.2	704.45	51.62
Noeud 102	649.72	0.07	704.45	54.74
Noeud 104	654.08	0.04	704.69	50.61
Noeud 103	655.53	0.08	704.69	49.17
Noeud 105	657.10	0.14	704.88	47.78
Noeud 106	657.21	0.13	704.89	47.69
Noeud 107	651.49	0.16	704.87	53.38
Noeud 108	652.63	0.03	704.87	52.24
Noeud 109	647.61	0.07	704.87	57.26
Noeud 110	650.01	0.03	704.87	54.85
Noeud 111	643.96	0.05	704.87	60.9
Noeud 112	648.10	0.03	704.86	56.76
Noeud 117	654.03	0.12	704.88	50.85
Noeud 113	657.14	0.59	705.13	47.99
Noeud 114	648.47	0.37	705.11	56.64
Noeud 116	641.24	0.21	705.07	63.82
Noeud 115	645.08	0.05	705.1	60.02
Noeud 118	653.70	0.78	709.28	55.59
Noeud 55	657.41	0.36	707.54	50.12
Noeud 119	653.34	0	706.99	53.65
Noeud 120	700.00	0	721.13	21.13
Réservoir Res01	659.00	21.18	661	2
Réservoir Res02	720.00	-34.69	722	2
Réservoir Res03	705.00	-4.7	707	2

Chapitre III : Estimation des besoins et simulation

Tableau III 13. Etat des arcs

ID Arc	Longueur	Diamètre int	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	LPS	m/s	m/km
Tuyau 60-61	90.06	80.00	0.21	0.04	0.04
Tuyau 61-62	37.01	50.00	0.02	0.01	0.01
Tuyau 61-63	85.63	80.00	0.05	0.01	0.01
Tuyau 59-60	19.53	99.40	0.62	0.08	0.11
Tuyau 58-59	198.30	100.00	-5.02	0.64	4.90
Tuyau 56-59	283.80	99.40	5.96	0.77	6.97
Tuyau 58-57	175.00	80.00	-3.98	0.79	9.68
Tuyau 56-57	18.81	99.40	19.34	2.49	66.79
Tuyau 57-82	2.60	99.40	13.72	1.77	34.33
Tuyau 82-83	6.35	67.80	12.97	3.59	220.27
Tuyau 57-67	37.11	99.40	1.49	0.19	0.54
Tuyau 67-68	74.77	67.80	0.05	0.01	0.01
Tuyau 67-69	62.46	99.40	1.33	0.17	0.44
Tuyau 69-70	74.78	67.80	0.05	0.01	0.01
Tuyau 69-71	38.78	99.40	1.17	0.15	0.35
Tuyau 71-72	63.49	67.80	0.49	0.14	0.47
Tuyau 72-73	44.28	80.00	0.03	0.01	0.00
Tuyau 72-74	42.00	67.80	0.36	0.10	0.27
Tuyau 74-76	104.40	57.00	0.07	0.03	0.03
Tuyau 74-75	156.90	67.80	0.10	0.03	0.02
Tuyau 60-64	49.57	99.40	0.31	0.04	0.03
Tuyau 64-66	75.28	81.40	0.05	0.01	0.00
Tuyau 64-65	137.20	100.00	0.09	0.01	0.00
Tuyau 01-03	408.40	32.00	0.50	0.62	19.82
Tuyau 03-04	73.54	200.00	0.05	0.00	0.00
Tuyau 03-05	115.20	20.00	0.07	0.22	5.69
Tuyau 01-02	119.90	36.20	0.08	0.08	0.27
Tuyau 01-06	278.40	67.80	0.75	0.21	1.01
Tuyau 06-08	7.15	67.80	0.35	0.10	0.27
Tuyau 06-07	172.00	36.20	0.11	0.11	0.70
Tuyau 08-09	43.19	63.00	0.29	0.09	0.27
Tuyau 09-10	69.89	36.20	0.04	0.04	0.10
Tuyau 09-11	137.20	36.20	0.09	0.09	0.39
Tuyau 01-08	302.70	40.00	-0.17	0.14	0.94
Tuyau 01-12	128.90	80.00	-23.47	4.67	299.42
Tuyau 12-43	256.20	141.00	-22.16	1.42	14.55
Tuyau 12-13	124.40	141.00	-1.64	0.10	0.12
Tuyau 13-14	109.20	141.00	4.60	0.29	0.76
Tuyau 43-42	3.34	141.00	-13.45	0.86	5.59
Tuyau 44-43	2.73	141.00	8.88	0.57	2.56
Tuyau 44-45	249.60	141.00	0.16	0.01	0.00
Tuyau 42-46	366.70	57.00	0.23	0.09	0.29
Tuyau 42-47	42.86	141.00	-13.94	0.89	6.00
Tuyau 47-48	162.00	100.00	-1.59	0.20	0.59
Tuyau 48-58	13.08	80.00	-8.75	1.74	43.69

Chapitre III : Estimation des besoins et simulation

Suite du Tableau

Tuyau 48-49	116.40	80.00	6.98	1.39	28.22
Tuyau 49-50	8.72	80.00	6.64	1.32	25.65
Tuyau 50-51	18.04	80.00	0.15	0.03	0.02
Tuyau 51-53	59.81	50.00	0.04	0.02	0.03
Tuyau 51-52	52.83	80.00	0.03	0.01	0.00
Tuyau 49-49b	205.60	80.00	0.13	0.03	0.01
Tuyau 13-50	71.53	99.40	-6.43	0.83	8.03
Tuyau 14-15	120.70	36.20	0.08	0.08	0.27
Tuyau 14-16	58.07	99.40	4.34	0.56	3.84
Tuyau 16-17	100.70	67.80	0.83	0.23	1.21
Tuyau 17-18	32.18	67.20	0.75	0.21	1.06
Tuyau 18-19	114.60	36.20	0.07	0.07	0.19
Tuyau 18-20	69.00	67.80	0.54	0.15	0.56
Tuyau 20-21	71.61	36.20	0.05	0.05	0.12
Tuyau 20-22	319.90	36.20	0.20	0.19	2.03
Tuyau 16-23	285.90	67.80	3.23	0.89	15.04
Tuyau 23-24	47.73	57.00	0.03	0.01	0.01
Tuyau 23-25	93.61	67.20	2.93	0.83	13.08
Tuyau 25-34	171.00	67.80	0.46	0.13	0.42
Tuyau 34-35	76.19	15.00	0.05	0.28	12.82
Tuyau 34-36	57.06	83.00	0.22	0.04	0.04
Tuyau 36-37	51.37	15.00	0.03	0.17	2.95
Tuyau 36-38	91.97	83.00	0.06	0.01	0.01
Tuyau 25-26	10.58	67.80	2.29	0.63	7.86
Tuyau 26-39	353.60	67.80	1.05	0.29	1.86
Tuyau 39-41	236.30	57.00	0.15	0.06	0.12
Tuyau 39-40	411.00	67.80	0.26	0.07	0.16
Tuyau 26-27	105.10	67.80	0.94	0.26	1.52
Tuyau 27-28	49.30	60.00	0.03	0.01	0.01
Tuyau 27-29	59.61	67.80	0.77	0.21	1.06
Tuyau 29-30	180.80	36.20	0.12	0.12	0.83
Tuyau 29-31	42.08	67.80	0.47	0.13	0.44
Tuyau 31-32	99.02	45.20	0.06	0.04	0.06
Tuyau 31-33	255.10	67.80	0.16	0.04	0.05
Tuyau 71-77	62.37	67.80	0.57	0.16	0.62
Tuyau 77-78	52.30	81.40	0.03	0.01	0.00
Tuyau 77-79	41.35	67.80	0.21	0.06	0.11
Tuyau 79-80	68.05	67.80	0.04	0.01	0.01
Tuyau 79-81	83.31	81.40	0.05	0.01	0.00
Tuyau 82-84	375.70	67.80	0.50	0.14	0.49
Tuyau 84-85	84.08	57.00	0.05	0.02	0.02
Tuyau 84-86	121.00	67.80	0.08	0.02	0.02
Tuyau 47-83	31.29	100.00	-12.51	1.59	27.84
Tuyau 83-87	336.80	100.00	0.22	0.03	0.01
Tuyau 44-54	6.78	115.40	-9.21	0.88	7.48
Tuyau 54-88	180.10	150.00	-4.63	0.26	0.56
Tuyau 88-89	83.74	80.00	0.75	0.15	0.45
Tuyau 89-90	36.29	40.00	0.02	0.02	0.03
Tuyau 90-91	32.62	80.00	0.63	0.13	0.33
Tuyau 91-92	38.30	40.00	0.02	0.02	0.03

Chapitre III : Estimation des besoins et simulation

Suite du Tableau

Tuyau 91-93	32.24	80.00	0.54	0.11	0.25
Tuyau 93-94	45.09	40.00	0.03	0.02	0.05
Tuyau 93-95	31.99	80.00	0.44	0.09	0.18
Tuyau 95-96	86.20	40.00	0.06	0.05	0.10
Tuyau 95-97	32.65	80.00	0.28	0.06	0.08
Tuyau 97-98	84.18	40.00	0.05	0.04	0.08
Tuyau 97-99	31.91	40.00	0.14	0.11	0.67
Tuyau 99-100	93.69	40.00	0.06	0.05	0.10
Tuyau 88-101	157.00	100.00	-5.65	0.72	6.11
Tuyau 101-102	114.20	200.00	0.07	0.00	0.00
Tuyau 103-105	27.51	100.00	-6.04	0.77	6.93
Tuyau 105-106	1.21	100.00	-6.30	0.80	7.48
Tuyau 106-107	166.60	80.00	0.37	0.07	0.13
Tuyau 107-108	50.16	40.00	0.03	0.02	0.05
Tuyau 107-109	32.50	80.00	0.18	0.04	0.03
Tuyau 109-110	49.52	40.00	0.03	0.02	0.05
Tuyau 109-111	32.57	40.00	0.08	0.06	0.15
Tuyau 111-112	52.80	40.00	0.03	0.02	0.05
Tuyau 105-117	186.30	65.00	0.12	0.04	0.03
Tuyau 106-113	29.69	101.60	-6.80	0.84	8.01
Tuyau 113-114	174.50	101.60	0.63	0.08	0.11
Tuyau 114-116	329.90	63.80	0.21	0.07	0.14
Tuyau 114-115	80.21	34.00	0.05	0.06	0.16
Tuyau 113-118	720.40	115.40	-8.02	0.77	5.76
Tuyau 55-56	63.92	184.60	25.53	0.95	4.87
Tuyau 54-119	1704.00	115.40	-4.70	0.45	2.11
Tuyau Res01-01	5.00	200.00	-21.18	0.67	2.29
Tuyau Res02-119	5.00	115.40	4.70	0.45	2.11
Tuyau 118-120	1355.00	184.70	-34.69	1.29	8.74
Tuyau 120-Res02	100.00	184.70	-34.69	1.29	8.74
Tuyau 55-118	349.00	184.60	-25.89	0.97	5.01
Tuyau 101-103	36.13	100.00	-5.92	0.75	6.68
Tuyau 103-104	59.82	40.00	0.04	0.03	0.07

Chapitre III : Estimation des besoins et simulation

Jour 1, 12:00 AM

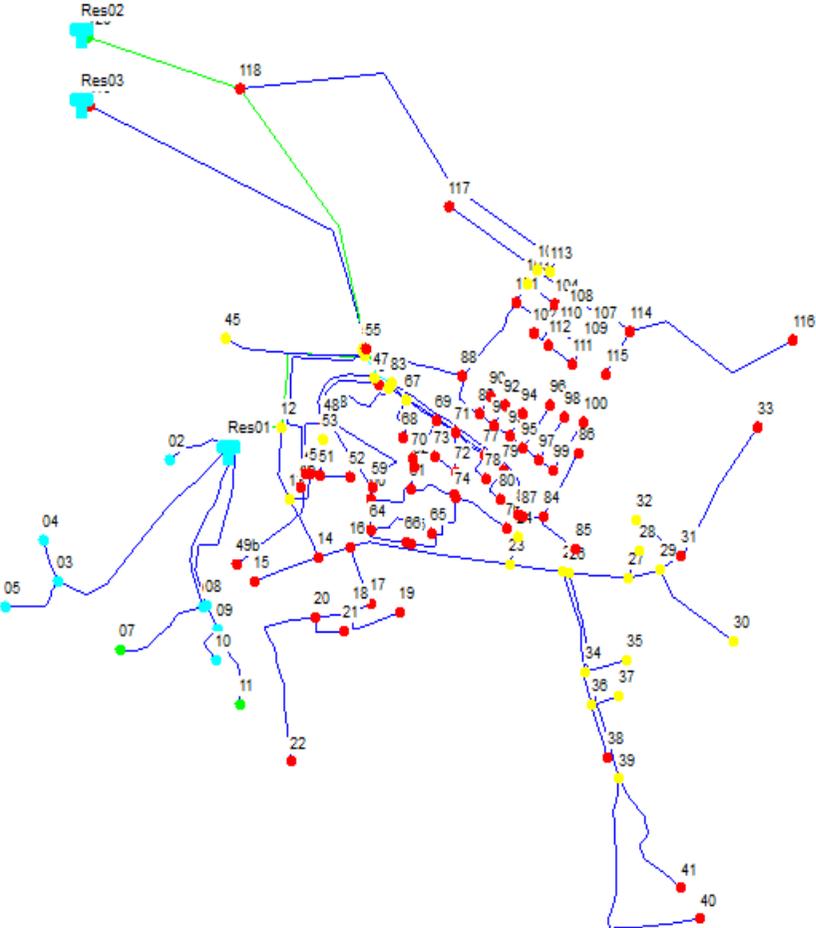
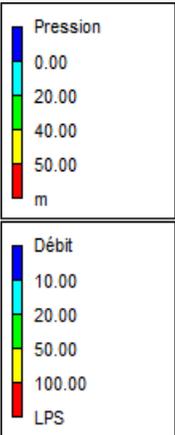


Figure III 5.Simulation du réseau existant de la ville

Interprétation :

On constate que le réseau de distribution présente des bonnes pressions au nœud sauf la partie Ouest qui est alimentée à partir du réservoir R01 qui est mal implanté du point de vue cote. Tandis que les vitesses sont généralement faibles.

Conclusion :

Les données relatives à ce chapitre mettent en évidence les besoins nécessaires en eau pour la ville de Bouchrahil Wilaya de Medea à l'horizon 2045.

En plus des insuffisances du point de vue hydraulique, différentes anomalies ont été évoquées par les gestionnaires de réseaux sur le terrain, à savoir :

- a) Dégradation de la qualité de l'eau par le réseau ;
- b) Accroissement de nombre de fuites enregistrées ;
- c) Evolution de la demande ;
- d) Plaintes des abonnés pour insuffisance de pression ou mauvaise qualité de l'eau ;
- e) Dégradation visible des conduites.

Pour répondre à des problèmes de gestion quotidienne et de planification, qu'il soit à court ou à long terme, nous allons procéder dans les chapitres qui suivent à la réhabilitation et au redimensionnement du réseau de distribution.

Introduction :

L'étude des adductions et des stations de pompage fait partie de notre diagnostic, dans ce chapitre on va exposer les différentes défaillances que pose notre système d'adduction et de pompage de façon à trouver des solutions pour le bon fonctionnement des deux systèmes.

ADDITION

IV.1. Types d'adduction :

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

1. Adduction gravitaire ;
2. Adduction par refoulement ;
3. Adduction mixte.

IV.1.1. Adduction gravitaire :

Dans une adduction gravitaire, le réservoir d'accumulation se situe à une altitude supérieure à celle du réservoir de distribution. Dans ce cas, l'écoulement d'eau obéit à la loi de la force pesanteur (Dupont, 1971).

IV.1.2. Adduction par refoulement :

Ce type d'adduction est utilisé dans le cas où le captage se situe à un niveau inférieur à celui du réservoir d'accumulation. Les eaux de captage doivent être relevées par une station de pompage (Dupont, 1971).

IV.1.3. 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 de passage.

Dans le cas de notre étude, l'adduction à projeter est une adduction par refoulement et par gravité.

IV.2. Adduction et types d'écoulement :

On distingue deux types d'écoulement :

1. Ecoulement à surface libre.
2. Ecoulement en charge.

IV.2.1. Ecoulement à surface libre :

L'écoulement à surface libre est un écoulement qu'on rencontre dans le cas des adductions gravitaires sans charge, tels que les canaux à ciel ouvert et les aqueducs fermés. Ce type d'écoulement est conditionné par la pente.

IV.2.2. Ecoulement en charge :

L'écoulement en charge est un écoulement qu'on rencontre dans le cas des adductions ou des réseaux gravitaire ou sous pression.

IV.3. Choix du tracé :

Pour effectuer un meilleur tracé de la conduite d'adduction, nous devons tenir compte des différents paramètres économiques, techniques, et topographiques qui suivent :

1. choisir le tracé le plus court possible pour des raisons économique ;
2. rechercher un profil en long aussi régulier que possible pour éviter les contrepentes susceptibles de donner lieu à des cantonnements d'air aux points hauts qui sont plus ou moins difficiles à évacuer. Dans le cas de refoulement, il peut résulter de ces endroits un phénomène de cavitation par suite d'arrêt inopiné pouvant occasionner l'éclatement des canalisations ;
 1. suivre les accotements des routes pour faciliter l'exécution des travaux ainsi que l'acheminement du matériel lors de la réalisation ;
 2. enfin, les coudes doivent être largement ouverts afin d'éviter les butées importantes et diminuer les pertes de charge.
3. éviter autant que possible la traversée des obstacles (routes, voies ferrées, canaux, oueds, ...etc.).

IV.4 CHOIX DU MATERIAU :

Le choix du type de matériau pour l'établissement des conduites dépend essentiellement de leurs aspects techniques et économiques.

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

1. Du diamètre.
2. Des pressions supportées.
3. Des conditions d'installation.
4. Des revêtements.
5. Du prix unitaire.
6. Du type de sol.

Chapitre IV : Adduction et pompage

Dans ce projet, nous avons opté pour les conduites en :

1. PEHD et cela en raison des avantages qu'ils présentent :
2. Disponibilité sur le marché ; production locale(PEHD).
3. Permettre une pose simple et adéquate (poids faible) (PEHD).
4. Résistance à des grandes pressions (> à 20 bars).
5. Réduction des pièces spéciales en assemblage.
6. Adaptation aux terrains accidentés(PEHD).
7. Une très faible rugosité (conduite lisse, notamment le PEHD).
8. L'assemblage des tuyaux se fait par :
 - Le soudage bout à bout, c'est une technique d'assemblage des thermo plastiques par la fusion des extrémités de deux éléments tubulaires au moyen d'une plaque chauffante (pour les conduites en PEHD)
 - Les accessoires comme les coudes et les vannes, (pour les conduites en Fonte).

IV.4.1 Schéma hydraulique :

La variante qu'on a proposée pour le schéma hydraulique de notre adduction est :

1. Le réservoir 250m³est alimenté à partir des : forage ouladHadhria et Bhahza qui son'équipées et en service.
2. Les réservoirs 2×50m³sont alimentés à partir de la source Oued Elhamam qu'est équipées et en service.
3. Le réservoir 50m³ surélevé est alimenté à partir du réservoir 250m³par le biais d'une pompe immergée

Dans ce chapitre, on veut dimensionner l'adduction qui est entre la station de pompage projeté et le réservoir de R500 m³ sur une longueur de**11833 m**.

Le temps de fonctionnement de la pompe est 20h

Donc le débit de la pompe est donné par la relation suivante :

$$\frac{Q \text{ maxj}}{Tf}$$

Telle que :

Tf : le temps de fonctionnement de la pompe

Le débit est de l'ordre de **0.0183 m³ /s**

IV.5 Etude technico-économique des diamètres d'adduction par refoulement :

Dimensionnement des conduites de refoulement :

Il s'agit de la conduite qui relie la station de pompage projetée et le nouveau réservoir R500m³ implanté à la cote 731m NGA. Elle démarre de la cote 646 m et aboutit, après 11 883 ml, à la cote 735m (cote trop plein du réservoir).

En premier lieu, il faudra définir les caractéristiques hydrauliques de la conduite de refoulement selon le débit possible à véhiculer.

Les frais d'amortissement de la conduite augmentent dans le même sens que son diamètre.

Les frais d'exploitation seront inversement proportionnels au diamètre de la conduite.

IV.5.1. Détermination des diamètres économiques :

Plusieurs relations sont utilisées pour la détermination du diamètre économique de la conduite, en tenant compte du débit Q (m³/s) véhiculé par la conduite, telles que :

1. **Formule de BONNIN** : $D = \sqrt{Q}$
2. **Formule de BRESSE** : $D = 1,5\sqrt{Q}$
3. **Formule de PAVLOVSKI** : $D = 1,38Q^{0,48}$
4. **Formule classique** : $D = 1,24\sqrt{Q}$ (en prenant V égale 1m/s)

Avec :

D : Diamètre de la conduite en mètre (m) ;

Q : Débit véhiculé en m³/s.

Dans notre projet on utilise les deux formules de BONNIN et BRESSE, tels que :

$$\sqrt{Q} \leq D \leq 1,50\sqrt{Q}$$

On choisit une gamme de diamètre en fonction des diamètres normalisés disponibles sur le marché. Le diamètre économique à adopter correspondra alors à la somme minimale des frais d'exploitation et d'amortissement calculés.

IV.5.2. Evaluation des frais d'amortissement (Fa) :

Les frais d'amortissement (Fa) sont égaux au prix de revient total de la conduite multiplié par l'annuité d'amortissement A ;

$$F_a = P_c \cdot L \cdot A \quad (DA)$$

Chapitre IV : Adduction et pompage

Avec :

Pc : Prix par mètre linéaire de la conduite (DA) ;

L : Longueur de la conduite ;

A : Annuité d'amortissement donnée par la formule ;

$$A = \frac{i}{(1+i)^n} + i$$

i : Taux d'annuité $\approx 80\%$;

n : Nombre d'année d'amortissement (n=30ans) ;

Tableau IV 1.Evaluation des frais d'amortissement

Diamètre (mm) Di	Prix au M.L de conduite (DA)	Longueur L de conduite (m)	Prix total de la conduite (DA)	Amortissement (DA)	Vitesse (m/s)
110	925,86	11400	10554760	949928	3,15
125	1 198,69	11400	13665048	1229854	2,44
160	1 959,12	11400	22333947	2010055	1,49
200	3 269,16	11400	37268424	3354158	0,95
250	5 057,93	11400	57660402	5189436	0,61
315	7 681,42	11400	87568188	7881137	0,38

Tableau IV 2.Diamètres, épaisseurs et tarifs des conduites en PEHD(année 2012 ;CHIALI)

Diamètres (mm)	Epaisseurs (mm)	Prix (DA/ML)
20	2.3	46.18
25	3.0	73.46
32	3.6	115.44
40	4.5	178.41
50	5.6	276.37
63	7.1	440.79
75	8.4	619.20
90	8.2	719.43
110	10	1067.44
125	11.4	1381.98
160	14.6	2258.69
200	18.2	2709.92
250	22.7	4179.34
315	28.6	6774.79
400	36.3	10637.35
500	45.3	16196.96
600	57.1	26132.40

IV.5.3. Evaluation des frais d'exploitation :

Les frais d'exploitation sont les couts de revient de l'énergie électrique nécessaire aux pompes pour le refoulement de l'eau de la station de pompage jusqu'au réservoir. Ces frais d'exploitation croissent quand le diamètre diminue et par suite de l'augmentation des pertes de charges. Pour estimer ces frais, nous devons évaluer par conséquent les pertes de charges, la hauteur géométrique, la hauteur manométrique totale, la puissance absorbée par la pompe et enfin l'énergie consommée par cette dernière.

Il faut déterminer d'abord les pertes de charge (ΔH) engendrées dans les canalisations D1, D2....Dn. connaissant la hauteur géométrique (Hg), on peut déterminer la hauteur manométrique totale (HMT) correspondante à chaque canalisation D1, D2...Dn.

Les pertes de charges sur l'aspiration sont en général négligées. Etant donné que le débit Q de refoulement est le même, on peut dresser le tableau suivant :

Tableau IV 3.Calcul de la HMT

Diamètre (mm)	Gradient J de Pdc	Longueur équivalente totale de la conduite(m)	Pdc totale ΔH (m)	Hmt=Hg+ ΔH +10 (m)
110	0,069630	12540,0	873,16	972,16
125	0,035994	12540,0	451,37	550,37
160	0,010009	12540,0	125,51	224,51
200	0,003138	12540,0	39,35	138,35
250	0,001119	12540,0	14,03	113,03
315	0,000337	12540,0	4,23	103,23

Remarque :

-Pour le calcul des pertes de charge, on a introduit le diamètre intérieur de la conduite.

-pertes de charge singulières ont été estimées à 10% des pertes de charges linéaires.

$$Hg = (Ctp - Caxe,p) = (735-645) = 89 \text{ m. .}$$

$$HMT=Hg+\Delta h+10$$

Avec :

Ctp : la cote du trop-plein du réservoirR500m3.

Caxe,p : la cote de calage des pompes à installer.

Les résultats du calcul de la consommation électrique en KWH et le prix d'exploitation sont donnés dans le Tableau suivant :

Tableau IV 4.consomption en KWH et prix de l'exploitation

Diamètre Di	Hmt (m)	$N = \frac{g \cdot Q \cdot Hmt}{\eta}$	Kwh annuel	Prix du KWH (DA)	Prix de l'énergie (DA)
110	972,16	254,32	1856517	5,231	9711439
125	550,37	143,98	1051026	5,231	5497919
160	224,51	58,73	428744	5,231	2242757
200	138,35	36,19	264214	5,231	1382101
250	113,03	29,57	215858	5,231	1129156
315	103,23	27,01	197139	5,231	1031234

(source du prix : Sonelgaz , 2014)

t : désigne le nombre d'heures /jour de fonctionnement de la pompe (20 heures).

η : Rendement de la pompe en %, ($\eta=75\%$).

Bilan:

Pour chaque diamètre Di, on fait la somme (Ti) du frais d'amortissement ainsi que le frais d'exploitation. Il en résulte que le diamètre le plus économique est celui qui correspond au total Ti le plus faible.

Le Tableau suivant regroupe les valeurs de Ti (bilan) qu'on les a calculé pour chaque diamètre Di.

Tableau IV 5.Le Bilan

Diamètre (mm)	Vitesse (m/s)	Amortissement (DA)	Exploitation (DA)	Totaux (T)
110	3,15	949928	9711439	10661367
125	2,44	1229854	5497919	6727773
160	1,49	2010055	2242757	4252812
200	0,95	3354158	1382101	4736259
250	0,61	5189436	1129156	6318592
315	0,38	7881137	1031234	8912371

On a opté pour le diamètre qui a un faible cout (T), tout en respectant la vitesse admissible dans une canalisation de refoulement (1 à 1.5) m/s

Q (l/s)	D (mm)	V (m/s)	ϵ	Pression (bars)
18.3	200	0.95	0.01	20

Chapitre IV : Adduction et pompage

Les résultats des deux tableaux sont représentés graphiquement

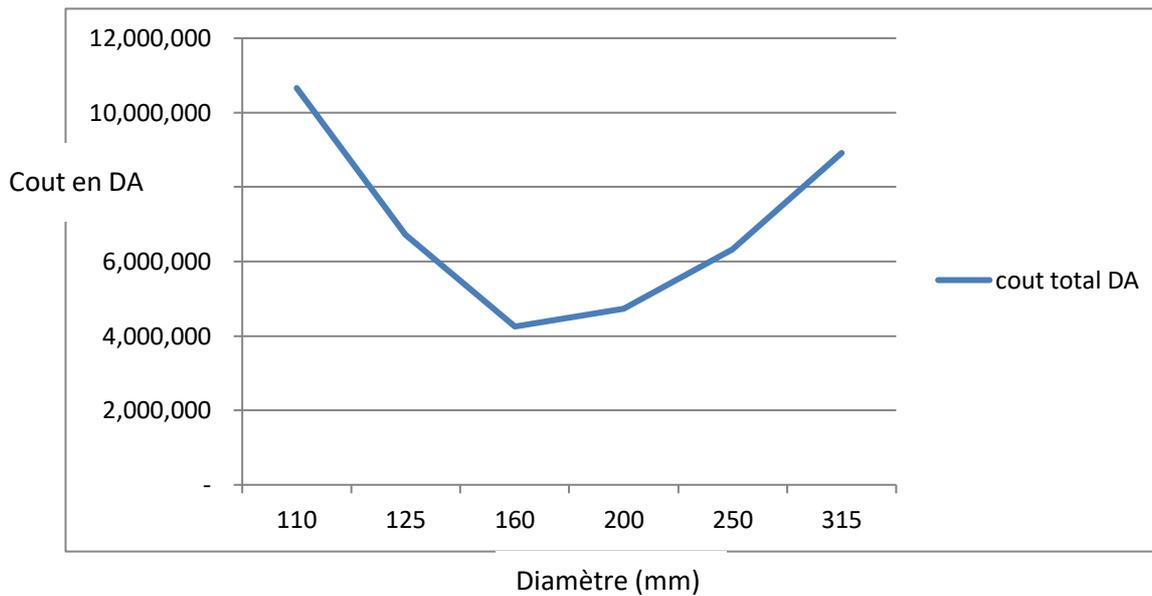


Figure IV 1.représentation du bilan

Après le calcul du diamètre économique de la conduite de refoulement, on a arrivé à déterminer les caractéristiques géométriques qui sont mentionnées dans le tableau suivant :

Les caractéristiques de la conduite de refoulement (diamètre, longueur, matériau) sont nécessaires pour le choix de la pompe. Donc selon le calcul il ressort que la conduite de refoulement sera en **PEHD DN200 PN20**

En ce qui concerne la station de pompage, elle contient 2 pompes, une en fonctionnement et l'autre en secours de mêmes caractéristiques suivants :

Tableau IV 6.Caractéristique géométrique de la conduite de refoulement

Adduction	Débit de la pompe (l/s)	HMT de la pompe (m)
SP- R500	18.3	138.35

Etude de pompage

L'étude de pompage nous permet de choisir la pompe idéale pour notre système d'adduction afin d'assurer le débit appelé et la hauteur manométrique demandée.

IV.6. Définition de la pompe :

Une pompe est une machine utilisée pour aspirer un fluide situé à un niveau bas, pour le refouler à un niveau haut, et cela suite à la transformation de l'énergie mécanique fournie par le moteur en énergie acquise par le fluide.

IV.7. Les types des pompes :

Les pompes sont classées suivant le mode de déplacement des liquides à l'intérieur des pompes, nous distinguons deux grandes catégories :

Les pompes sont classées suivant le mode de déplacement des liquides à l'intérieur des pompes, nous distinguons deux grandes catégories :

a- Les turbopompes

b- Les pompes volumétriques

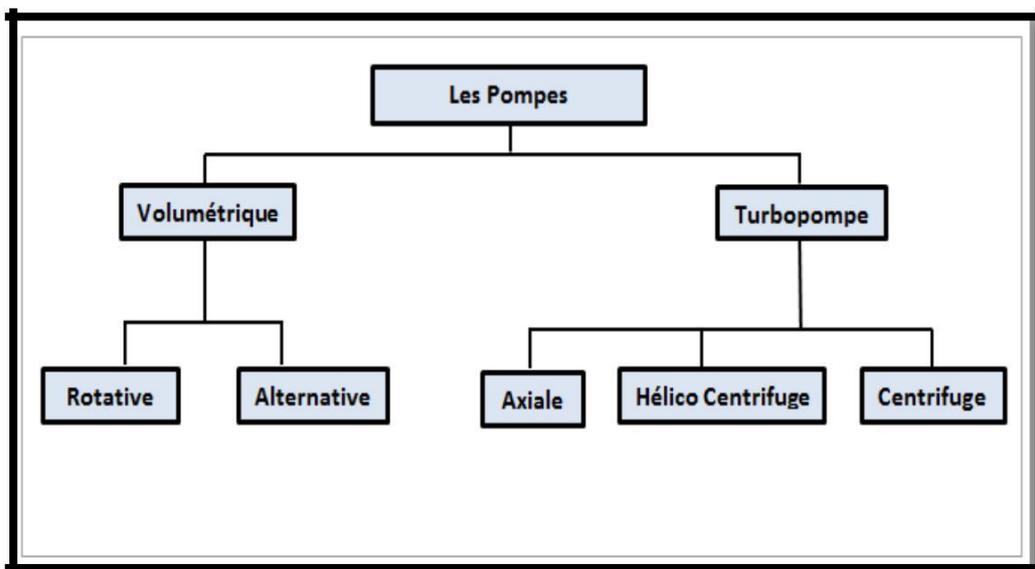


Figure IV 2. Schéma de la classification des pompes

Les turbopompes :

Elles sont caractérisées par un déplacement du liquide de l'aspiration vers le refoulement au moyen d'un élément principal qu'on appelle la roue à aubes ou rotor.

Les turbopompes sont actuellement les plus employées dans le domaine de l'hydraulique, pour les raisons suivantes :

- Ces appareils sont étants relatifs et ne comportent aucune liaison articulée.
- Les frais d'entretiens d'une turbopompe sont peu élevés.

Les pompes centrifuges :

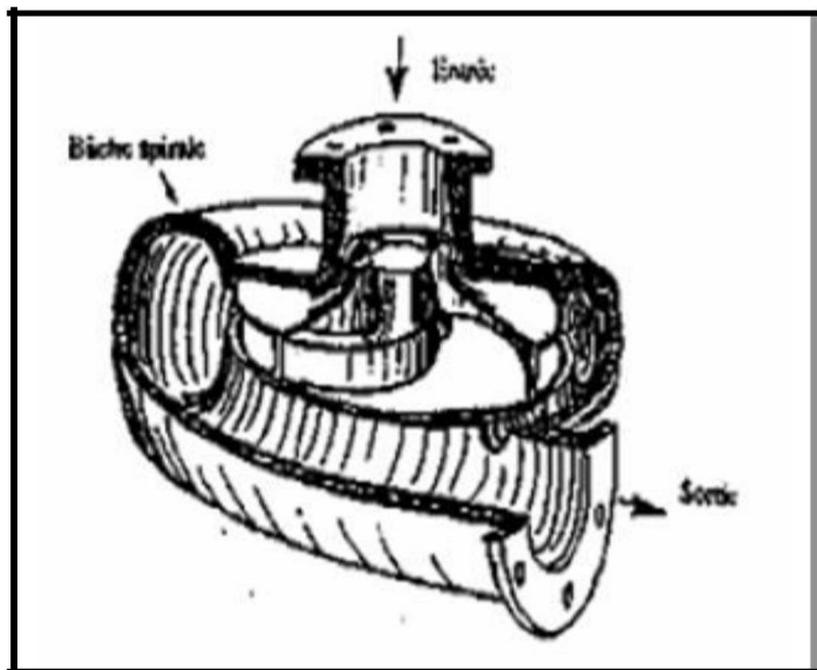


Figure IV 3. Pompe centrifuge

La principale caractéristique de la pompe centrifuge consiste à convertir l'énergie d'une source de mouvement (le moteur) d'abord en vitesse (ou énergie cinétique) puis en énergie de pression.

Le rôle d'une pompe centrifuge consiste en effet à conférer de l'énergie au liquide pompé (énergie transformée ensuite en débit et en hauteur d'élévation) selon les caractéristiques de fabrication de la pompe elle-même et en fonction des besoins spécifiques à l'installation. Le fonctionnement est simple : ces pompes utilisent l'effet centrifuge pour déplacer le liquide et augmenter sa pression.

A l'intérieur d'une chambre hermétique équipée d'entrée et de sortie (volute), tourne une roue à palettes (roue), le véritable cœur de la pompe.

Pompes monocellulaire :

Une pompe centrifuge monocellulaire à une seule cellule, elle est utilisée pour élever l'eau à des hauteurs moyennes.

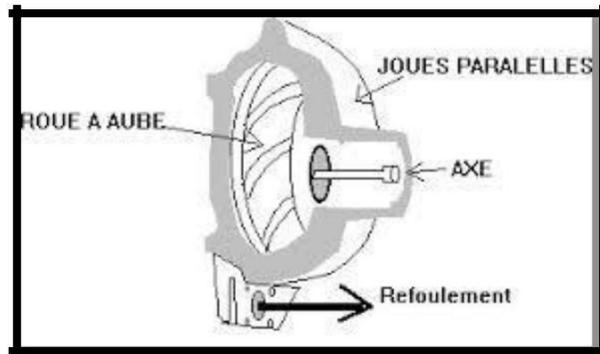


Figure IV 4.Pompe monocellulaire

Pompe multicellulaire :

Pour atteindre des hauteurs d'élévation importantes de plusieurs centaines de mètres nous utilisons des pompes qui comportent plusieurs cellules.

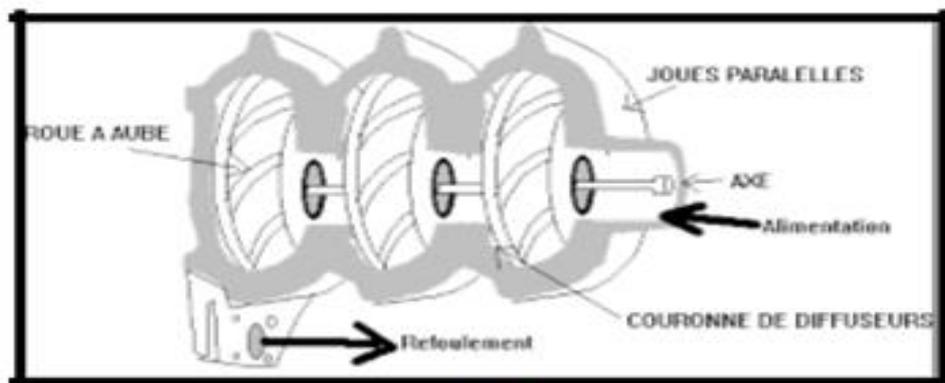


Figure V.5 Pompe centrifuge multicellulaire

Les pompes axiales :

Le principe est proche de celui de l'hélice de bateau. Le déplacement du fluide est parallèle

L'axe de rotation. Elles trouvent son application pour de grands débits sur de faibles dénivelés (faible différence de pression) dans le domaine de l'eau.

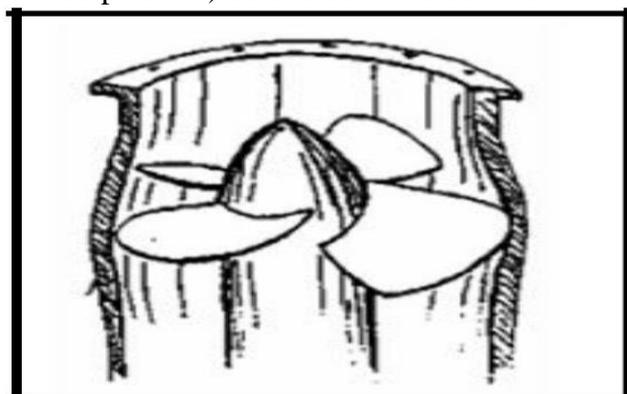


Figure IV 5.Pompe axiale

Les pompes hélico-centrifuges :

Comme son nom l'indique, la pompe hélico-centrifuge est à la fois en partie pompe axiale et pompe centrifuge. Cette pompe est d'un grand intérêt pour l'irrigation par pompage car elle constitue un bon compromis permettant d'éviter le désavantage de la hauteur de refoulement faible d'une pompe hélice, et en même temps avoir des rendements et de débits supérieurs à ceux d'une pompe centrifuge à volute. De plus, les pompes à débit axial fonctionnent uniquement à aspiration nulle tandis que les pompes hélico-centrifuges peuvent fonctionner à des hauteurs d'aspiration non nulles tout en n'étant pas à autoamorçage.

Les pompes volumétriques :

Elles sont caractérisés par un déplacement du liquide du point de l'aspiration vers le point de refoulement qui se fait par un mouvement de :

- Translation
- Rotation
- Mixte (translation et rotation)

Une pompe volumétrique se compose d'un corps de pompe parfaitement clos à l'intérieur duquel se déplace un élément mobile rigoureusement ajusté. Leur fonctionnement repose sur le principe suivant :

Exécution d'un mouvement cyclique

Pendant un cycle, un volume déterminé de liquide pénètre dans un compartiment avant d'être refoulé à la fin. Ce mouvement permet le déplacement du liquide entre l'orifice d'aspiration et l'orifice de refoulement.

Pompes volumétriques rotatives :

Ces pompes sont constituées par une pièce mobile animée d'un mouvement de rotation autour d'un axe, qui tourne dans le corps de la pompe et crée le mouvement du liquide pompé par déplacement d'un volume depuis l'aspiration jusqu'au refoulement.

On distingue généralement :

- Pompes à palettes libres
- Pompes à engrenages extérieurs
- Pompes à rotor hélicoïdal excentré
- Pompes péristaltiques

Pompes volumétriques alternatives :

La pièce mobile est animée d'un mouvement alternatif. Les pompes volumétriques sont généralement auto-amorçantes. Dès leur mise en marche elles provoquent une diminution de pression en amont qui permet l'aspiration du liquide. Il est nécessaire néanmoins d'examiner la notice du fabricant. On distingue :

- Pompes à piston
- Pompes doseuse

IV.8.Choix des pompes :

Les pompes doivent satisfaire les conditions suivantes :

- Assurer le débit calculé et la hauteur manométrique calculée
- Meilleurs rendement
- Vérifier la condition de non cavitation
- Vitesse de rotation la plus élevée
- Puissance absorbée minimale
- Exploitation simple

IV.9.Couplage Des pompes :

On distingue deux types de couplage des pompes

Couplage en série :

Lorsque les pompes **P1** et **P2** sont assemblées en séries, le débit liquidé est le même dans chaque pompe.

$$Q_1=Q_2=Q$$

La hauteur totale engendrée par l'ensemble des pompes est la somme des hauteurs engendrées par chaque pompe.

$$H=H_1+H_2$$

Donc ce type de couplage est utilisé en vue de l'augmentation de la hauteur d'élévation des pompes.

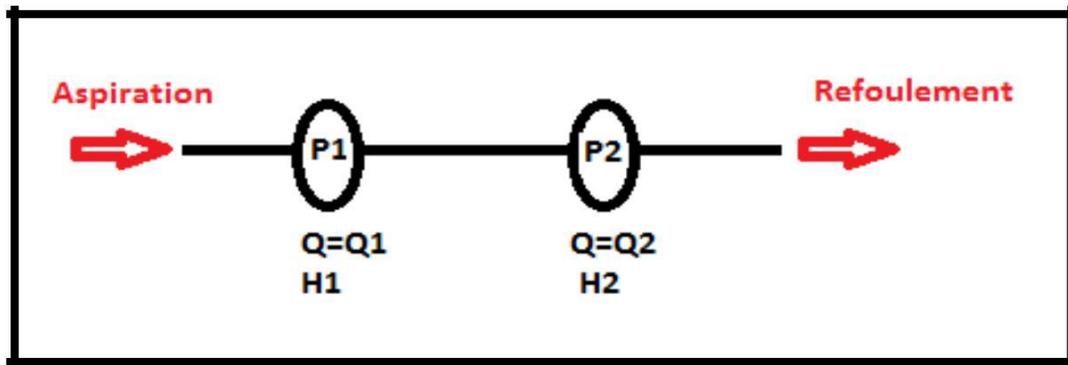


Figure IV 6. Couplage des pompes en série

Couplage en parallèle :

Lorsque les pompes P1 et P2 sont assemblées en parallèle, la hauteur engendrée par le système est la même dans chaque pompe.

$$H=H_1+H_2$$

Le débit total véhiculé est la somme des deux débits fournis par chaque pompe.

$$Q=Q_1+Q_2$$

Donc ce type de couplage est utilisé en vue de l'augmentation du débit refoulé par les pompes.

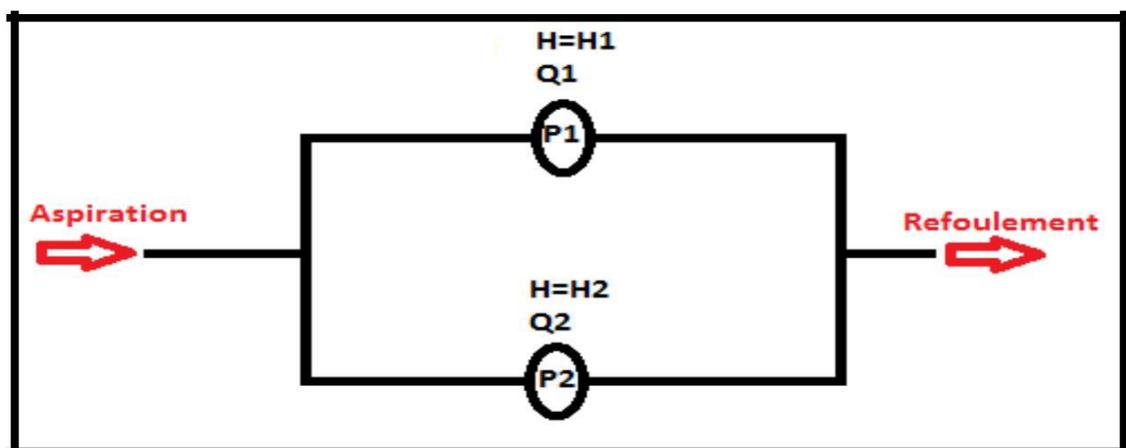


Figure IV 7. Couplage des pompes en parallèle

IV.10. Choix du nombre de pompe :

Le choix du nombre de pompe à mettre en série ou en parallèle repose sur les critères suivants:

- Nombre de pompes minimal
- Rendement plus important
- NPSH requis minimum
- Puissance absorbée minimale
- Présenter le minimum d'encombrement

IV.11. Courbe caractéristique de la conduite de refoulement :

La courbe caractéristique de la pompe c'est la courbe qui représente la fonction $H=f(Q)$ elle est donnée par le constructeur sous forme de catalogue.

La courbe caractéristique de la conduite de refoulement est donnée par la relation

Ci-dessous :

$$H_C = H_g + RQ^2$$

Avec :

H_g : Hauteur géométrique (m) ;

R : Résistance de la conduite (s²/m⁵), elle est donnée par :

$$R = \frac{8\lambda L}{g\pi^2 D^5}$$

Avec :

λ: Coefficient de perte de charge

L : Longueur de la conduite (m) ;

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

D : Diamètre de la conduite (m).

IV.12. Caractéristique de pompe :

IV.12. 1. Vitesse spécifique (Ns) :

La vitesse spécifique est le nombre de tours par minute au quelle devrait tourner la roue d'une pompe centrifuge, elle est calculée avec le rendement maximal de la pompe. La vitesse spécifique Ns d'une pompe est déterminée par la formule suivante :

$$N_s = \frac{\sqrt[n]{Q}}{h_{mt}^{3/4}}$$

Avec :

Ns : La vitesse spécifique (tr/min) ;

n: Nombre de tour (tr/min) ;

Q : Débit de pointe (m³/s) ;

Hmt: Hauteur manométrique (m).

Tableau IV 7.Type de la roue

N _s	Entré de la roue
10-37	Radiale
37-80	Mixte
80-165	Mixte
100- 500	Axiale

IV.12. 2. Le point de fonctionnement :

Le point de fonctionnement d'une pompe est donné par l'intersection de la courbe caractéristique de la pompe (donnée par le constructeur) et la courbe caractéristique de la conduite de refoulement.

IV.12. 3. Modification de la vitesse de rotation :

Ce procédé a pour but de trouver une nouvelle vitesse N' de manière à ce que la courbe :

$$H=a \cdot q^2$$

I. $a = \frac{h}{q^2}$

II. $\frac{Q}{Q'} = \frac{N}{N'}$

III. $\frac{H}{H'} = \frac{N^2}{N'^2}$

De la formule (II) on a : $N' = N \cdot \left[\frac{Q}{Q'} \right]$

De la formule (III) on a : $N' = N \cdot \left[\frac{H}{H'} \right]^{1/2}$

IV.12. 4. Réduction du temps de pompage :

Si nous gardons le point de fonctionnement **P1** ce qui signifie garder le même débit désiré, nous devons alors réduire le temps de pompage, le nouveau temps sera :

$$T_p' = q \times \left[\frac{T_p}{Q} \right]$$

Avec :

T_p: Temps de pompage (heurs).

q: Débit (m³/h)

Q : Débit de pointe (m³/h)

IV.12. 5. Calcul de la puissance absorbée par la pompe :

La puissance absorbée est donnée par la relation suivante :

$$P = \frac{g \cdot \rho \cdot Q \cdot h_{mt}}{\eta}$$

Avec :

ρ: Masse volumique de l'eau ;

η: Rendement de la pompe ;

P : Puissance absorbée par la pompe (Kw) ;

H_{mt}: Hauteur manométrique totale (m) ;

Q : Débit de la pompe (m³/s).

IV.12. 6. Les frais annuels d'énergie :

$$Fe = Tp \cdot P \cdot 365 \cdot e$$

Avec :

P : Puissance absorbée par la pompe (Kw) ;

Tp: Temps de pompage journalier (24h/24h) ;

e: Tarif de l'énergie égale à **4,179 DA/kwh**(d'après les services de la SONELGAZ).

IV.13. Etude de la cavitation :

Le phénomène de cavitation se manifeste lorsque la pression absolue de l'eau décroît du niveau de la bride d'aspiration jusqu'à un certain point à l'intérieur de la roue. En ce point la valeur de la tension du vapeur est atteinte.

La cavitation est occasionnée par un dégagement intense de gaz ou de vapeur dans le liquide en écoulement, dans ce cas l'homogénéité du liquide est détruite, il se produit des chocs violents accompagnés des dimensions brutales de la hauteur crée et du rendement, pour éviter tous risques de cavitation, la condition suivante doit être respectée :

$$(\text{NPSH})_d > (\text{NPSH})_r$$

Avec :

(NPSH) disponible : Charge net d'aspiration disponible (Net Positive Section Head) ; C'est la valeur de la pression absolue mesurée sur l'axe de la bride d'aspiration de la pompe.

(NPSH) requis : Chaque constructeur possède pour chaque type de pompe et pour une vitesse de rotation déterminée, une courbe donnant la valeur de **NPSH requis** en fonction du débit de la pompe considéré

$$\text{NPSH}_d = \left[\frac{p}{\rho} \right] - (\text{H}_{asp} + \text{j}_{asp} + H_v)$$

Avec :

$\left[\frac{p}{\rho} \right]$: Pression en mètre de colonne d'eau en plan d'aspiration (m) ;

H_{asp}: Hauteur d'aspiration (m) ;

j_{asp}: Perte de charge à l'aspiration (m) ;

H_v: Tension de vapeur (m).

La tension de vapeur est en fonction de la température, les valeurs sont données dans le tableau ci-dessous :

Tableau IV 8. Tableau représentatif de la tension de vapeur pour une température donnée

T(°c)	0	4	10	20	30	40	50	60	70	80	100
Hv (m)	0.06	0.08 3	0.12 5	0.25	0.43	0.75	1.26	2.03	4.1	4.8	10.3

IV.14. Les équipements en amont et en aval des pompes :

Les équipements hydrauliques d'une station de pompage en dehors des pompes elles-mêmes sont :

Equipements en amont (aspiration) :

L'aspiration des pompes d'une station peut se faire soit dans une bêche d'aspiration, soit dans une conduite.

Aspiration en bêche :

L'eau à élever est stockée dans une bêche ou réservoir en communication avec l'air

Atmosphérique, et l'aspiration des pompes se fait alors directement dans la bêche.

Grille :

Ces dispositifs ne sont utilisés que pour les pompages d'eau brute, afin d'éviter l'entrée des corps solides dans les pompes.

Tulipe :

La nécessité de la tulipe dépend essentiellement de la vitesse d'entrée de l'eau dans la conduite d'aspiration.

Pour des valeurs ne dépassent pas **0,8m/s**, il est possible de ne pas prévoir de tulipe.

Crépine :

Tout comme la grille, la crépine évite l'entrée de corps solides dans la pompe. Elle doit être entièrement immergée pour éviter les rentrées d'air (une marge suffisante doit être prévue pour le vortex) et éloignée d'environ 0,5m du fond du puisard.

Clapet d'aspiration, clapet a crépine :

Un clapet anti-retour placé sur la canalisation d'aspiration évite à l'arrêt de la pompe le retour d'eau. Si de son côté le clapet anti-retour normalement placé au refoulement ferme mal. De plus, ce clapet permet de maintenir la colonne d'eau dans la conduite d'aspiration et le corps de la pompe, évitant de recommencer chaque fois l'amorçage. Ce clapet peut être combiné avec la crépine d'aspiration pour former un clapet à crépine.

Aspiration sur conduite :

L'eau à élever arrive à la station par une conduite que l'on relie directement au collecteur d'aspiration de l'usine d'où partent les aspirations des pompes, il n'existe aucune bêche à la station.

Conduite ou collecteur d'aspiration :

Sur la conduite, on évite toute formation de poches d'air. Les parties horizontales comporteront une légère pente montant en direction de la pompe, ceci permettra l'évacuation permanente des bulles d'air qui pourront être libérées dans l'eau.

L'équipement du collecteur comprendra tous les dispositifs nécessaires à son ventousage et à sa vidange.

Pour le raccordement sur les appareillages, on utilise les joints à brides.

- Organes communs aux deux cas d'aspiration :

Coude :

Les coudes seront le moins nombreux possible, à grand rayon de courbure ; on évite de monter un coude juste en amont de la bride d'aspiration.

Vanne d'aspiration :

Une vanne montée à l'aspiration de la pompe permet d'isoler la pompe pour les travaux d'entretien ou démontage.

Les vannes utilisées peuvent être soit des vannes à opercule avec presse-étoupe hydraulique, soit des vannes papillon.

Convergent d'aspiration :

Afin de limiter les pertes de charges à l'aspiration des pompes, la conduite d'aspiration a fréquemment un diamètre élevé donnant une vitesse de circulation inférieure à la vitesse à l'entrée de la bride de la pompe. La conduite est alors raccordée à la pompe par un convergent, ce qui permet d'avoir une accélération progressive de l'écoulement, favorisant la bonne répartition des vitesses juste à l'amont de la pompe.

IV.14. 2. Equipements en aval (refoulement) :

Joint de raccordement :

La conduite de refoulement sera raccordée à la pompe de manière à ne transmettre aucun effort sur la pompe. Pour ça on peut utiliser un joint genre GIBAULT ou similaire.

Divergent :

A la sortie de la pompe, la vitesse de l'eau peut être de 3 à 7m/s, Dans les conduites de refoulement, il est nécessaire de ralentir cette vitesse pour la maintenir dans une plage de 1,2 à 1,5m/s. Le divergent à interposer à la sortie de la pompe pourra être un cône droit.

Clapet de refoulement :

Le clapet pourra être placé à la sortie de la pompe dont le rôle est d'empêcher l'inversion du débit d'eau lors de l'arrêt de la pompe. Les clapets les plus utilisés sont les clapets à battant. Ils sont installés sur des conduites horizontales.

Vanne de refoulement :

La vanne de refoulement se place après la pompe et le clapet anti-retour, elle peut avoir plusieurs rôles. Cette vanne permettra tout d'abord d'isoler la pompe lors des entretiens et des démontages.

Conduite ou collecteur de refoulement :

La conduite ou le collecteur de refoulement doit composer les dispositifs classe pour le ventousage, la vidange. Si le long de cette conduite ou collecteur on trouve les dérivations ou piquages pour le raccordement du refoulement des pompes, ces piquages seront de préférence en oblique. La conomètre de refoulement doit être protégé contre le phénomène du coup de bélier, pour ça la conduite doit être équipée d'un réservoir.

IV.15. Calculs :

IV.15. 1. Station de pompage SIDI NAMMAN :

On a besoin de refouler un débit total d'eaux de $0,01828 \text{ m}^3/\text{s}$ sur une hauteur géométrique de 83 m.

IV.15. 1. 1. Courbe caractéristique de la conduite de refoulement :

$$H_C = H_g + RQ^2$$

$$R = \frac{8\lambda L}{g\pi^2 D^5}; R=61059,104 \text{ m}^{-5} \cdot \text{s}^2$$

$$H_c = 83 + 61059,104 Q^2$$

Tableau IV 9. Calcul de la courbe caractéristique de la conduite

Q(m ³ /s)	0	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,0	0,02	0,05
H _C (m)	83	83,24	84,5	85,9	89,1	96,7	102,7	107,	121,	235,6

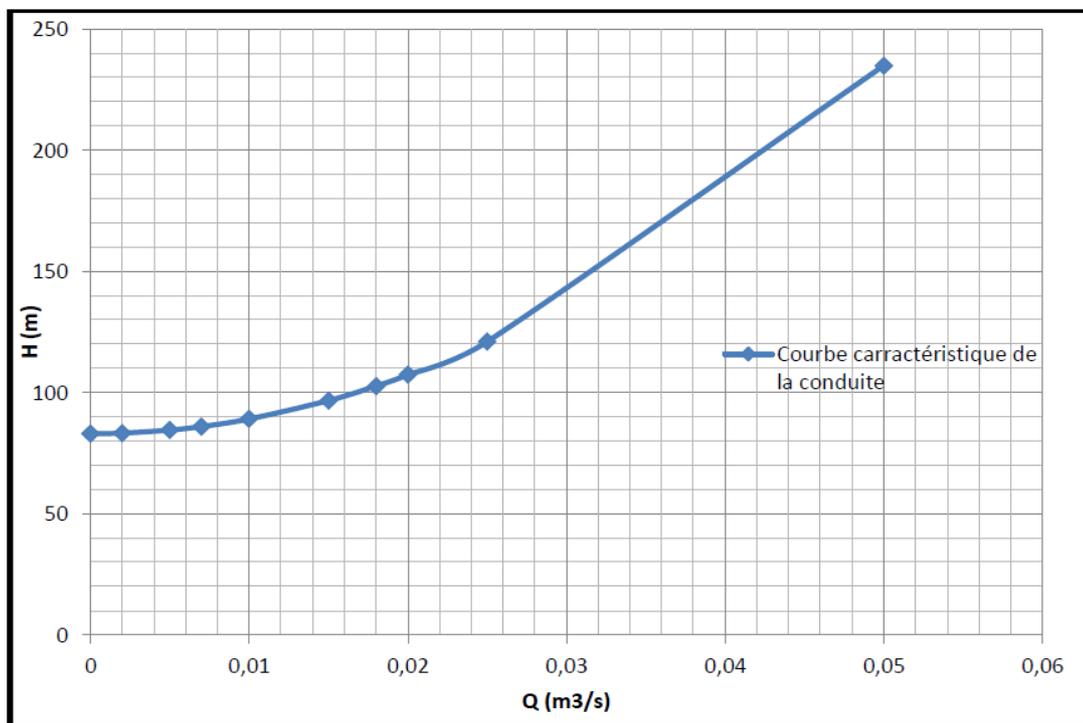


Figure IV 8. Courbe caractéristique de la conduite de refoulement

Courbe caractéristique de la pompe :

D’après le logiciel Caprari, nous choisissons une pompe et une seule pompe de secours, le type des pompes choisi est : **pompe multicellulaire (PM100/A8)**.

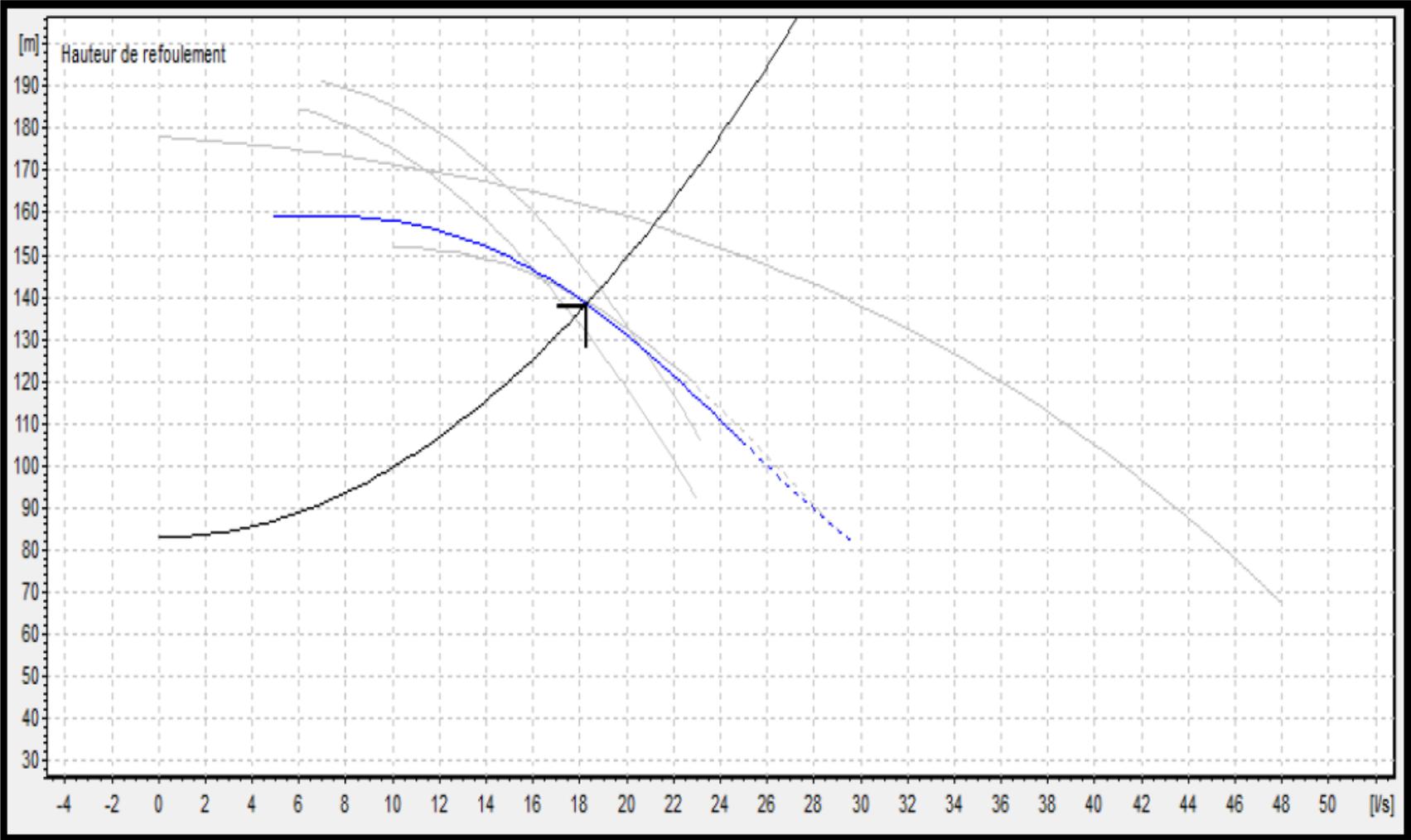


Figure IV 9.la courbe caractéristique de point fonctionnement

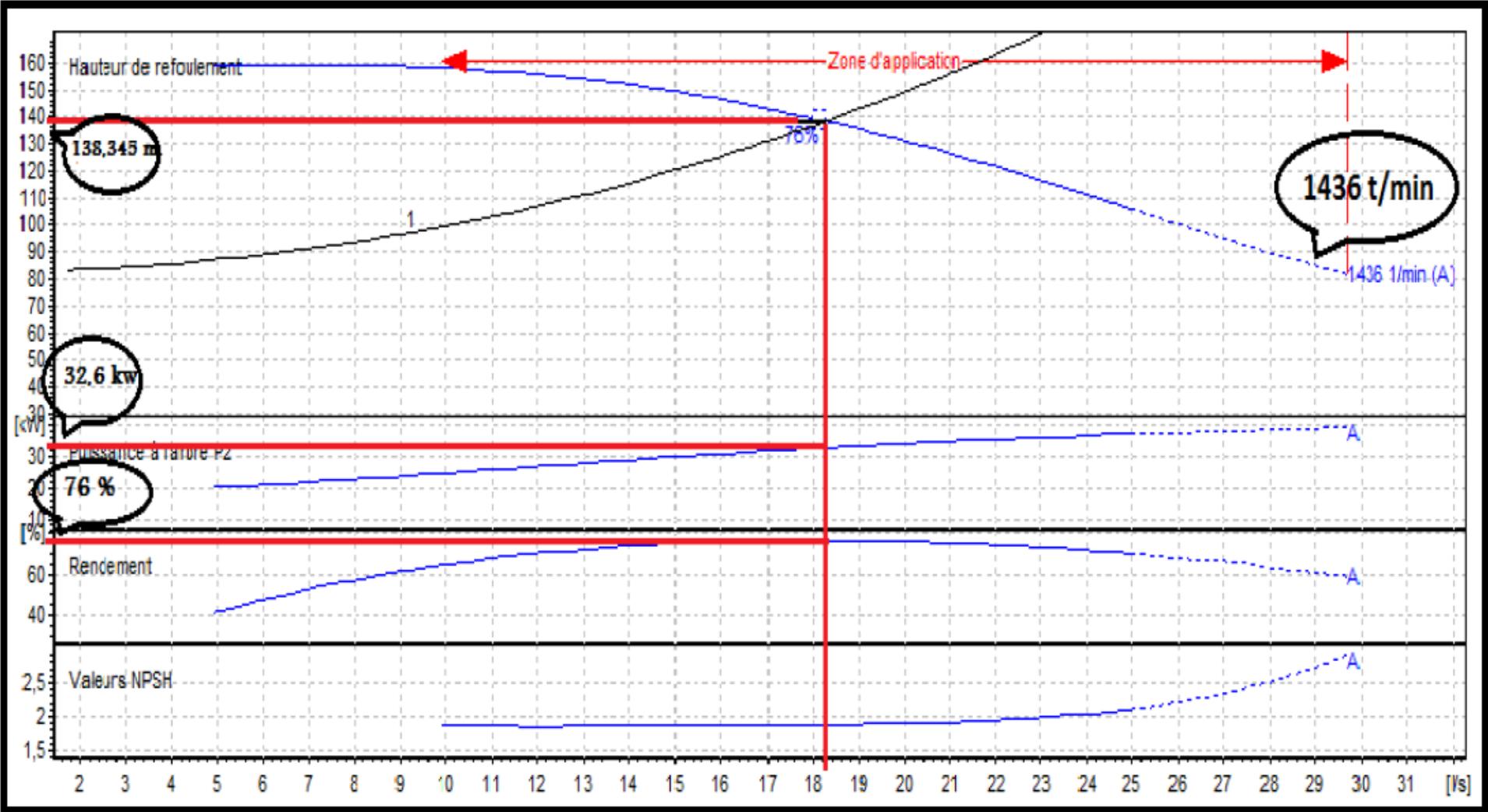


Figure IV 10.Courbe caractéristique de la pompe

IV.10.1.3. Caractéristiques de la pompe :

Tableau V.4 Caractéristiques de la pompe

N (Pompes)	Q (m ³ /s)	Hmt (m)	Type de pompe	Nombre de cellule	n (tr/min)	η (%)	P (Kw)	NPSH _r (m)
1	0,01828	138.35	Multicellulaire	3	1436	76	32,6	1.89

Avec :

N : Nombre de pompes (pompes) ;

Q : Débit de la pompe (m³/s) ;

Hmt: La hauteur manométrique totale de la pompe (m) ;

n: Vitesse de rotation (tr/min) ;

η : Rendement de la pompe

P : Puissance absorbée par la pompe (Kw) ;

NPSH_r: C'est une donnée fournie par le constructeur de la pompe.

Donc les coordonnées de notre point de fonctionnement sont comme suit :

$$Q_{PF} = 0,01828 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_{PF} = 138.345 \text{ m}$$

IV.10.1.4 Calcul de la vitesse spécifique :

$$N_s = \frac{\sqrt[n]{Q}}{hmt^{3/4}} ; \quad N_s = 4.81 \text{ (tr/min)}$$

IV .10.1.5. Vérification au non cavitation :

Pour ne pas avoir un phénomène de cavitation, il faut vérifier la condition suivante :

$$\mathbf{NPSH_d > NPSH_r}$$

Avec :

NPSH_r: charge absolue à l'entrée de la bride d'aspiration (avec la courbe donnée par le constructeur) ;

NPSH_d: Charge net d'aspiration disponible.

$$\mathbf{(NPSH)_d = \frac{P_{atm}}{\omega} - (H_{asp} + J_{asp} + H_v)}$$

Avec :

$\left(\frac{P_{atm}}{\omega}\right)$: Pression en mètre de colonne d'eau en plan d'aspiration (m) ;

H_{asp}: Hauteur d'aspiration (m) ;

j_{asp}: Perte de charge à l'aspiration (m) ;

H_v: Tension de vapeur (m).

$$\mathbf{\frac{P_{atm}}{\omega} = 10,33 - 0,0012 \times H}$$

Ou

H : L'altitude de la station de pompage (m).

$$\mathbf{\frac{Patm}{w} = 9.56mce}$$

H_v= 0,25m (à 20°C)

H_{asp}= 1m

J_{asp} = 0,5m

$$\mathbf{(NPSH_d)=9.56-(1+0.5+0.25)=7.81}$$

$$\mathbf{(NPSH_d)=7.81}$$

$$\mathbf{(NPSH_d) > (NPSH_r)}$$

$$\mathbf{7.81 > 1.89}$$

Donc, on n'a pas un risque de cavitation puisque la condition est vérifiée.

IV10.1.6. Les frais annuels d'énergie :

$$\mathbf{F_e = P \cdot T_p \cdot 365 \cdot e}$$

Avec :

P : Puissance absorbée par la pompe (32.6Kw) ;

T_p: Temps de pompage journalier (24h/24h) ;

e: Tarif de l'énergie égale à **4,179 DA/kwh**(d'après les services de la SONELGAZ).

$$\mathbf{Fe=1193422.104DA}$$

Conclusion

Dans cette partie nous avons redimensionné les conduites d'adduction et les stations de Pompages de telle Manière à assurer le débit nécessaire à l'agglomération pour l'horizon d'étude.

Introduction :

Le réservoir est un ouvrage hydraulique permettant le stockage et l'exploitation d'une eau par accumulation ainsi que la distribution.

L'exploitation peut se faire par écoulement libre ou par écoulement forcé, idem pour l'alimentation.

V.1. Rôle et fonctions des réservoirs :

Les réservoirs constituant une réserve qui permet d'assurer aux heures de pointe les débits maximaux demandés, de plus, ils permettent de combattre efficacement les incendies.

En plus les réservoirs offrant notamment les avantages suivants :

- Régularisation du fonctionnement de la station de pompage.
- Simplification de l'exploitation.
- Assurer les pressions nécessaires en tout point du réseau.
- Coordination du régime d'adduction d'eau au régime de distribution.
- Maintenir l'eau d'une température constante et préserver des contaminations.
- Jouer le rôle de brise charge dans le cas d'une distribution étagée.

V.2. Classification des Réservoirs :

Les réservoirs peuvent être classés de diverses façons selon les critères pris-en considération.

V.2.1. Classification selon le matériau de construction :

En ce qui concerne le choix du matériau de construction. On a :

- Réservoir métallique ;
- Réservoir en maçonnerie ;
- Réservoir en béton armé ou précontraint.

V.2.2. Selon la situation des lieux :

- Réservoir enterré ;
- Réservoir semi enterré ;
- Réservoir sur élevé (château d'eau).

Chapitre V : Réservoir

Les réservoirs enterré et semi enterré sont recommandés pour les sols meubles, de faible consistance, incohérent et des terrains accidentés.

Les réservoirs sur élevés sont recommandés pour des topographies homogènes (faible variation de pente)

V.2.3. Classification selon l'usage :

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

V.2.4. Selon la forme géométrique :

Généralement on trouve dans la nature deux formes usuelles

- Réservoir cylindrique.
- Réservoir rectangulaire ou carré.

Comme on peut trouver des réservoirs a forme quelconques (sphérique, conique, ...etc.).

V.3. L'emplacement des réservoirs :

L'emplacement du réservoir tient compte de relief permettant d'obtenir des dépenses minimales des frais d'investissement et l'exploitation.

Donc on est amené à prendre en considération les facteurs suivants :

- Le point le plus bas à alimenter. (condition la plus défavorable)
- La hauteur maximale des immeubles (bâtiment).
- Les pertes de charge à partir du réservoir jusqu'au point le plus défavorable de la ville en question.
- L'état du relief de la ville qui pourra favoriser la construction d'un réservoir au

Sol.

Qu'aux propriétés technico-économique suivants :

- Simplicité de réalisation du coffrage.
- Etanchéité plus facile à réaliser.

V.4. Réservoirs existants :

Il y a 6 réservoirs dans le système existant :

V.4.1 Présentation :

- **Les réservoirs qui alimentent le centre -ville de BOUCHRAHIL :**

Le réseau de centre-ville de BOUCHRAHIL est alimenté actuellement à partir des 4 réservoirs à savoir :

Les $2 \times 50\text{m}^3$ + le $\text{R}250\text{m}^3$ (au sol) et le réservoir surélevé $\text{R}50\text{m}^3$.

- ✚ Il y a lieu de signaler que le réservoir surélevé $\text{R}50\text{m}^3$ est alimenté à partir du réservoir $\text{R}250\text{m}^3$ par le biais d'une pompe immergée.
- ✚ Le groupe ($\text{R}2 \times 50 + \text{R}250\text{m}^3 + \text{R}$ surélevé $50\text{m}^3 + \text{R } 50 \text{ m}^3 + \text{R } 50 \text{ m}^3$) forme un complexe implanté sur une même assiette située au Nord -Ouest de la ville à environ 2km du chef-lieu de la commune.

- **Réservoir de $\text{R}500 \text{ m}^3$:**

Un réservoir implanté au Nord du complexe non raccordé au réseau de distribution et au réseau d'adduction

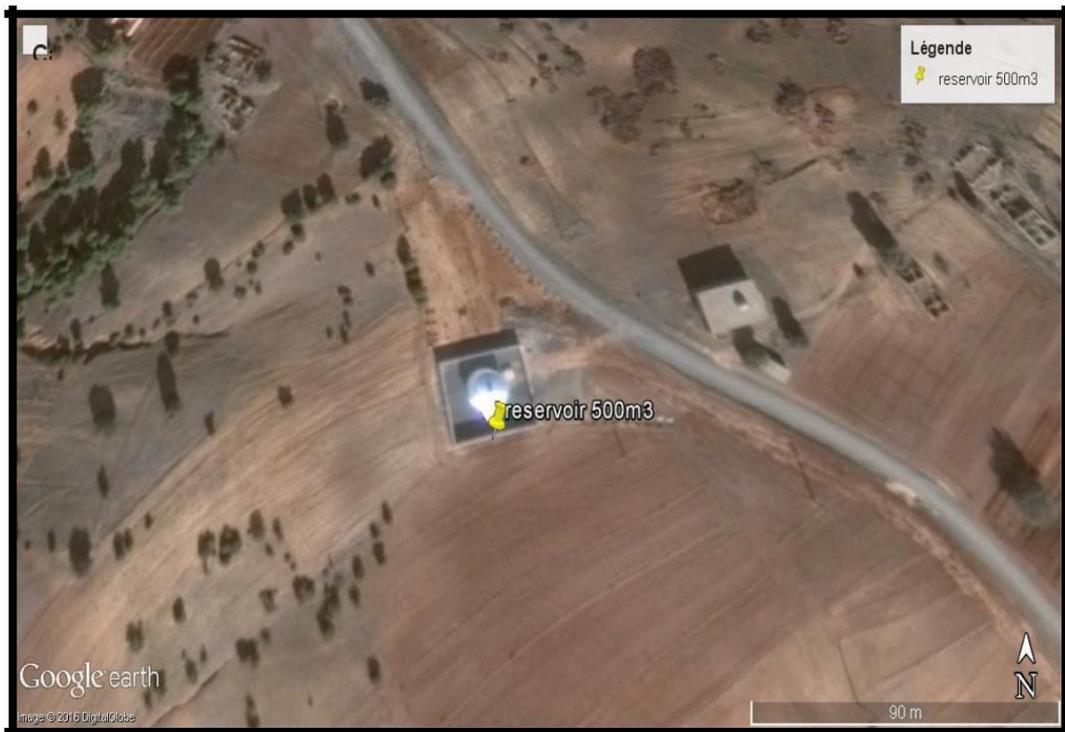


Figure V. 1 Réservoir de $\text{R}500 \text{ m}^3$ non raccordé (extrait d'une image satellitaire)

Chapitre V : Réservoir

L'état physique des réservoirs est jugé bon par conséquent ils seront maintenus pour l'horizon d'étude avec un éventuel renforcement par d'autres réservoirs si cela s'avère nécessaire.

V.5. Calculs des réservoirs :

Nous avons deux méthodes de calcul :

V.5.1. Méthode analytique :

On utilise la méthode analytique pour le calcul du volume V d'un réservoir qui est de la forme suivante :

$$V = A.X + B$$

Avec :

V : Volume du réservoir;

A : Coefficient du dimensionnement;

B : Réserve d'incendie;

X : Débit maximal journalier.

$$\frac{|A^+_{\max} + A^-_{\max}|}{100} \times Q_{\max j} + V_{\text{inc}}$$

Les volumes A^+_{\max} et A^-_{\max} sont respectivement les excès et les déficits lors des différentes heures de la journée.

V_{inc} : Volume d'incendie, égale à 120m^3 .

V.5.2. Méthode graphique :

On se base sur le même principe que la méthode analytique, à la différence que cette fois nous allons faire le cumul de la production et celui de la consommation et faire après une comparaison graphique. Le volume du réservoir est donné par la somme des valeurs absolues des deux plus grands écarts entre les deux courbes (le plus grand écart positif et le plus grand écart négatif).

Chapitre V : Réservoir

Cette méthode permet aussi de déterminer l'heure du démarrage de la pompe au cas d'un fonctionnement discontinu.

$$V = \frac{(d + d')}{100} \times Q_{maxj} + V_{inc}$$

Avec :

- V : Volume du réservoir (m³).
- $(d + d')$: écarts maximaux entre les deux courbes.
- Q_{jmax} : Débit maximal journalier (m³/j).
- V_{inc} : Réserve d'incendie généralement estimé à 120m³.

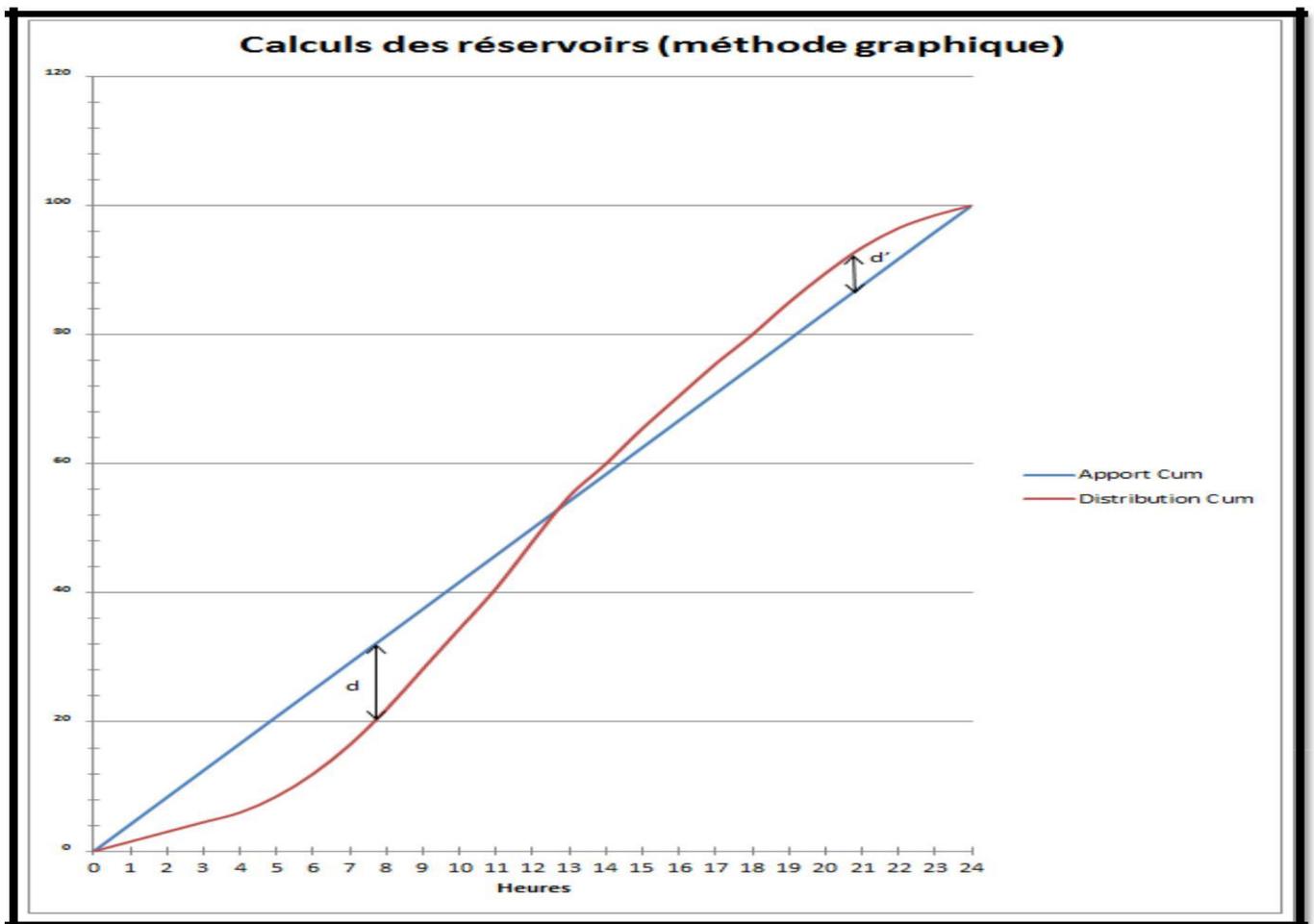


Figure V. 2.Représentation graphique de la consommation et l'apport

Tableau V 1. Pourcentages de la consommation en fonction du nombre d'habitants (Cours d'AEP4^{eme} Pr. B.SALAH)

Heures	Nombre d'habitants				
	Habitants \leq 10 ⁴	(10 001 à 50 000)	(50 001 à 100 000)	>100 000	Centre rural
0-1	1.00	1.50	3.00	3.35	0.75
1-2	1.00	1.50	3.20	3.25	0.75
2-3	1.00	1.50	2.50	3.30	1.00
3-4	1.00	1.50	2.60	3.20	1.00
4-5	2.00	2.50	3.50	3.25	3.00
5-6	3.00	3.50	4.10	3.40	5.50
6-7	5.00	4.50	4.50	3.85	5.50
7-8	6.50	5.50	4.90	4.45	5.50
8-9	6.50	6.25	4.90	5.20	3.50
9-10	5.50	6.25	5.60	5.05	3.50
10-11	4.50	6.25	4.80	4.85	6.00
11-12	5.50	6.25	4.70	4.60	8.50
12-13	7.00	5.00	4.40	4.60	8.50
13-14	7.00	5.00	4.10	4.55	6.00
14-15	5.50	5.50	4.20	4.75	5.00
15-16	4.50	6.00	4.40	4.70	5.00
16-17	5.00	6.00	4.30	4.65	3.50
17-18	6.50	5.50	4.10	4.35	3.50
18-19	6.50	5.00	4.50	4.40	6.00
19-20	5.00	4.50	4.50	4.30	6.00
20-21	4.50	4.00	4.50	4.30	6.00
21-22	3.00	3.00	4.80	4.20	3.00
22-23	2.00	2.00	4.60	3.75	3.00
23-24	1.00	1.50	3.30	3.70	1.00
Total	100%	100%	100%	100%	100%

V.6. Calcul de capacité des réservoirs :

Tableau V 2. Calcul de la capacité du réservoir à l'horizon 2045

Heures	Consommation	Apport	Arrivée	Départ	Capacité horaire du réservoir
0 à 1	1,5	4,17	2,67		8,77
1 à 2	1,5	4,17	2,67		11,44
2 à 3	1,5	4,17	2,67		14,11
3 à 4	1,5	4,17	2,67		16,78
4 à 5	2,5	4,17	1,67		18,45
5 à 6	3,5	4,17	0,67		19,12
6 à 7	4,5	4,17		-0,33	18,79
7 à 8	5,5	4,17		-1,33	17,46
8 à 9	6,25	4,17		-2,08	15,38
9 à 10	6,25	4,17		-2,08	13,30
10 à 11	6,25	4,17		-2,08	11,22
11 à 12	6,25	4,17		-2,08	9,14
12 à 13	5	4,17		-0,83	8,31
13 à 14	5	4,17		-0,83	7,48
14 à 15	5,5	4,17		-1,33	6,15
15 à 16	6	4,17		-1,83	4,32
16 à 17	6	4,17		-1,83	2,49
17 à 18	5,5	4,17		-1,33	1,16
18 à 19	5	4,17		-0,83	0,33
19 à 20	4,5	4,17		-0,33	0,00
20 à 21	4	4,15	0,15		0,15
21 à 22	3	4,15	1,15		1,30
22 à 23	2	4,15	2,15		3,45
23 à 24	1,5	4,15	2,65		6,10
TOTAL %	100	100			

Chapitre V : Réservoir

- Temps de pompage = 24/24h
- Apport : 100 / le temps de pompage = 4.17

- Le nombre d'habitants à l'horizon 2045 est de **17796** habitants.

- $Q_{jmax} = 3831,9 \text{ m}^3/\text{j}$.

$$V_{res}=852.65\text{m}^3$$

V.7. Besoin en stockage et bilan de comparaison :

Tableau V 3. Le déficit en stockage à la ville de BOUCHRAHIL

Horizon	Long terme 2045
Q max j (m^3/j)	3831.9
Stockage actuel (m^3)	580
Besoins en stockage (m^3)	853
Déficit (m^3/j)	273

Avec l'utilisation du réservoir **R500 m³**, on peut satisfaire largement ce déficit en stockage pour la ville de bouchrahil

On aura un volume de stockage : **V = 1080 m³**.

V.8 Station de pompage :

V.8.1 Capacité et Dimensionnement de la bête de reprise :

Sa capacité est prévue pour un fonctionnement de 2 heures en cas d'arrêt d'alimentation de ce réservoir par l'ouvrage de prise donc la capacité de la bête de reprise V_r (m^3) sera :

$$V_r = Q_{jmax} \times T$$

Avec :

$$T = 2h = 7200s$$



Figure V. 3. réservoir projeté de la station de pompage (extrait d'une image satellitaire)

V.8.2 Calcul de volume de la bête :

On a :

$$Q_{jmax} = 3831.9 m^3/j = 0,04435 m^3/s$$

$$\text{Alors : } V_{br} = 0.004435 \times 7200 = 319.325 m^3$$

Le volume choisi est de $\longrightarrow V_{br} = 350 m^3$

V.8.3 Forme des réservoirs :

Ce qui concerne la forme de réservoir, on opte pour la forme circulaire puisque le volume est inférieur à **10000 m³**.

La hauteur de l'eau dans la cuve est comprise entre **3** et **6 m** en moyenne, toutefois, les réservoirs de grande capacité des agglomérations importantes peuvent présenter des hauteurs d'eau comprise entre **7** et **10 m**.

 Le diamètre D de la cuve : $D = \sqrt{\frac{4 \times Vt}{\pi \times h}}$

 Réévaluation de la hauteur d'eau h : $h = \frac{4 \times Vt}{\pi \times D^2}$

 La section de la cuve : $S = \frac{Vt}{h}$

 La hauteur totale du réservoir :

$$H = h + R$$

 La hauteur de la réserve d'incendie : $h_{inc} = \frac{V_{inc}}{s}$

Avec :

D: Diamètre de la cuve (**m**) ;

Vt : Volume totale du réservoir (**m**) ;

Vinc: Réserve d'incendie estimé à **120 m³** ;

R: Revanche (**m**).

Dimensionnement du réservoir station de pompage SIDI NAAMANE $V_t = 350 \text{ m}^3$

-Le diamètre D de la cuve :

$$D=12.5\text{m}$$

-Réévaluation de la hauteur d'eau h :

$$h=2.9 \text{ m}$$

-La section de la cuve :

$$S=120 \text{ m}^3$$

La hauteur totale du réservoir :

En plus de la hauteur utile optimale d'eau dans la cuve, il faut prévoir un espace appelé revanche ou matelas d'air d'une épaisseur variant de **0,25 à 1m**, au-dessus du plan d'eau.

On prend: $R = 0,50 \text{ m}$

$$\text{AN: } H = +R = 2,90 + 0,50 = 3,40 \text{ m}$$

$$H = 3,40 \text{ m}$$

La hauteur de la réserve d'incendie :

$$h_{\text{inc}} = 1\text{m}$$

V.9 Equipements des réservoirs :

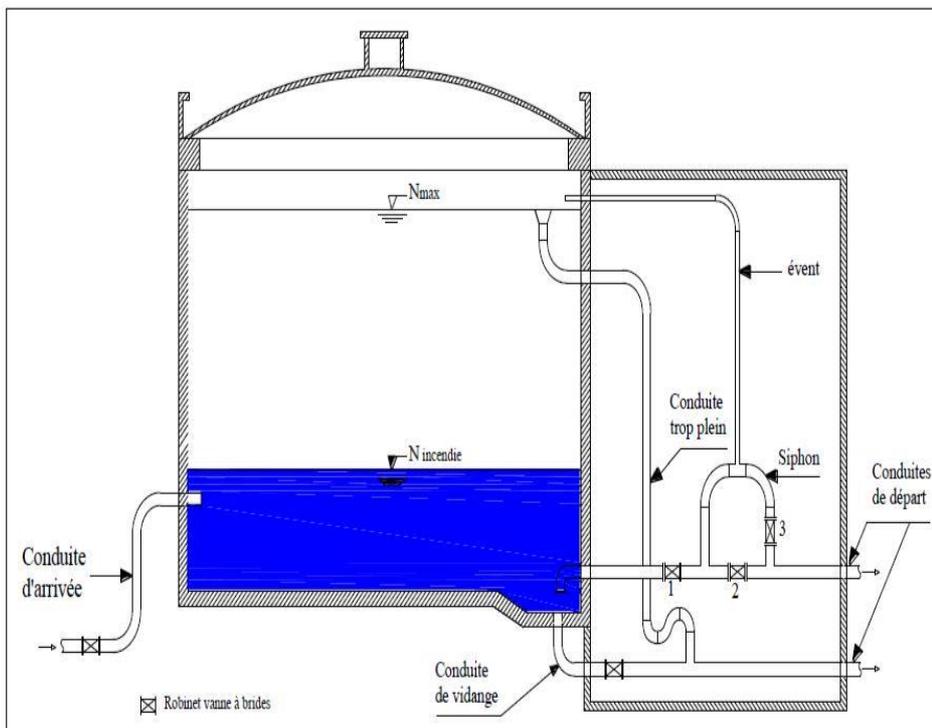


Figure V. 4.Coupe transversale d'un réservoir

V.9.1 Conduite d'adduction ou d'arrivée :

L'arrivée de l'eau dans un réservoir peut être placée soit à son fond soit à la partie supérieure ou même déversée au-dessus de la surface libre dans celui-ci.

La conduite est munie d'un flotteur à son arrivée, afin d'arrêter la pompe dans le cas de l'adduction par refoulement, où il ferme le robinet dans le cas d'adduction gravitaire.

✚ **Par le haut :** soit avec chute libre soit en plongeant la conduite de façon à ce que son extrémité soit toujours noyée. Le premier cas provoque une oxygénation de l'eau mais il libère facilement le gaz carbonique dissous et par suite il favorise l'entartrage du réservoir et des conduites.

✚ **Par le bas :** soit par le bas à travers les parois du réservoir soit par le fond à travers le radier.

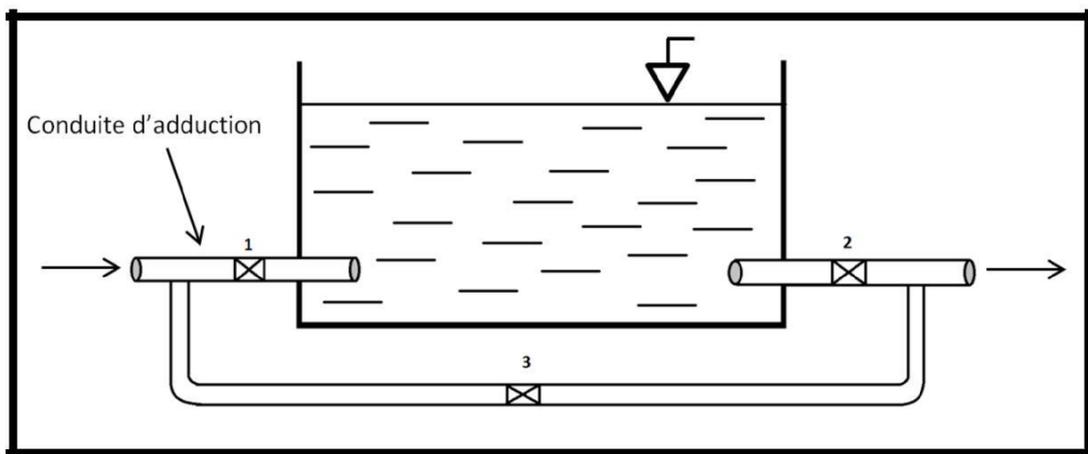


Figure V. 5. Conduite d'adduction

V.9.2 Conduite de distribution ou de départ :

Le départ de la conduite de distribution s'effectue à 0,15 ou 0,20 m au-dessus du radier et cela pour éviter l'introduction dans la distribution des boues ou des sables décantés. La conduite de distribution doit être munie à son origine d'une crépine afin d'éviter la pénétration des dépôts dans la conduite. Pour éviter la pénétration d'air en cas d'abaissement maximal du plan d'eau, nous réservons un minimum de 0,5 m au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite. Pour pouvoir isoler le réservoir en cas d'accident, un robinet vanne est installé sur le départ de la conduite. Aussi, il y'a lieu de rendre automatique la fermeture du robinet en utilisant une vanne papillon à commande hydraulique qui se mettra en marche dès qu'une surtension se manifestera dans la conduite.

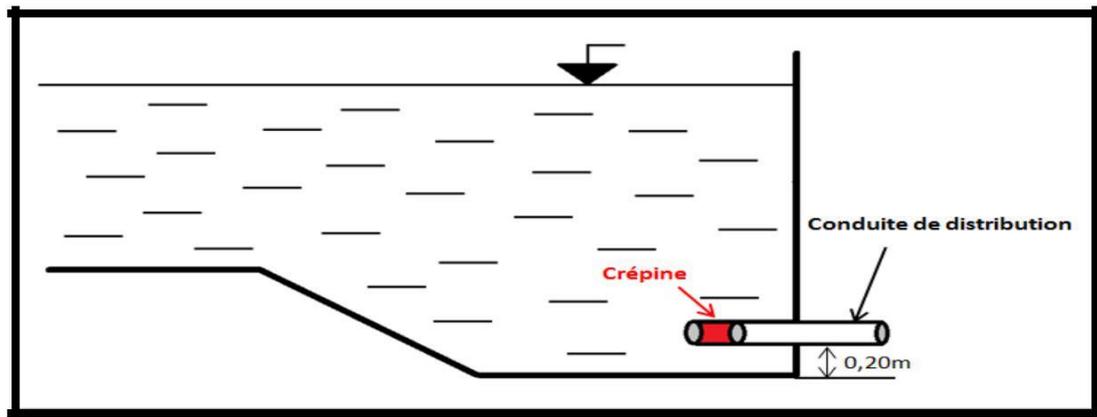


Figure V. 6. Conduite de distribution

V.9.3 Conduite de trop-plein :

C'est une conduite qui assure l'évacuation du débit d'adduction excédentaire lors de l'atteinte d'un niveau maximal dans le réservoir. Cette conduite ne doit pas comporter de

robinet sur son parcours et son extrémité doit être en forme de siphon afin d'éviter l'introduction de certains corps nocifs dans la cuve.

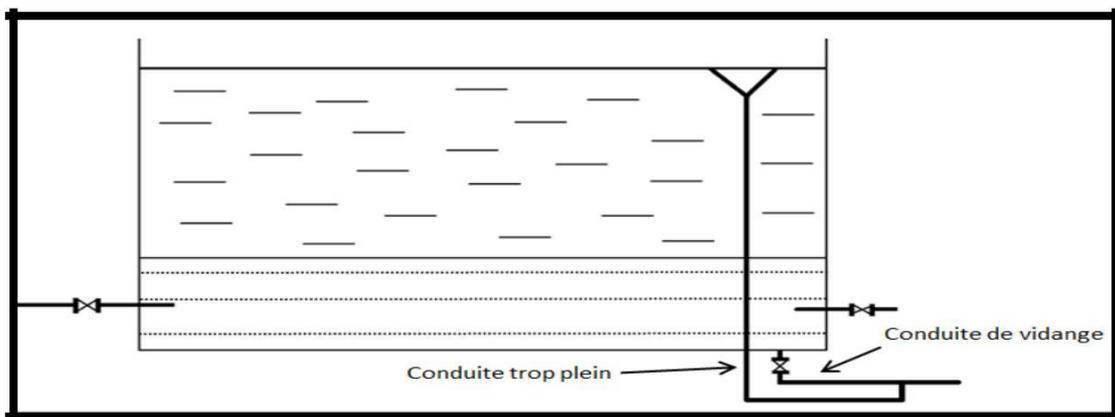


Figure V. 7. Conduite de trop-plein

V.9.4 Conduite de vidange :

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

V.9.5 Conduite by-pass :

C'est un tronçon de conduite qui assure la continuité de la distribution en cas des travaux de maintenance ou dans le cas de vidange de la cuve. Il relie la conduite d'adduction avec celle de distribution.

La communication entre ces deux conduites s'effectue selon la figure (III.9) en marche normal les vannes (1) et (2) sont ouvertes, et la vanne (3) est fermée, en by-pass, on ferme (1) et (2) et on ouvre (3).

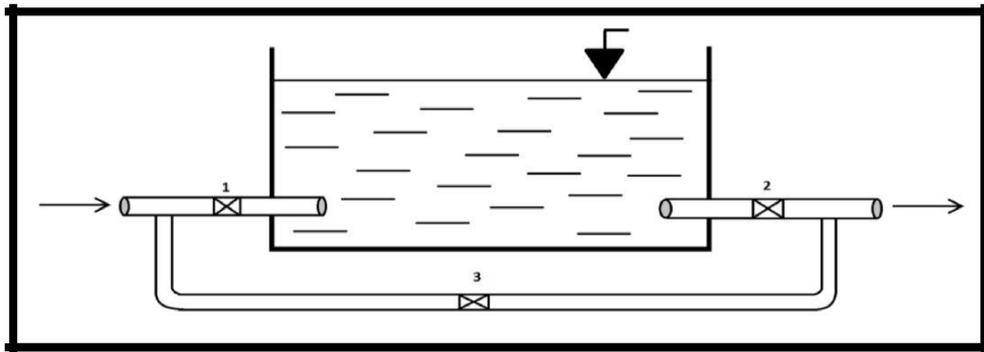


Figure V. 8. Conduite By-pass

V.9.6 Matérialisation de la réserve d'incendie :

La réserve d'incendie doit être toujours disponible afin de répondre aux besoins urgents dus aux éventuels sinistres (incendies).

Pour éviter que la réserve d'incendie puisse passer dans la distribution nous adopterons un dispositif qui est schématisé dans la figure

10 et qui fonctionne de la manière suivante :

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

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

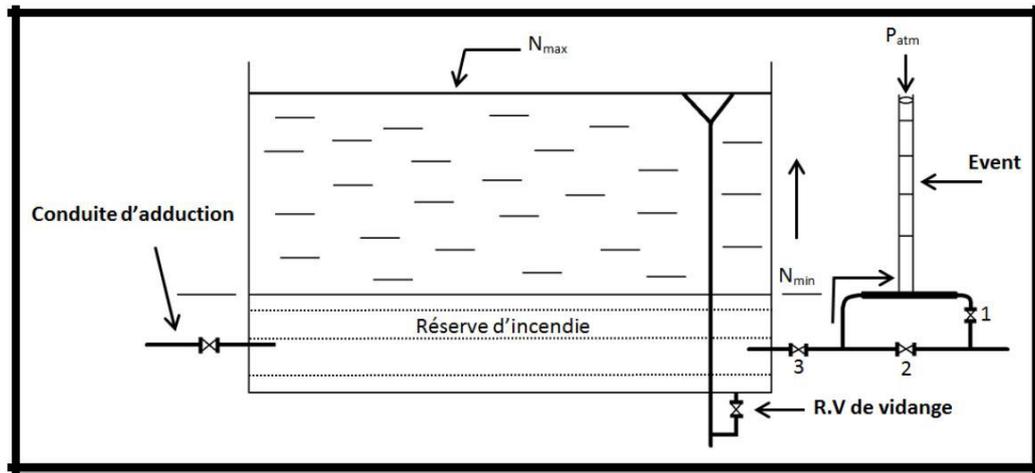


Figure V. 9. Matérialisation de la réserve d'incendie

Conclusion

Le réservoir constitue un maillon important et faible en même temps dans les infrastructures d'alimentation en eau potable. Il convient donc de bien les concevoir et de bien les réaliser afin qu'ils remplissent toutes les fonctions requises d'une manière durable.

Dans ce chapitre nous avons déterminé la capacité et la dimension des différents types de réservoir, qui permettent le bon fonctionnement du réseau d'adduction et garantissant l'alimentation en eau potable des localités au cours de la journée.

Introduction :

La tâche principale de l'ingénieur, consiste à évaluer les volumes d'eau à fournir à une agglomération pour satisfaire à ses besoins actuels et à venir. En plus, de la consommation elle-même, rappelons, qu'il doit tenir compte des divers besoins domestiques, industriels, et commerciaux, ainsi que la protection contre les incendies. C'est en se fondant, sur de telles informations qu'il doit concevoir un réseau de distribution approprié.

Un réseau de distribution d'eau comporte divers types de conduites, qu'on classe selon leurs fonctions et, en pratique, selon leurs diamètres : les conduites principales, les conduites secondaires et les conduites locales.

VI.1. Types de réseaux :

L'eau est distribuée aux consommateurs par des réseaux de conduites locaux, à l'intérieure de la zone alimenté. Les principaux éléments d'un réseau de distribution sont les conduites, les branchements et les pièces spéciales (coudes, raccordements, vannes, compteurs ...etc.).

Les conduites de distribution doivent suivre les rues de la ville et être posées en terre, généralement sous le trottoir.

Selon les liaisons entre les différents tronçons de distribution, on distingue généralement deux types de réseaux : **réseaux ramifiés** et **réseaux mailles**.

VI.1.1. Les réseaux ramifiés :

On les appelle ainsi en raison de leur structure arborescent .Ce genre de réseau est fréquemment utilisé dans les petites agglomérations rurales. La caractéristique du réseau ramifié est que l'eau circule dans toute la canalisation et dans un seul sens (des conduites principales vers les conduites secondaires puis vers les conduites tertiaires...). De ce fait, chaque point de réseau n'est alimenté en eau que d'un seul côté. Le coût de l'installation de ce type de réseau est faible.

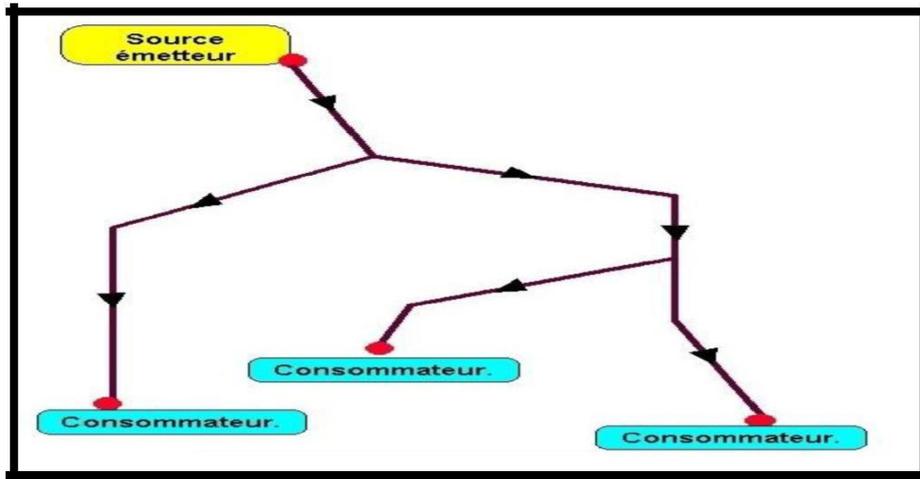


Figure VI 1.Schéma d'un réseau ramifié

VI.1.2. Les réseaux maillés :

Le réseau maille dérive du réseau ramifié par connexion des extrémités des conduites généralement jusqu'au niveau des conduites tertiaires, permettant ainsi une alimentation de retour. De ce fait, chaque point du réseau peut être alimenté en eau de deux ou plusieurs cotés. Les ruelles sont toujours alimentées par des ramifications. Ce type de réseaux présente les avantages suivants : plus de sécurité dans l'alimentation car en cas de rupture d'une conduite, il suffit de l'isoler. Par ailleurs, tous les abonnés situés à l'aval sont alimenté par les autres conduites avec l'avantage d'une répartition plus uniforme des pressions et des débits dans tout le réseau. Cependant, son calcul est plus complexe et le prix de revient beaucoup plus élevé.

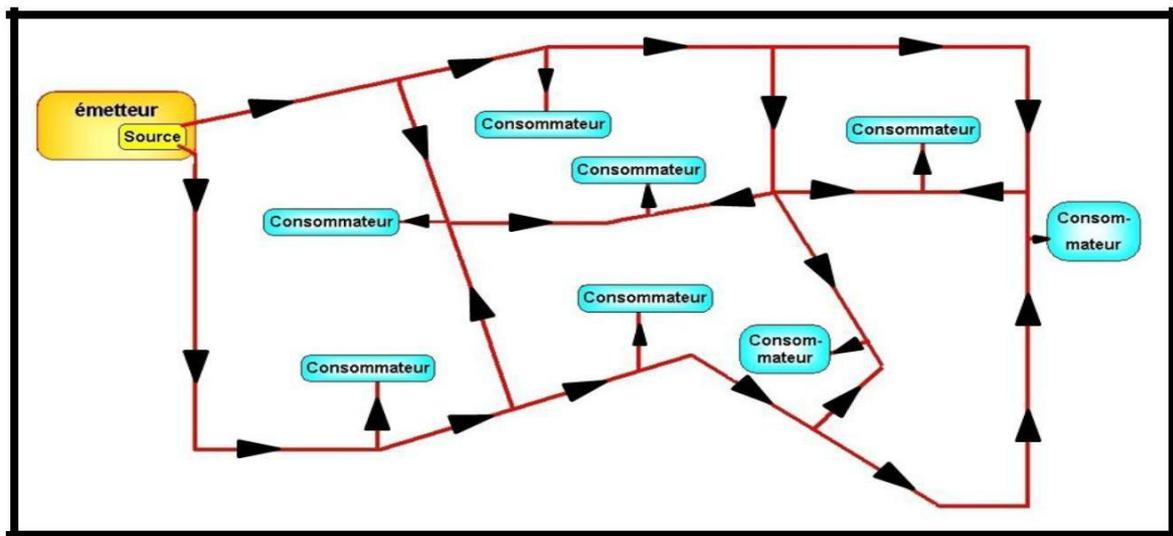


Figure VI 2.Schéma d'un réseau maillé

Chapitre VI : Réseau de distribution

VI.1.3. Autres types de réseaux :

Le réseau mixte :

C'est un réseau maillé comportant, en cas de besoin, quelques ramifications permettant d'alimenter certaines zones isolées de la ville (zones industrielles ou zones rurales).

Le réseau étagé :

Dans le cas d'un relief accidenté la différence de niveau entre les points les plus hauts et les plus bas est remarquablement élevée, c'est à dire, lorsqu'une pression minimale est assurée pour les points de l'amont les points de l'aval se retrouvent sous de très importantes pressions. Dans ce cas la solution du réseau en zones étagées s'impose.

Le réseau à alimentations distinctes : réseau d'eau potable et réseau d'eau non potable.

En général, le réseau maillé alimente une zone urbaine et le réseau ramifié alimente une zone rurale. En irrigation, il y a uniquement utilisation du réseau ramifié.

VII.2. Choix du type de réseau :

Le réseau de distribution de notre site sera principalement constitué de mailles et comprendra des ramifications, donc le réseau choisi est de type mixte.

VII.3. Choix du matériau des conduites :

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

En ce qui concerne les conduites de distribution, on utilise généralement des tuyaux en font et en matière plastique.

VII.3.1. Tuyaux en fonte :

La fonte est le matériau favori pour l'établissement des conduites enterrées. La longueur utile des tuyaux est de 6m. Tous les diamètres sont disponibles, de 0.060m jusqu'à 1.250m. La pression de service varie de 40 à 60 bars. Ces tuyaux ont une rugosité de 0.1mm.



Figure VI 3. Tuyaux en fonte

VII.3.2. Tuyaux en matière plastique :

On distingue les tuyaux rigides et les tuyaux semi-rigides :

Tuyaux rigides :

Sont en "Polychlorure de Vinyle non plastifié" (**PVC**). Ils sont fabriqués par longueurs de 5 à 6 m et en 3 classes de pression : 6,10 et 16 bars.

Les tuyaux semi-rigides :

Sont en polyéthylène à haute densité (**PEHD**) et se présentent sous forme de couronnes de 25, 50 et 100 m de longueur. Ils sont de plus en plus utilisés à cause de leurs avantages : très souples, très légers, faciles à poser, de faible rugosité.



Figure VI 4. Tuyaux en PEHD

Chapitre VI : Réseau de distribution

Le Tableau suivant résume les avantages et les inconvénients de chaque matériau.

Tableau VI 1. Avantages et Inconvénients des tuyaux selon leur matériau

Matériau	Avantages	Inconvénients
Fonte ductile	<ul style="list-style-type: none">- Certaine résistance à la corrosion.- Bonne sureté contre les ruptures.- Capacité de dilatation.- Technique de pose économique et sans problème.	<ul style="list-style-type: none">- plus sensible que la fonte grise aux courants vagabonds et les sols agressifs.
Tuyaux en PVC	<ul style="list-style-type: none">- Bonne résistance à la corrosion.- Disponible sur le marché.- pose de canalisation facile.	<ul style="list-style-type: none">- Risque de rupture.
Tuyaux en PEHD	<ul style="list-style-type: none">- Apte à prendre en charge de grandes pressions.- incorrodable- pose par soudure électrique sans contraintes.- Longévitité de la conduite	<ul style="list-style-type: none">- prix de revient relativement élevé car nécessite beaucoup de pièces spéciales.

D'après ce qu'il précède le PEHD est le matériau approprié pour la réalisation de notre projet.

Chapitre VI : Réseau de distribution

VI.4. Méthode d'alimentation des réseaux :

Il existe trois méthodes d'alimentation des réseaux :

Distribution gravitaire : s'effectue par gravité.

Pompage direct : s'effectue par pompage uniquement.

Pompage combiné : distribution mixte.

Dans le cas de l'alimentation en eau potable du Centre-ville de BOUCHRAHIL, la distribution est uniquement gravitaire.

VI.5. Conception d'un réseau :

Plusieurs facteurs sont à prendre en considération lors de la conception du réseau :

L'emplacement du quartier ;

L'emplacement des consommateurs principaux ;

Le relief ;

Le souci d'assurer un service souple et régulier.

VI.6. Principe de tracé du réseau maillé :

Un certains nombres de conditions sont à respecter :

-Choisir le lieu de consommation principale ;

-Déterminer le sens principal de masse ou des quantités totales d'eau ;

-Le tracé doit être effectué suivant le plan de la voirie ;

-Tracer les conduites maîtresses à travers les quartiers sur lesquelles il faut prévoir les lignes secondaires.

VI.7.Hypothèses de calcul :

VI.7.1. Le débit :

Lors de la conception d'un réseau d'eau potable, la propriété absolue doit être accordée au maintien de la qualité de l'eau distribuée, celui-ci, doit être conçu de façon à éviter toute pollution. Dans cette logique, la défense contre l'incendie n'est qu'un objectif complémentaire des réseaux d'eau potable. En effet, le surdimensionnement des conduites secondaires risque de mal assurer la circulation de l'eau en distribution normale (hors incendie) et entraîne de surcroît des dépenses excessives pour les collectivités, et ce à plus forte raison dans les agglomérations rurales où les besoins des services d'incendie dépassent largement la consommation normale. Pour ces raisons, nous gardons les mêmes diamètres pour les deux cas.

Les conduites de distribution doivent pouvoir transiter les plus forts débits. Le calcul hydraulique des canalisations se fait donc avec le débit de pointe (pendant l'heure de pointe). Il faut aussi vérifier le comportement du réseau de distribution en cas d'incendie (heure de pointe + incendie). Le débit d'incendie à prévoir au point le plus défavorable du réseau est de 60 m³/h (soit 17 l/s). On tient compte de plusieurs incendies en même temps dans le cas d'une grande ville ou d'une agglomération à haut risque d'incendie.

VI.7.2. Choix du diamètre :

Dans les tronçons sur lesquels il est prévu l'installation de bouches d'incendie, le diamètre minimal est de 0,100 m. On utilise rarement le diamètre 0,080 m.

La vitesse de l'eau dans le diamètre choisi d'un tronçon de distribution quelconque est entre 0,50 et 2 m/s. Les vitesses inférieures à 0,5 m/s favorisent les dépôts solides dans les canalisations. Les vitesses supérieures à 1,20m/s risquent de favoriser les fuites et les coups de bélier, et de créer des phénomènes de cavitation et des bruits.

En cas d'incendie, on accepte généralement des vitesses atteignant 2,50m/s.

Chapitre VI : Réseau de distribution

VI.7.3. La pression :

Le réseau doit satisfaire les conditions de pression suivantes :

Une charge minimale de 3 m doit être prévue sur les orifices de puisage (robinets) les plus élevés, et de 5 m pour un chauffe-eau à gaz.

En vue de la bonne tenue des canalisations et des joints (limitation des fuites et des bruits), il faut éviter des pressions supérieures à 80 m. Si, néanmoins, de telles pressions devaient se manifester, il faut prévoir des réducteurs de pression sur le réseau (brise charge) ou une distribution étagée.

Ainsi, le réseau doit être calculé pour fournir les pressions au sol suivant, selon la hauteur des immeubles (en mètre d'eau) :

- 12 à 15 m pour 1 étage ;
- 16 à 19 m pour 2 étages ;
- 20 à 23 m pour 3 étages ;
- 24 à 27 m pour 4 étages ;
- 29 à 32 m pour 5 étages ;
- 33 à 36 m pour 6 étages ;
- 37 à 40 m pour 7 étages.

Pour les immeubles plus élevés, les utilisateurs auront à installer un des groupes compresseurs dans les sous-sols.

Les canalisations équipées de bouches d'incendie doivent pouvoir fournir, en cas d'incendie, une pression minimale au sol de 10 m, en tout point du réseau de distribution.

Afin de déterminer avec précision les pressions au sol à fournir dans notre réseau, nous prendrons une moyenne de 3,5 m par étage à laquelle on ajoute 10 m.

VI.8. Calcul des débits du réseau maillé :

La détermination des débits dans le réseau maillé s'effectue de la manière suivante :

- Détermination de la longueur de chaque tronçon du réseau maillé ;
- Calcul des débits de route pendant les heures considérées (l'heure de pointe et l'heure d'incendie) ;
- Détermination du débit spécifique en considérant les débits en route ;
- Détermination des débits supposés concentrés aux nœuds.

Chapitre VI : Réseau de distribution

VI.8.1. Procédure de calcul :

VI.8.1.1. Détermination des longueurs des tronçons du réseau :

Une fois le réseau tracé selon le plan de la voirie, nous déterminerons les différentes longueurs des tronçons le constituant.

VI.8.1.2. Détermination des débits en route

Le débit en route se définit comme étant le débit réparti uniformément le long d'un tronçon de réseau sans prendre en compte les conduites qui relient les ouvrages de stockage au réseau. Il est calculé par la formule suivante :

$$\sum Q_r = Q_p - \sum Q_{conc}$$

Où :

Q_p : Débit de pointe ;

$\sum Q_r$: Somme des débits en route ;

$\sum Q_{conc}$: Somme des débits concentrés.

VI.8.1.3. Détermination du débit spécifique :

Le débit spécifique est défini comme étant le rapport entre le débit en route et la somme des longueurs des tronçons du réseau.

$$Q_{sp} = \frac{\sum Q_r}{\sum L_i}$$

VI.8.1.4. Détermination des débits aux nœuds :

Le calcul des débits aux nœuds s'effectue après calculer les débits en route pour chaque tronçon (Q_{ri}) en suivant les étapes suivantes :

$$Q_{ri} = Q_{sp} \times L_i$$

$$Q_{nd} = 0.5 \times \sum (Q_{ri} + Q_{cons})$$

Chapitre VI : Réseau de distribution

Où :

Q_{ri} : Débit de tronçon ;

Q_{sp} : Débit spécifique ;

L_i : Longueurs de tronçon ;

Q_{nd} : Débit au nœud;

$\sum Q_{ri}$: Somme des débits des tronçons convergent au même nœud;

Q_{conc} : somme des débits concentré

VI.9 Calculs :

VI.9 .1La ville de bouchrahil (cas de point) :

Tableau VI 2.Débits de calcul de la ville (cas de pointe)

cas de point	$Q_{cons\ de\ Pointe}\ (l/s)$	77.6
	$Q_{conc}\ (l/s)$	-
	$Q_{route}\ (l/s)$	77.6
	$\Sigma L_i\ (m)$	13298.62
	$Q_{sp}\ (l/s/m)$	0,00583594

Chapitre VI : Réseau de distribution

VI.9.1.1. Détermination des débits aux nœuds :

Tableau VI 3.calcul des débits aux nœuds

Id Nœud	Tronçons	Longueur	Q Sp	Q route	Σ Q route	Q Nodal
		ml	l/s/ml	l/s	l/s	l/s
1	Tronçon 01-02	1351,00	0	0	0,00	0,00
	Tronçon R2-1	5,00	0	0		
2	Tronçon 02-03	350,50	0,00585324	2,05156024	2,31	1,15
	Tronçon 02-74	43,78	0,00585324	0,2562548		
	Tronçon 01-02	1351,00	0	0		
3	Tronçon 03-27	56,22	0,00585324	0,32906909	4,27	2,13
	Tronçon 03-04	141,60	0,00585324	0,82881863		
	Tronçon 03-81	181,00	0,00585324	1,05943624		
	Tronçon 02-03	350,50	0,00585324	2,05156024		
4	Tronçon 03-04	141,60	0,00585324	0,82881863	2,13	1,06
	Tronçon 04-05	114,50	0,00585324	0,67019585		
	Tronçon 04-06	107,00	0,00585324	0,62629656		
5	Tronçon 04-05	114,50	0,00585324	0,67019585	0,67	0,34
6	Tronçon 06-29	42,15	0,00585324	0,24671402	0,96	0,48
	Tronçon 04-06	107,00	0,00585324	0,62629656		
	Tronçon 06-07	15,63	0,00585324	0,09148612		
7	Tronçon 07-08	160,10	0,00585324	0,93710355	1,94	0,97
	Tronçon 06-07	15,63	0,00585324	0,09148612		
	Tronçon 07-33	155,90	0,00585324	0,91251995		
8	Tronçon 07-08	160,10	0,00585324	0,93710355	1,64	0,82
	Tronçon 08-09	105,20	0,00585324	0,61576073		
	Tronçon 08-10	15,04	0,00585324	0,08803271		
9	Tronçon 08-09	105,20	0,00585324	0,61576073	0,62	0,31

Chapitre VI : Réseau de distribution

10	Tronçon 10-11	50,18	0,00585324	0,29371553	0,74	0,37
	Tronçon 10-12	60,49	0,00585324	0,35406242		
	Tronçon 08-10	15,04	0,00585324	0,08803271		
11	Tronçon 10-11	50,18	0,00585324	0,29371553	0,29	0,15
12	Tronçon 10-12	60,49	0,00585324	0,35406242	1,94	0,97
	Tronçon 12-13	106,90	0,00585324	0,62571124		
	Tronçon 13-12	164,40	0,00585324	0,96227248		
13	Tronçon 13-14	93,99	0,00585324	0,55014592	2,14	1,07
	Tronçon 12-13	106,90	0,00585324	0,62571124		
	Tronçon 13-12	164,40	0,00585324	0,96227248		
14	Tronçon 13-14	93,99	0,00585324	0,55014592	1,14	0,57
	Tronçon 14-15	39,58	0,00585324	0,2316712		
	Tronçon 14-20	60,90	0,00585324	0,35646225		
15	Tronçon 14-15	39,58	0,00585324	0,2316712	2,38	1,19
	Tronçon 15-16	231,80	0,00585324	1,35678078		
	Tronçon 15-19	135,30	0,00585324	0,79194322		
Id Nœud	Tronçons	Longueur	Q Sp	Q route	Σ Q route	Q Nodal
		ml	l/s/ml	l/s	l/s	l/s
16	Tronçon 15-16	231,80	0,00585324	1,35678078	2,39	1,19
	Tronçon 16-17	68,93	0,00585324	0,40346376		
	Tronçon 16-18	107,10	0,00585324	0,62688189		
17	Tronçon 16-17	68,93	0,00585324	0,40346376	0,40	0,20
18	Tronçon 16-18	107,10	0,00585324	0,62688189	0,63	0,31
19	Tronçon 15-19	135,30	0,00585324	0,79194322	0,79	0,40
Suite du Tableau 20	Tronçon 14-20	60,90	0,00585324	0,35646225	1,53	0,77
	Tronçon 20-22	134,00	0,00585324	0,78433401		

Chapitre VI : Réseau de distribution

	Tronçon 20-21	66,58	0,00585324	0,38970865		
21	Tronçon 20-21	66,58	0,00585324	0,38970865	0,39	0,19
22	Tronçon 20-22	134,00	0,00585324	0,78433401	1,82	0,91
	Tronçon 22-23	42,49	0,00585324	0,24870412		
	Tronçon 22-26	47,50	0,00585324	0,27802885		
	Tronçon 22-37	87,24	0,00585324	0,51063656		
23	Tronçon 22-23	42,49	0,00585324	0,24870412	0,70	0,35
	Tronçon 25-23	23,00	0,00585324	0,13462449		
	Tronçon 23-24	54,35	0,00585324	0,31812353		
24	Tronçon 23-24	54,35	0,00585324	0,31812353	0,32	0,16
25	Tronçon 25-23	23,00	0,00585324	0,13462449	0,13	0,07
26	Tronçon 22-26	47,50	0,00585324	0,27802885	0,28	0,14
27	Tronçon 27-39	23,30	0,00585324	0,13638047	1,43	0,71
	Tronçon 03-27	56,22	0,00585324	0,32906909		
	Tronçon 27-28	164,10	0,00585324	0,9605165		
28	Tronçon 28-39	168,60	0,00585324	0,98685608	3,59	1,80
	Tronçon 28-43	104,50	0,00585324	0,61166347		
	Tronçon 28-29	40,22	0,00585324	0,23541727		
	Tronçon 28-42	136,40	0,00585324	0,79838179		
	Tronçon 27-28	164,10	0,00585324	0,9605165		
29	Tronçon 28-29	40,22	0,00585324	0,23541727	0,97	0,49
	Tronçon 06-29	42,15	0,00585324	0,24671402		
	Tronçon 29-30	84,10	0,00585324	0,49225739		
30	Tronçon 29-30	84,10	0,00585324	0,49225739	1,06	0,53
	Tronçon 30-31	26,90	0,00585324	0,15745213		
	Tronçon 30-33	70,73	0,00585324	0,41399959		
31	Tronçon 30-31	26,90	0,00585324	0,15745213	0,93	0,47

Suite du Tableau

Chapitre VI : Réseau de distribution

	Tronçon 31-32	57,25	0,00585324	0,33509793		
	Tronçon 31-43	74,78	0,00585324	0,43770521		
32	Tronçon 31-32	57,25	0,00585324	0,33509793	0,34	0,17
33	Tronçon 33-35	77,42	0,00585324	0,45315776	2,76	1,38
	Tronçon 30-33	70,73	0,00585324	0,41399959		
	Tronçon 33-34	167,40	0,00585324	0,97983219		
	Tronçon 07-33	155,90	0,00585324	0,91251995		
34	Tronçon 35-34	139,20	0,00585324	0,81477086	2,25	1,13
	Tronçon 34-36	78,36	0,00585324	0,4586598		
	Tronçon 33-34	167,40	0,00585324	0,97983219		
35	Tronçon 33-35	77,42	0,00585324	0,45315776	1,60	0,80
	Tronçon 35-34	139,20	0,00585324	0,81477086		
	Tronçon 35-47	57,55	0,00585324	0,3368539		
36	Tronçon 34-36	78,36	0,00585324	0,4586598	1,73	0,87
	Tronçon 36-53	84,68	0,00585324	0,49565227		
	Tronçon 36-37	133,30	0,00585324	0,78023675		
37	Tronçon 37-38	91,06	0,00585324	0,53299593	1,82	0,91
	Tronçon 22-37	87,24	0,00585324	0,51063656		
	Tronçon 36-37	133,30	0,00585324	0,78023675		
38	Tronçon 37-38	91,06	0,00585324	0,53299593	0,53	0,27
39	Tronçon 27-39	23,30	0,00585324	0,13638047	1,34	0,67
	Tronçon 40-39	37,17	0,00585324	0,21756489		
	Tronçon 28-39	168,60	0,00585324	0,98685608		
40 Suite du Tableau	Tronçon 40-39	37,17	0,00585324	0,21756489	1,09	0,55
	Tronçon 40-55	62,05	0,00585324	0,36319347		
	Tronçon 40-41	87,56	0,00585324	0,5125096		
41	Tronçon 41-42	33,26	0,00585324	0,19467873	0,79	0,40

Chapitre VI : Réseau de distribution

	Tronçon 41-70	14,54	0,00585324	0,08510609		
	Tronçon 40-41	87,56	0,00585324	0,5125096		
42	Tronçon 42-43	62,06	0,00585324	0,36325201	1,36	0,68
	Tronçon 41-42	33,26	0,00585324	0,19467873		
	Tronçon 28-42	136,40	0,00585324	0,79838179		
43	Tronçon 28-43	104,50	0,00585324	0,61166347	1,69	0,85
	Tronçon 42-43	62,06	0,00585324	0,36325201		
	Tronçon 31-43	74,78	0,00585324	0,43770521		
	Tronçon 43-44	48,03	0,00585324	0,28113106		
44	Tronçon 45-44	48,24	0,00585324	0,28236024	1,10	0,55
	Tronçon 44-71	91,15	0,00585324	0,53352273		
	Tronçon 43-44	48,03	0,00585324	0,28113106		
45	Tronçon 45-46	24,01	0,00585324	0,14053627	1,11	0,56
	Tronçon 45-44	48,24	0,00585324	0,28236024		
	Tronçon 45-72	117,80	0,00585324	0,68951154		
46	Tronçon 46-72	51,87	0,00585324	0,3036075	0,91	0,46
	Tronçon 45-46	24,01	0,00585324	0,14053627		
	Tronçon 46-47	44,92	0,00585324	0,26292749		
	Tronçon 46-49	35,31	0,00585324	0,20667787		
47	Tronçon 35-47	57,55	0,00585324	0,3368539	0,88	0,44
	Tronçon 46-47	44,92	0,00585324	0,26292749		
	Tronçon 47-48	47,40	0,00585324	0,27744352		
Id Nœud	Tronçons	Longueur	Q Sp	Q route	ΣQ route	Q Nodal
		ml	l/s/ml	l/s	l/s	l/s
48 Suite du Tableau	Tronçon 48-54	14,49	0,00585324	0,08481343	0,60	0,30
	Tronçon 47-48	47,40	0,00585324	0,27744352		
	Tronçon 48-49	40,18	0,00585324	0,23518314		

Chapitre VI : Réseau de distribution

49	Tronçon 48-49	40,18	0,00585324	0,23518314	0,78	0,39
	Tronçon 46-49	35,31	0,00585324	0,20667787		
	Tronçon 49-50	57,90	0,00585324	0,33890253		
50	Tronçon 50-51	125,80	0,00585324	0,73633745	1,54	0,77
	Tronçon 50-52	80,21	0,00585324	0,46948829		
	Tronçon 49-50	57,90	0,00585324	0,33890253		
51	Tronçon 51-52	28,35	0,00585324	0,16593932	1,51	0,76
	Tronçon 51-53	104,40	0,00585324	0,61107814		
	Tronçon 50-51	125,80	0,00585324	0,73633745		
52	Tronçon 51-52	28,35	0,00585324	0,16593932	1,02	0,51
	Tronçon 52-54	65,16	0,00585324	0,38139705		
	Tronçon 50-52	80,21	0,00585324	0,46948829		
53	Tronçon 53-54	108,80	0,00585324	0,63683239	1,74	0,87
	Tronçon 36-53	84,68	0,00585324	0,49565227		
	Tronçon 51-53	104,40	0,00585324	0,61107814		
54	Tronçon 53-54	108,80	0,00585324	0,63683239	1,10	0,55
	Tronçon 48-54	14,49	0,00585324	0,08481343		
	Tronçon 52-54	65,16	0,00585324	0,38139705		
55	Tronçon 55-56	39,09	0,00585324	0,22880311	0,96	0,48
	Tronçon 55-70	63,48	0,00585324	0,37156361		
	Tronçon 40-55	62,05	0,00585324	0,36319347		
56	Tronçon 56-68	63,08	0,00585324	0,36922231	0,96	0,48
	Tronçon 55-56	39,09	0,00585324	0,22880311		
	Tronçon 57-56	62,12	0,00585324	0,3636032		
57	Tronçon 57-56	62,12	0,00585324	0,3636032	0,92	0,46
	Tronçon 57-59	41,77	0,00585324	0,24448979		
	Tronçon 57-58	53,63	0,00585324	0,3139092		

Suite du Tableau
Chapitre VI : Réseau de distribution

58	Tronçon 57-58	53,63	0,00585324	0,3139092	0,31	0,16
59	Tronçon 57-59	41,77	0,00585324	0,24448979	1,24	0,62
	Tronçon 59-60	69,81	0,00585324	0,40861461		
	Tronçon 59-61	99,46	0,00585324	0,58216314		
60	Tronçon 59-60	69,81	0,00585324	0,40861461	0,41	0,20
61	Tronçon 61-104	33,57	0,00585324	0,19649323	0,89	0,45
	Tronçon 59-61	99,46	0,00585324	0,58216314		
	Tronçon 61-62	19,66	0,00585324	0,11507468		
62	Tronçon 62-63	48,34	0,00585324	0,28294557	1,15	0,58
	Tronçon 62-67	129,10	0,00585324	0,75565314		
	Tronçon 61-62	19,66	0,00585324	0,11507468		
Id Nœud	Tronçons	Longueur	Q Sp	Q route	Σ Q route	Q Nodal
		ml	l/s/ml	l/s	l/s	l/s
63	Tronçon 62-63	48,34	0,00585324	0,28294557	1,41	0,71
	Tronçon 63-64	97,92	0,00585324	0,57314915		
	Tronçon 63-105	95,13	0,00585324	0,55681862		
64	Tronçon 63-64	97,92	0,00585324	0,57314915	1,39	0,70
	Tronçon 64-72	87,74	0,00585324	0,51356318		
	Tronçon 64-65	51,83	0,00585324	0,30337337		
65	Tronçon 65-67	47,15	0,00585324	0,27598021	0,97	0,48
	Tronçon 64-65	51,83	0,00585324	0,30337337		
	Tronçon 65-66	66,52	0,00585324	0,38935745		
66	Tronçon 65-66	66,52	0,00585324	0,38935745	0,39	0,19
67	Tronçon 68-67	38,75	0,00585324	0,22681301	1,78	0,89
	Tronçon 67-71	89,57	0,00585324	0,52427461		
	Tronçon 65-67	47,15	0,00585324	0,27598021		
	Tronçon 62-67	129,10	0,00585324	0,75565314		

Suite du Tableau

Chapitre VI : Réseau de distribution

68	Tronçon 56-68	63,08	0,00585324	0,36922231	0,85	0,43
	Tronçon 68-67	38,75	0,00585324	0,22681301		
	Tronçon 68-69	44,18	0,00585324	0,25859609		
69	Tronçon 68-69	44,18	0,00585324	0,25859609	0,26	0,13
70	Tronçon 55-70	63,48	0,00585324	0,37156361	0,83	0,42
	Tronçon 70-71	64,00	0,00585324	0,37460729		
	Tronçon 41-70	14,54	0,00585324	0,08510609		
71	Tronçon 67-71	89,57	0,00585324	0,52427461	1,43	0,72
	Tronçon 44-71	91,15	0,00585324	0,53352273		
	Tronçon 70-71	64,00	0,00585324	0,37460729		
72	Tronçon 64-72	87,74	0,00585324	0,51356318	1,51	0,75
	Tronçon 46-72	51,87	0,00585324	0,3036075		
	Tronçon 45-72	117,80	0,00585324	0,68951154		
73	Tronçon 74-73	3374,00	0	0	0,00	0,00
	Tronçon R1-73	5,00	0	0		
74	Tronçon 74-73	3374,00	0	0	1,77	0,88
	Tronçon 74-75	258,50	0,00585324	1,51306226		
	Tronçon 02-74	43,78	0,00585324	0,2562548		
75	Tronçon 75-77	217,60	0,00585324	1,27366479	4,19	2,09
	Tronçon 75-76	239,40	0,00585324	1,40126539		
	Tronçon 74-75	258,50	0,00585324	1,51306226		
76	Tronçon 77-76	19,20	0,00585324	0,11238219	2,22	1,11
	Tronçon 76-99	120,80	0,00585324	0,70707126		
	Tronçon 75-76	239,40	0,00585324	1,40126539		
77	Tronçon 77-76	19,20	0,00585324	0,11238219	1,55	0,77
	Tronçon 78-77	27,56	0,00585324	0,16131526		
	Tronçon 75-77	217,60	0,00585324	1,27366479		

Id Nœud	Tronçons	Longueur	Q Sp	Q route	Σ Q route	Q Nodal
		ml	l/s/ml	l/s	l/s	l/s
78	Tronçon 78-77	27,56	0,00585324	0,16131526	1,19	0,59
	Tronçon 79-78	36,03	0,00585324	0,2108922		
	Tronçon 78-98	139,60	0,00585324	0,81711215		
79	Tronçon 79-78	36,03	0,00585324	0,2108922	1,12	0,56
	Tronçon 79-80	15,44	0,00585324	0,09037401		
	Tronçon 97-79	139,60	0,00585324	0,81711215		
80	Tronçon 79-80	15,44	0,00585324	0,09037401	1,84	0,92
	Tronçon 80-94	151,00	0,00585324	0,88383908		
	Tronçon 80-81	147,60	0,00585324	0,86393806		
81	Tronçon 03-81	181,00	0,00585324	1,05943624	2,86	1,43
	Tronçon 81-85	86,05	0,00585324	0,50367121		
	Tronçon 81-82	73,84	0,00585324	0,43220316		
	Tronçon 80-81	147,60	0,00585324	0,86393806		
82	Tronçon 82-84	32,33	0,00585324	0,18923521	0,82	0,41
	Tronçon 82-83	34,33	0,00585324	0,20094169		
	Tronçon 81-82	73,84	0,00585324	0,43220316		
83	Tronçon 82-83	34,33	0,00585324	0,20094169	0,20	0,10
84	Tronçon 84-86	32,39	0,00585324	0,18958641	0,66	0,33
	Tronçon 82-84	32,33	0,00585324	0,18923521		
	Tronçon 84-85	48,24	0,00585324	0,28236024		
85	Tronçon 84-85	48,24	0,00585324	0,28236024	1,16	0,58
	Tronçon 85-89	63,75	0,00585324	0,37314398		
	Tronçon 81-85	86,05	0,00585324	0,50367121		
Suite du Tableau	Tronçon 86-88	31,63	0,00585324	0,18513795	0,64	0,32
	Tronçon 84-86	32,39	0,00585324	0,18958641		

Chapitre VI : Réseau de distribution

	Tronçon 86-87	45,16	0,00585324	0,26433227		
87	Tronçon 86-87	45,16	0,00585324	0,26433227	0,26	0,13
88	Tronçon 89-88	64,32	0,00585324	0,37648033	0,76	0,38
	Tronçon 86-88	31,63	0,00585324	0,18513795		
	Tronçon 88-90	33,09	0,00585324	0,19368368		
89	Tronçon 89-88	64,32	0,00585324	0,37648033	0,93	0,46
	Tronçon 89-93	30,60	0,00585324	0,17910911		
	Tronçon 85-89	63,75	0,00585324	0,37314398		
90	Tronçon 88-90	33,09	0,00585324	0,19368368	1,56	0,78
	Tronçon 90-92	97,53	0,00585324	0,57086639		
	Tronçon 90-91	135,40	0,00585324	0,79252855		
91	Tronçon 91-92	34,72	0,00585324	0,20322445	1,56	0,78
	Tronçon 91-103	95,55	0,00585324	0,55927698		
	Tronçon 90-91	135,40	0,00585324	0,79252855		
92	Tronçon 91-92	34,72	0,00585324	0,20322445	0,97	0,48
	Tronçon 93-92	32,90	0,00585324	0,19257156		
	Tronçon 90-92	97,53	0,00585324	0,57086639		
93	Tronçon 93-92	32,90	0,00585324	0,19257156	0,53	0,27
	Tronçon 93-94	27,67	0,00585324	0,16195912		
	Tronçon 89-93	30,60	0,00585324	0,17910911		
94	Tronçon 80-94	151,00	0,00585324	0,88383908	1,29	0,64
	Tronçon 94-95	41,27	0,00585324	0,24156317		
	Tronçon 93-94	27,67	0,00585324	0,16195912		
95	Tronçon 94-95	41,27	0,00585324	0,24156317	0,73	0,37
	Tronçon 96-95	53,45	0,00585324	0,31285562		
	Tronçon 95-97	30,71	0,00585324	0,17975297		
96	Tronçon 96-95	53,45	0,00585324	0,31285562	0,31	0,16

Suite du Tableau

Chapitre VI : Réseau de distribution

97	Tronçon 97-79	139,60	0,00585324	0,81711215	1,18	0,59
	Tronçon 97-98	30,82	0,00585324	0,18039682		
	Tronçon 95-97	30,71	0,00585324	0,17975297		
98	Tronçon 78-98	139,60	0,00585324	0,81711215	1,18	0,59
	Tronçon 98-99	30,50	0,00585324	0,17852379		
	Tronçon 97-98	30,82	0,00585324	0,18039682		
99	Tronçon 98-99	30,50	0,00585324	0,17852379	1,24	0,62
	Tronçon 76-99	120,80	0,00585324	0,70707126		
	Tronçon 99-100	60,93	0,00585324	0,35663785		
100	Tronçon 100-101	82,15	0,00585324	0,48084358	2,78	1,39
	Tronçon 100-102	332,40	0,00585324	1,94561661		
	Tronçon 99-100	60,93	0,00585324	0,35663785		
101	Tronçon 100-101	82,15	0,00585324	0,48084358	0,48	0,24
102	Tronçon 100-102	332,40	0,00585324	1,94561661	1,95	0,97
103	Tronçon 103-120	143,80	0,00585324	0,84169575	2,05	1,03
	Tronçon 103-104	111,10	0,00585324	0,65029484		
	Tronçon 91-103	95,55	0,00585324	0,55927698		
104	Tronçon 61-104	33,57	0,00585324	0,19649323	1,38	0,69
	Tronçon 105-104	91,80	0,00585324	0,53732733		
	Tronçon 103-104	111,10	0,00585324	0,65029484		
105	Tronçon 63-105	95,13	0,00585324	0,55681862	1,17	0,58
	Tronçon 105-104	91,80	0,00585324	0,53732733		
	Tronçon 105-106	12,39	0,00585324	0,07252163		
106	Tronçon 106-115	105,30	0,00585324	0,61634606	1,67	0,83
	Tronçon 105-106	12,39	0,00585324	0,07252163		
	Tronçon 106-107	167,30	0,00585324	0,97924687		
107	Tronçon 107-108	65,10	0,00585324	0,38104585	1,69	0,85

Suite du Tableau

Chapitre VI : Réseau de distribution

	Tronçon 107-109	56,77	0,00585324	0,33228837		
	Tronçon 106-107	167,30	0,00585324	0,97924687		
108	Tronçon 107-108	65,10	0,00585324	0,38104585	0,38	0,19
109	Tronçon 107-109	56,77	0,00585324	0,33228837	1,31	0,66
	Tronçon 110-109	38,20	0,00585324	0,22359373		
	Tronçon 109-111	129,60	0,00585324	0,75857976		
110	Tronçon 110-109	38,20	0,00585324	0,22359373	0,22	0,11
111	Tronçon 109-111	129,60	0,00585324	0,75857976	2,24	1,12
	Tronçon 111-112	121,00	0,00585324	0,70824191		
	Tronçon 111-113	132,40	0,00585324	0,77496883		
112	Tronçon 112-114	287,20	0,00585324	1,68105021	2,64	1,32
	Tronçon 112-113	42,90	0,00585324	0,25110395		
	Tronçon 111-112	121,00	0,00585324	0,70824191		
113	Tronçon 113-114	203,40	0,00585324	1,19054879	2,22	1,11
	Tronçon 112-113	42,90	0,00585324	0,25110395		
	Tronçon 111-113	132,40	0,00585324	0,77496883		
114	Tronçon 112-114	287,20	0,00585324	1,68105021	2,87	1,44
	Tronçon 113-114	203,40	0,00585324	1,19054879		
115	Tronçon 106-115	105,30	0,00585324	0,61634606	1,57	0,78
	Tronçon 115-116	59,61	0,00585324	0,34891157		
	Tronçon 115-120	103,30	0,00585324	0,60463958		
116	Tronçon 115-116	59,61	0,00585324	0,34891157	1,64	0,82
	Tronçon 116-117	178,00	0,00585324	1,04187653		
	Tronçon 116-118	41,74	0,00585324	0,24431419		
117	Tronçon 116-117	178,00	0,00585324	1,04187653	1,04	0,52
118	Tronçon 116-118	41,74	0,00585324	0,24431419	2,32	1,16
	Tronçon 118-119	255,70	0,00585324	1,49667319		

Chapitre VI : Réseau de distribution

	Tronçon 118-120	98,19	0,00585324	0,57472953		
119	Tronçon 118-119	255,70	0,00585324	1,49667319	1,50	0,75
120	Tronçon 103-120	143,80	0,00585324	0,84169575	2,02	1,01
	Tronçon 118-120	98,19	0,00585324	0,57472953		
	Tronçon 115-120	103,30	0,00585324	0,60463958		

VI.9.1.2. Cas de pointe + incendie :

Dans ce cas on ajoute un débit d'incendie qui est 17l/s au point défavorable, dans notre cas le Nœuds N5, on obtient les mêmes résultats du cas de pointes sauf que le débit nodal des nœuds Sera majoré par une valeur de 17l/s.

	Qcons de Pointe (l/s)	77.6
cas de point+ incendie	Qconc (l/s)	17
	Qroute (l/s)	77.6
	ΣL_i (m)	13298.62
	Qsp (l/s/m)	0,00583594

VI.10.Détermination des diamètres du réseau :

Les conduites du réseau sont dimensionnées à partir des débits maximaux horaires Possédant Les débits répartis préalablement, on peut choisir leurs diamètres avantageux correspondants (Écoulement gravitaire), tout en respectant la fourchette de vitesse 0,5 ÷ 1,5 m/s jusqu'à 2m/s En cas de pointe plus incendie.

Chapitre VI : Réseau de distribution

Suite du Tableau

Tableau VI.4 Calcul des diamètres

	Longueur	Débit pte	Debit pte+inc	debit max	Diamètre		Vitesse
les tronçons	m	l/s	l/s	l/s	int	Ext	m/s
Tronçon 27*39	23,30	17,19	17,19	17,19	164	200	0,81
Tronçon 39*40	37,17	15,85	15,85	15,85	164	200	0,75
Tronçon 40*55	62,05	14,58	14,58	14,58	164	200	0,69
Tronçon 55*56	39,09	12,61	12,61	12,61	164	200	0,60
Tronçon 56*57	62,12	8,20	8,20	8,20	164	200	0,39
Tronçon 57*59	41,77	7,58	7,58	7,58	164	200	0,36
Tronçon 70*55	63,48	1,49	1,49	1,49	74	90	0,35
Tronçon 76*77	19,20	2,21	2,21	2,21	74	90	0,51
Tronçon 77*78	27,56	3,37	3,37	3,37	74	90	0,78
Tronçon 78*98	139,60	0,07	0,07	0,07	31	40	0,09
Tronçon 98*99	30,50	19,57	19,57	19,57	164	200	0,93
Tronçon 99*76	120,80	22,79	22,79	22,79	205	250	0,69
Tronçon 78*79	36,03	2,71	2,71	2,71	74	90	0,63
Tronçon 79*80	15,44	2,21	2,21	2,21	74	90	0,51
Tronçon 80*94	151,00	0,11	0,11	0,11	31	40	0,15
Tronçon 94*95	41,27	17,87	17,87	17,87	164	200	0,85
Tronçon 97*79	139,60	0,05	0,05	0,05	31	40	0,07
Tronçon 100*101	82,15	0,24	0,24	0,24	31	40	0,32
Tronçon 03*04	141,60	17,81	34,81	34,81	164	200	0,84
Tronçon 33*35	77,42	1,03	1,03	1,03	58	75	0,39
Tronçon 35*34	139,20	0,45	0,45	0,45	49	63	0,24
Tronçon 35*47	57,55	0,22	0,22	0,22	39	50	0,18
Tronçon 36*34	78,36	3,70	3,70	3,70	90	110	0,58
Tronçon 51*52	28,35	0,51	0,51	0,51	39	50	113 0,43

Chapitre VI : Réseau de distribution

Suite du Tableau

Tronçon 56*68	63,08	3,93	3,93	3,93	131	160	0,29
Tronçon 68*67	38,75	3,37	3,37	3,37	102	125	0,41
Tronçon 67*71	89,57	0,09	0,09	0,09	31	40	0,12
Tronçon 97*98	30,82	19,05	19,05	19,05	164	200	0,90
Tronçon 62*63	48,34	6,79	6,79	6,79	164	200	0,32
Tronçon 63*64	97,92	2,98	2,98	2,98	131	160	0,22
Tronçon 65*67	47,15	2,28	2,28	2,28	90	110	0,36
Tronçon 64*72	87,74	3,88	3,88	3,88	131	160	0,29
Tronçon 72*46	51,87	3,13	3,13	3,13	131	160	0,23
Tronçon 46*45	24,01	2,03	2,03	2,03	102	125	0,25
Tronçon 45*44	48,24	2,58	2,58	2,58	102	125	0,32
Tronçon 71*44	91,15	0,23	0,23	0,23	49	63	0,12
Tronçon 45*72	117,80	0,01	0,01	0,01	31	40	0,01
	Longueur	Débit	Débit	Débit	Diamètre (mm)		Vitesse
les tronçons	m	LPS	LPS	LPS	int	Ext	m/s
Tronçon 63*105	95,13	3,10	3,10	3,10	90	110	0,49
Tronçon 107*108	65,10	0,19	0,19	0,19	31	40	0,25
Tronçon 107*109	56,77	5,76	5,76	5,76	102	125	0,70
Tronçon 109*110	38,20	0,11	0,11	0,11	31	40	0,15
Tronçon 61*104	33,57	0,95	0,95	0,95	58	75	0,36
Tronçon 106*115	105,30	0,39	0,39	0,39	49	63	0,20
Tronçon 115*116	59,61	0,04	0,04	0,04	58	75	0,02
Tronçon 116*117	178,00	0,52	0,52	0,52	49	63	0,28

Chapitre VI : Réseau de distribution

Tronçon 103*120	143,80	4,65	4,65	4,65	90	110	0,73
Tronçon 116*118	41,74	1,30	1,30	1,30	58	75	0,49
Tronçon 118*119	255,70	0,75	0,75	0,75	49	63	0,40
Tronçon 120*118	98,19	3,21	3,21	3,21	90	110	0,50
Tronçon 10*11	50,18	0,15	0,15	0,15	31	40	0,20
Tronçon 13*14	93,99	4,91	4,91	4,91	102	125	0,60
Tronçon 14*15	39,58	3,29	3,29	3,29	74	90	0,76
Tronçon 14*20	60,90	1,05	1,05	1,05	49	63	0,56
Tronçon 20*22	134,00	0,09	0,09	0,09	31	40	0,12
Tronçon 04*05	114,50	0,34	17,34	17,34	39	50	0,28
Tronçon 43*28	104,50	4,19	4,19	4,19	102	125	0,51
Tronçon 28*29	40,22	1,59	1,59	1,59	74	90	0,37
Tronçon 29*06	42,15	0,21	0,21	0,21	39	50	0,18
Tronçon 29*30	84,10	0,89	0,89	0,89	58	75	0,34
Tronçon 30*31	26,90	0,20	0,20	0,20	31	40	0,27
Tronçon 31*32	57,25	0,17	0,17	0,17	31	40	0,23
Tronçon 30*33	70,73	0,16	0,16	0,16	31	40	0,21
Tronçon 91*92	34,72	14,17	14,17	14,17	164	200	0,67
Tronçon 92*93	32,90	15,20	15,20	15,20	164	200	0,72
Tronçon 89*88	64,32	0,72	0,72	0,72	49	63	0,38
Tronçon 88*86	31,63	0,67	0,67	0,67	58	75	0,25
Tronçon 86*84	32,39	0,22	0,22	0,22	58	75	0,08
Tronçon 84*82	32,33	0,01	0,01	0,01	58	75	0,00
Tronçon 81*03	181,00	0,75	0,75	0,75	90	110	0,12

Chapitre VI : Réseau de distribution

Tronçon 88*90	33,09	0,34	0,34	0,34	58	75	0,13
Tronçon 90*92	97,53	0,55	0,55	0,55	49	63	0,29
Tronçon 46*47	44,92	2,54	2,54	2,54	74	90	0,59
Tronçon 82*83	34,33	0,10	0,10	0,10	31	40	0,13
Tronçon 84*85	48,24	0,12	0,12	0,12	31	40	0,15
Tronçon 86*87	45,16	0,13	0,13	0,13	31	40	0,17
Tronçon 109*111	129,60	4,99	4,99	4,99	102	125	0,61
Tronçon 96*95	53,45	0,16	0,16	0,16	31	40	0,21
Tronçon 65*64	51,83	1,61	1,61	1,61	90	110	0,25
	Longueur	Débit	Débit	Débit	Diamètre (mm)		Vitesse
les tronçons	m	LPS	LPS	LPS	int	Ext	m/s
Tronçon 65*66	66,52	0,19	0,19	0,19	31	40	0,25
Tronçon 104*105	91,80	5,50	5,50	5,50	102	125	0,67
Tronçon 68*69	44,18	0,13	0,13	0,13	31	40	0,17
Tronçon 48*49	40,18	0,49	0,49	0,49	39	50	0,41
Tronçon 49*46	35,31	2,15	2,15	2,15	74	90	0,50
Tronçon 48*47	47,40	1,88	1,88	1,88	74	90	0,44
Tronçon 42*43	62,06	0,00	0,00	0,00	31	40	0,01
Tronçon 71*70	64,00	0,86	0,86	0,86	58	75	0,33
Tronçon 12*10	60,49	6,88	6,88	6,88	102	125	0,84
Tronçon 22*23	42,49	0,58	0,58	0,58	49	63	0,31
Tronçon 23*25	23,00	0,07	0,07	0,07	31	40	0,09
Tronçon 22*26	47,50	0,14	0,14	0,14	31	40	0,19
Tronçon 37*38	91,06	0,27	0,27	0,27	31	40	0,36
Tronçon 43*31	74,78	0,44	0,44	0,44	49	63	0,23
Tronçon 42*41	33,26	0,53	0,53	0,53	49	63	0,28

Chapitre VI : Réseau de distribution

Tronçon 105*106	12,39	8,02	8,02	8,02	131	160	0,59
Tronçon 93*94	27,67	17,34	17,34	17,34	164	200	0,82
Tronçon 43*44	48,03	2,89	2,89	2,89	102	125	0,35
Tronçon 15*16	231,80	1,70	1,70	1,70	74	90	0,40
Tronçon 41*70	14,54	0,21	0,21	0,21	31	40	0,28
Tronçon 07*08	160,10	8,53	8,53	8,53	164	200	0,40
Tronçon 53*54	108,80	0,76	0,76	0,76	49	63	0,40
Tronçon 54*48	14,49	2,08	2,08	2,08	90	110	0,33
Tronçon 52*54	65,16	0,77	0,77	0,77	49	63	0,41
Tronçon 73*74	3 374,00	49,54	49,54	49,54	205	250	1,50
Tronçon 02*03	350,50	45,64	62,64	62,64	205	250	1,38
Tronçon 16*17	68,93	0,20	0,20	0,20	31	40	0,26
Tronçon 16*18	107,10	0,31	0,31	0,31	31	40	0,41
Tronçon 112*114	287,20	0,69	0,69	0,69	49	63	0,37
Tronçon 114*113	203,40	0,75	0,75	0,75	49	63	0,40
Tronçon 113*112	42,90	0,78	0,78	0,78	49	63	0,41
Tronçon 111*112	121,00	2,79	2,79	2,79	90	110	0,44
Tronçon 111*113	132,40	1,08	1,08	1,08	58	75	0,41
Tronçon 106*107	167,30	6,80	6,80	6,80	131	160	0,50
Tronçon 104*103	111,10	7,14	7,14	7,14	102	125	0,87
Tronçon 91*103	95,55	12,82	12,82	12,82	164	200	0,61
Tronçon	332,40	0,97	0,97	0,97	58	75	0,37

Chapitre VI : Réseau de distribution

100*102							
Tronçon 95*97	30,71	18,40	18,40	18,40	164	200	0,87
Tronçon 99*100	60,93	2,60	2,60	2,60	74	90	0,60
Tronçon 77*75	217,60	1,94	1,94	1,94	74	90	0,45
Tronçon 15*19	135,30	0,40	0,40	0,40	49	63	0,21
	Longueur	Débit	Débit	Débit	Diamètre (mm)		Vitesse
les tronçons	m	LPS	LPS	LPS	int	Ext	m/s
Tronçon 20*21	66,58	0,19	0,19	0,19	31	40	0,25
Tronçon 22*37	87,24	1,54	1,54	1,54	74	90	0,36
Tronçon 23*24	54,35	0,16	0,16	0,16	31	40	0,21
Tronçon 12*13	106,90	5,73	5,73	5,73	102	125	0,70
Tronçon 13*12	164,40	0,18	0,18	0,18	31	40	0,24
Tronçon 08*09	105,20	0,31	0,31	0,31	31	40	0,41
Tronçon 34*33	167,40	4,38	4,38	4,38	102	125	0,54
Tronçon 53*36	84,68	0,12	0,12	0,12	49	63	0,06
Tronçon 53*51	104,40	0,31	0,31	0,31	39	50	0,26
Tronçon 50*51	125,80	0,24	0,24	0,24	31	40	0,32
Tronçon 52*50	80,21	0,26	0,26	0,26	31	40	0,34
Tronçon 49*50	57,90	1,27	1,27	1,27	74	90	0,30
Tronçon 60*59	69,81	0,20	0,20	0,20	31	40	0,26
Tronçon 57*58	53,63	0,16	0,16	0,16	31	40	0,21
Tronçon 62*67	129,10	0,11	0,11	0,11	39	50	0,09
Tronçon 28*42	136,40	0,14	0,14	0,14	31	40	0,19
Tronçon 40*41	87,56	0,72	0,72	0,72	49	63	0,38
Tronçon 06*04	107,00	16,41	16,41	16,41	164	200	0,78
Tronçon 03*27	56,22	24,95	24,95	24,95	164	200	1,18

Chapitre VI : Réseau de distribution

Tronçon 28*27	164,10	7,06	7,06	7,06	131	160	0,52
Tronçon 82*81	73,84	0,50	0,50	0,50	58	75	0,19
Tronçon 81*80	147,60	1,18	1,18	1,18	58	75	0,45
Tronçon 115*120	103,30	0,44	0,44	0,44	39	50	0,37
Tronçon 91*90	135,40	0,57	0,57	0,57	58	75	0,21
Tronçon 93*89	30,60	1,88	1,88	1,88	74	90	0,44
Tronçon 76*75	239,40	26,10	26,10	26,10	205	250	0,79
Tronçon 75*74	258,50	30,13	30,13	30,13	205	250	0,91
Tronçon 74*02	43,78	18,53	18,53	18,53	205	250	0,56
Tronçon 02*01	1 351,00	28,26	28,26	28,26	164	200	1,34
Tronçon 39*28	168,60	0,67	0,67	0,67	58	75	0,25
Tronçon 06*07	15,63	16,14	16,14	16,14	164	200	0,76
Tronçon 36*37	133,30	2,72	2,72	2,72	74	90	0,63
Tronçon 07*33	155,90	6,63	6,63	6,63	131	160	0,49
Tronçon 59*61	99,46	6,76	6,76	6,76	164	200	0,32
Tronçon 61*62	19,66	7,26	7,26	7,26	164	200	0,34
Tronçon 89*85	63,75	0,70	0,70	0,70	49	63	0,37
Tronçon 85*81	86,05	0,82	0,82	0,82	49	63	0,43
Tronçon 08*10	15,05	7,40	7,40	7,40	131	160	0,55
Tronçon R2-73	5,00	49,54	49,54	49,54	205	250	1,50
Tronçon R1-01	5,00	28,26	28,26	28,26	164	200	1,34

Chapitre VI : Réseau de distribution

VI.10.1 Définition d'EPANET :

EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression. EPANET calcule le débit dans chaque tuyau, la pression à chaque nœud, le niveau de l'eau dans les réservoirs 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.

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

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

- La taille du réseau étudié est illimitée.
- Pour calculer les pertes de charge dues à la friction, il dispose des formules de

Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, et Chezy-Manning.

- Il 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 nœuds, 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.

Chapitre VI : Réseau de distribution

VI.10.1.1 Formule de Hazan-Williams :

Comme on l'a mentionné EPANET dispose de 3 formules. On a choisi de travailler avec celle de Hazan-Williams.

$$Q = 0,2785 J^{0,54} C d^{2,63}$$

$$P=4,727 C^{-1,852} d^{-4,871} L$$

Q : débits de tronçon (l/s) ;

P : Perte de charge (m)

d: Diamètre (mm)

L : Longueur (m)

C : est le coefficient de rugosité de Hazan-Williams du matériau constituant la conduite ; c'est un nombre sans dimension.

Dans notre cas, on a choisi des conduites de types fonte ductile et PEHD. La valeur de C est égale à 140.

VI.10.2. Résultats de calculs :

VI.10.2.1. Cas de pointe :

Tableau VI.5 Etats des arcs

ID Arc	Longueur	Diamètre		Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	int	Ext	LPS	m/s	m/km
Tronçon 27*39	23,30	164	200	17,19	0,81	4,17
Tronçon 39*40	37,17	164	200	15,85	0,75	3,58
Tronçon 40*55	62,05	164	200	14,58	0,69	3,05
Tronçon 55*56	39,09	164	200	12,61	0,60	2,32
Tronçon 56*57	62,12	164	200	8,20	0,39	1,04
Tronçon 57*59	41,77	164	200	7,58	0,36	0,90
Tronçon 70*55	63,48	74	90	-1,49	0,35	2,30
Tronçon 76*77	19,20	74	90	2,21	0,51	4,74
Tronçon 77*78	27,56	74	90	3,37	0,78	10,50
Tronçon 78*98	139,60	31	40	0,07	0,09	0,45
Tronçon 98*99	30,50	164	200	-19,57	0,93	5,33
Tronçon 99*76	120,80	205	250	-22,79	0,69	2,32
Tronçon 78*79	36,03	74	90	2,71	0,63	6,98
Tronçon 79*80	15,44	74	90	2,21	0,51	4,73
Tronçon 80*94	151,00	31	40	0,11	0,15	1,49
Tronçon 94*95	41,27	164	200	-17,87	0,85	4,49
Tronçon 97*79	139,60	31	40	0,05	0,07	0,24
Tronçon 100*101	82,15	31	40	0,24	0,32	6,02
Tronçon 03*04	141,60	164	200	17,81	0,84	4,46

Chapitre VI : Réseau de distribution

Suite du Tableau

Tronçon 33*35	77,42	58	75	1,03	0,39	3,89
Tronçon 35*34	139,20	49	63	0,45	0,24	1,97
Tronçon 35*47	57,55	39	50	-0,22	0,18	1,66
Tronçon 36*34	78,36	90	110	-3,70	0,58	4,68
Tronçon 51*52	28,35	39	50	-0,51	0,43	7,74
Tronçon 56*68	63,08	131	160	3,93	0,29	0,81
Tronçon 68*67	38,75	102	125	3,37	0,41	2,11
Tronçon 67*71	89,57	31	40	0,09	0,12	1,12
Tronçon 97*98	30,82	164	200	-19,05	0,90	5,07
Tronçon 62*63	48,34	164	200	6,79	0,32	0,73
Tronçon 63*64	97,92	131	160	2,98	0,22	0,49
Tronçon 65*67	47,15	90	110	-2,28	0,36	1,90
Tronçon 64*72	87,74	131	160	3,88	0,29	0,80
Tronçon 72*46	51,87	131	160	3,13	0,23	0,54
Tronçon 46*45	24,01	102	125	-2,03	0,25	0,83
Tronçon 45*44	48,24	102	125	-2,58	0,32	1,29
Tronçon 71*44	91,15	49	63	0,23	0,12	0,62
Tronçon 45*72	117,80	31	40	-0,01	0,01	0,07
	Longueur	Diamètre		Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
ID Arc	m	int	Ext	LPS	m/s	m/km
Tronçon 63*105	95,13	90	110	3,10	0,49	3,35
Tronçon 107*108	65,10	31	40	0,19	0,25	3,95
Tronçon 107*109	56,77	102	125	5,76	0,70	5,74
Tronçon 109*110	38,20	31	40	0,11	0,15	1,50
Tronçon 61*104	33,57	58	75	-0,95	0,36	3,32
Tronçon 106*115	105,30	49	63	0,39	0,20	1,50
Tronçon 115*116	59,61	58	75	0,04	0,02	0,02
Tronçon 116*117	178,00	49	63	0,52	0,28	2,56
Tronçon 103*120	143,80	90	110	4,65	0,73	7,20
Tronçon 116*118	41,74	58	75	-1,30	0,49	5,94
Tronçon 118*119	255,70	49	63	0,75	0,40	5,00
Tronçon 120*118	98,19	90	110	3,21	0,50	3,58
Tronçon 10*11	50,18	31	40	0,15	0,20	2,59
Tronçon 13*14	93,99	102	125	4,91	0,60	4,25
Tronçon 14*15	39,58	74	90	3,29	0,76	10,02
Tronçon 14*20	60,90	49	63	1,05	0,56	9,35
Tronçon 20*22	134,00	31	40	0,09	0,12	1,05
Tronçon 04*05	114,50	39	50	0,34	0,28	3,65
Tronçon 43*28	104,50	102	125	-4,19	0,51	3,16
Tronçon 28*29	40,22	74	90	1,59	0,37	2,58
Tronçon 29*06	42,15	39	50	0,21	0,18	1,54

Chapitre VI : Réseau de distribution

Suite du Tableau

Tronçon 29*30	84,10	58	75	0,89	0,34	2,98
Tronçon 30*31	26,90	31	40	0,20	0,27	4,35
Tronçon 31*32	57,25	31	40	0,17	0,23	3,24
Tronçon 30*33	70,73	31	40	0,16	0,21	2,91
Tronçon 91*92	34,72	164	200	-14,17	0,67	2,89
Tronçon 92*93	32,90	164	200	-15,20	0,72	3,30
Tronçon 89*88	64,32	49	63	0,72	0,38	4,60
Tronçon 88*86	31,63	58	75	0,67	0,25	1,78
Tronçon 86*84	32,39	58	75	0,22	0,08	0,25
Tronçon 84*82	32,33	58	75	0,01	0,00	0,00
Tronçon 81*03	181,00	90	110	-0,75	0,12	0,26
Tronçon 88*90	33,09	58	75	-0,34	0,13	0,52
Tronçon 90*92	97,53	49	63	-0,55	0,29	2,84
Tronçon 46*47	44,92	74	90	2,54	0,59	6,18
Tronçon 82*83	34,33	31	40	0,10	0,13	1,27
Tronçon 84*85	48,24	31	40	-0,12	0,15	1,63
Tronçon 86*87	45,16	31	40	0,13	0,17	2,01
Tronçon 109*111	129,60	102	125	4,99	0,61	4,38
Tronçon 96*95	53,45	31	40	-0,16	0,21	2,91
Tronçon 65*64	51,83	90	110	1,61	0,25	1,00
	Longueur	Diamètre		Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
ID Arc	m	int	Ext	LPS	m/s	m/km
Tronçon 65*66	66,52	31	40	0,19	0,25	3,95
Tronçon 104*105	91,80	102	125	5,50	0,67	5,26
Tronçon 68*69	44,18	31	40	0,13	0,17	2,01
Tronçon 48*49	40,18	39	50	-0,49	0,41	7,11
Tronçon 49*46	35,31	74	90	-2,15	0,50	4,51
Tronçon 48*47	47,40	74	90	-1,88	0,44	3,54
Tronçon 42*43	62,06	31	40	0,00	0,01	0,01
Tronçon 71*70	64,00	58	75	-0,86	0,33	2,79
Tronçon 12*10	60,49	102	125	-6,88	0,84	8,03
Tronçon 22*23	42,49	49	63	0,58	0,31	3,13
Tronçon 23*25	23,00	31	40	0,07	0,09	0,46
Tronçon 22*26	47,50	31	40	0,14	0,19	2,29
Tronçon 37*38	91,06	31	40	0,27	0,36	7,46
Tronçon 43*31	74,78	49	63	0,44	0,23	1,89
Tronçon 42*41	33,26	49	63	-0,53	0,28	2,67
Tronçon 105*106	12,39	131	160	8,02	0,59	3,05
Tronçon 93*94	27,67	164	200	-17,34	0,82	4,24
Tronçon 43*44	48,03	102	125	2,89	0,35	1,59
Tronçon 15*16	231,80	74	90	1,70	0,40	2,92

Chapitre VI : Réseau de distribution

Suite du Tableau

Tronçon 41*70	14,54	31	40	-0,21	0,28	4,82
Tronçon 07*08	160,10	164	200	8,53	0,40	1,12
Tronçon 53*54	108,80	49	63	-0,76	0,40	5,12
Tronçon 54*48	14,49	90	110	-2,08	0,33	1,60
Tronçon 52*54	65,16	49	63	-0,77	0,41	5,20
Tronçon 73*74	3 374,00	205	250	49,54	1,50	10,22
Tronçon 02*03	350,50	205	250	45,64	1,38	8,73
Tronçon 16*17	68,93	31	40	0,20	0,26	4,33
Tronçon 16*18	107,10	31	40	0,31	0,41	9,60
Tronçon 112*114	287,20	49	63	0,69	0,37	4,32
Tronçon 114*113	203,40	49	63	-0,75	0,40	4,97
Tronçon 113*112	42,90	49	63	-0,78	0,41	5,33
Tronçon 111*112	121,00	90	110	2,79	0,44	2,76
Tronçon 111*113	132,40	58	75	1,08	0,41	4,25
Tronçon 106*107	167,30	131	160	6,80	0,50	2,24
Tronçon 104*103	111,10	102	125	-7,14	0,87	8,60
Tronçon 91*103	95,55	164	200	12,82	0,61	2,40
Tronçon 100*102	332,40	58	75	0,97	0,37	3,48
Tronçon 95*97	30,71	164	200	-18,40	0,87	4,75
Tronçon 99*100	60,93	74	90	2,60	0,60	6,43
Tronçon 77*75	217,60	74	90	-1,94	0,45	3,72
Tronçon 15*19	135,30	49	63	0,40	0,21	1,60
	Longueur	Diamètre		Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
ID Arc	m	int	Ext	LPS	m/s	m/km
Tronçon 20*21	66,58	31	40	0,19	0,25	3,95
Tronçon 22*37	87,24	74	90	-1,54	0,36	2,43
Tronçon 23*24	54,35	31	40	0,16	0,21	2,91
Tronçon 12*13	106,90	102	125	5,73	0,70	5,68
Tronçon 13*12	164,40	31	40	0,18	0,24	3,69
Tronçon 08*09	105,20	31	40	0,31	0,41	9,60
Tronçon 34*33	167,40	102	125	-4,38	0,54	3,44
Tronçon 53*36	84,68	49	63	-0,12	0,06	0,13
Tronçon 53*51	104,40	39	50	0,00	0,00	0,01
Tronçon 50*51	125,80	31	40	0,24	0,32	6,10
Tronçon 52*50	80,21	31	40	-0,26	0,34	6,84
Tronçon 49*50	57,90	74	90	1,27	0,30	1,71
Tronçon 60*59	69,81	31	40	-0,20	0,26	4,33
Tronçon 57*58	53,63	31	40	0,16	0,21	2,91
Tronçon 62*67	129,10	39	50	-0,11	0,09	0,45
Tronçon 28*42	136,40	31	40	0,14	0,19	2,42
Tronçon 40*41	87,56	49	63	0,72	0,38	4,63

Chapitre VI : Réseau de distribution

Suite du Tableau

Tronçon 06*04	107,00	164	200	-16,41	0,78	3,82
Tronçon 03*27	56,22	164	200	24,95	1,18	8,48
Tronçon 28*27	164,10	131	160	-7,06	0,52	2,40
Tronçon 82*81	73,84	58	75	-0,50	0,19	1,06
Tronçon 81*80	147,60	58	75	-1,18	0,45	4,96
Tronçon 115*120	103,30	39	50	-0,44	0,37	5,79
Tronçon 91*90	135,40	58	75	0,57	0,21	1,31
Tronçon 93*89	30,60	74	90	1,88	0,44	3,51
Tronçon 76*75	239,40	205	250	-26,10	0,79	3,00
Tronçon 75*74	258,50	205	250	-30,13	0,91	3,94
Tronçon 74*02	43,78	205	250	18,53	0,56	1,57
Tronçon 02*01	1 351,00	164	200	-28,26	1,34	10,77
Tronçon 39*28	168,60	58	75	0,67	0,25	1,76
Tronçon 06*07	15,63	164	200	16,14	0,76	3,70
Tronçon 36*37	133,30	74	90	2,72	0,63	6,99
Tronçon 07*33	155,90	131	160	6,63	0,49	2,14
Tronçon 59*61	99,46	164	200	6,76	0,32	0,73
Tronçon 61*62	19,66	164	200	7,26	0,34	0,83
Tronçon 89*85	63,75	49	63	0,70	0,37	4,42
Tronçon 85*81	86,05	49	63	0,01	0,00	0,01
Tronçon 08*10	15,05	131	160	7,40	0,55	2,63
Tronçon R2-73	5,00	205	250	-49,54	1,50	10,22
Tronçon R1-01	5,00	164	200	-28,26	1,34	10,78

État des Nœuds

	Altitude	Demande	Charge	Pression
ID Noeud	m	LPS	m	m
Noeud 27	654,96	0,71	693,86	38,90
Noeud 39	653,55	0,67	693,76	40,21
Noeud 40	653,12	0,55	693,63	40,51
Noeud 55	653,76	0,48	693,44	39,68
Noeud 56	655,50	0,48	693,35	37,85
Noeud 57	655,45	0,46	693,28	37,84

Chapitre VI : Réseau de distribution

Suite du Tableau

Noeud 59	655,21	0,62	693,25	38,04
Noeud 70	651,63	0,42	693,29	41,67
Noeud 76	656,81	1,11	695,73	38,92
Noeud 77	657,11	0,77	695,64	38,53
Noeud 78	655,53	0,59	695,35	39,82
Noeud 98	651,23	0,59	695,28	44,06
Noeud 99	652,63	0,62	695,45	42,82
Noeud 79	652,83	0,56	695,10	42,27
Noeud 80	651,62	0,92	695,02	43,40
Noeud 94	641,26	0,64	694,80	53,53
Noeud 95	643,92	0,37	694,98	51,06
Noeud 97	647,35	0,59	695,13	47,77
Noeud 100	648,45	1,39	695,06	46,60
Noeud 101	644,84	0,24	694,56	49,72
Noeud 03	657,41	2,13	694,34	36,93
Noeud 04	658,03	1,06	693,71	35,68
Noeud 33	648,29	1,38	692,91	44,62
Noeud 35	647,28	0,80	692,60	45,32
Noeud 34	645,71	1,13	692,33	46,62
Noeud 47	643,66	0,44	692,70	49,04
Noeud 36	642,64	0,87	691,96	49,32
Noeud 51	643,18	0,76	691,95	48,77
Noeud 52	644,80	0,51	692,17	47,37
Noeud 68	651,88	0,43	693,30	41,41
Noeud 67	649,30	0,89	693,22	43,92
Noeud 71	647,63	0,72	693,12	45,49
Noeud 62	649,78	0,58	693,16	43,37

Chapitre VI : Réseau de distribution

Suite du Tableau

Noeud 63	647,18	0,71	693,12	45,95
Noeud 64	643,98	0,70	693,08	49,10
Noeud 65	647,32	0,48	693,13	45,81
Noeud 72	642,12	0,75	693,01	50,88
Noeud 46	642,09	0,46	692,98	50,88
ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	LPS	m	m
Noeud 45	643,03	0,56	693,00	49,97
Noeud 44	645,10	0,55	693,06	47,96
Noeud 105	650,13	0,58	692,80	42,68
Noeud 107	647,50	0,85	692,39	44,89
Noeud 108	645,75	0,19	692,13	46,39
Noeud 109	646,25	0,66	692,07	45,81
Noeud 110	647,08	0,11	692,01	44,93
Noeud 61	651,33	0,45	693,17	41,84
Noeud 104	651,80	0,69	693,29	41,49
Noeud 106	650,18	0,83	692,77	42,59
Noeud 115	648,65	0,78	692,61	43,96
Noeud 116	645,43	0,82	692,61	47,18
Noeud 117	644,27	0,52	692,15	47,88
Noeud 103	650,67	1,03	694,24	43,58
Noeud 120	645,36	1,01	693,21	47,84
Noeud 118	642,51	1,16	692,86	50,35
Noeud 119	639,49	0,75	691,58	52,08
Noeud 10	655,17	0,37	693,02	37,85
Noeud 11	652,29	0,15	692,89	40,60

Chapitre VI : Réseau de distribution

Suite du Tableau

Noeud 13	646,98	1,00	691,93	44,95
Noeud 14	643,25	0,57	691,53	48,28
Noeud 15	641,73	1,19	691,13	49,41
Noeud 20	644,22	0,77	690,96	46,74
Noeud 22	635,67	0,91	690,82	55,15
Noeud 05	651,38	0,34	693,29	41,91
Noeud 43	647,72	0,85	693,14	45,42
Noeud 28	652,74	1,80	693,47	40,73
Noeud 29	654,47	0,49	693,36	38,89
Noeud 06	654,64	0,48	693,30	38,66
Noeud 30	649,76	0,53	693,11	43,35
Noeud 31	649,76	0,47	692,99	43,23
Noeud 32	653,55	0,17	692,81	39,26
Noeud 91	641,54	0,78	694,47	52,93
Noeud 92	641,05	0,48	694,57	53,52
Noeud 93	641,38	0,27	694,68	53,30
Noeud 89	644,38	0,46	694,57	50,19
Noeud 88	652,36	0,38	694,28	41,92
Noeud 86	651,80	0,32	694,22	42,43
Noeud 84	651,82	0,33	694,21	42,39
Noeud 82	652,51	0,41	694,21	41,70
Noeud 81	650,51	1,43	694,29	43,78
ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	LPS	m	m
Noeud 90	651,94	0,78	694,29	42,36
Noeud 83	649,23	0,10	694,17	44,94
Noeud 85	647,07	0,58	694,29	47,22

Chapitre VI : Réseau de distribution

Suite du Tableau

Noeud 87	646,81	0,13	694,13	47,31
Noeud 111	643,09	1,12	691,50	48,41
Noeud 96	648,10	0,16	694,83	46,73
Noeud 66	643,62	0,19	692,86	49,24
Noeud 69	652,02	0,13	693,21	41,19
Noeud 48	643,77	0,30	692,53	48,77
Noeud 49	641,03	0,39	692,82	51,79
Noeud 42	650,18	0,68	693,14	42,95
Noeud 12	653,21	0,97	692,53	39,32
Noeud 23	637,28	0,35	690,69	53,40
Noeud 25	638,14	0,07	690,68	52,53
Noeud 26	636,60	0,14	690,71	54,11
Noeud 37	641,52	0,91	691,03	49,51
Noeud 38	639,38	0,27	690,35	50,97
Noeud 41	652,08	0,40	693,22	41,14
Noeud 16	633,74	1,19	690,45	56,72
Noeud 07	654,15	0,97	693,24	39,09
Noeud 08	655,02	0,82	693,06	38,04
Noeud 53	645,93	0,87	691,95	46,02
Noeud 54	645,46	0,55	692,51	47,05
Noeud 73	730,55	0,00	731,95	1,40
Noeud 74	663,31	0,88	697,46	34,16
Noeud 02	664,66	1,15	697,39	32,74
Noeud 17	636,66	0,20	690,16	53,50
Noeud 18	635,62	0,31	689,43	53,81
Noeud 112	639,62	1,32	691,16	51,54
Noeud 114	639,23	1,44	689,92	50,69

Chapitre VI : Réseau de distribution

Suite du Tableau

Noeud 113	640,13	1,11	690,94	50,80
Noeud 102	642,13	0,97	693,90	51,77
Noeud 75	655,69	2,09	696,45	40,75
Noeud 19	635,92	0,40	690,92	55,00
Noeud 21	642,68	0,19	690,70	48,02
Noeud 24	639,78	0,16	690,53	50,75
Noeud 09	648,94	0,31	692,05	43,11
Noeud 50	638,42	0,77	692,72	54,30
Noeud 60	654,23	0,20	692,94	38,71
Noeud 58	654,55	0,16	693,13	38,58
Noeud 01	697,38	0,00	711,95	14,57
ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	LPS	m	m
Réservoir R1	730,00	-49,54	732,00	2,00
Réservoir R2	710,00	-28,26	712,00	2,00

Chapitre VI : Réseau de distribution

VI.10.2.2. Cas de pointe + incendie :

Le même travail que le cas de pointe et même simulation en tenant compte la majoration du débit nodal du nœud 5.

Conclusion :

À travers ce chapitre nous avons pu faire le dimensionnement de notre réseau de distribution à l'aide du logiciel EPANET qui donne des résultats très clairs.

Pour la ville de BOUCHRAHIL, on a utilisé des conduites de type PEHD d'une pression nominal de 16bars, avec des diamètres nominaux varient entre 40 mm et 315 mm.

Après avoir fait une simulation pour l'année 2035, on a constaté que le réseau de distribution du centre-ville de BOUCHRAHIL peut fonctionner normalement et sans risque d'avoir des problèmes.

Introduction :

Les accidents du travail et les problèmes qui en découlent ont une grande importance sur les plans financiers ; production et surtout humain.

L'essentiel objectif de la sécurité d'un travail sera donc la diminution de la fréquence et la gravité des accidents dans les chantiers

Durant chaque phase de la réalisation d'un projet d'alimentation en eau potable, le risque de produire un accident est éventuellement ouvert, soit dans la phase des travaux de terrassement, soit dans la réalisation des travaux de bétonnage, soit dans les installations électriques ou des installations sous pressions, soit après la finition du projet (travaux d'entretien des pompes, des installations, etc.)

VII.1. Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique :

Généralement les accidents de travail imputables à des conditions dangereuses et actions dangereuses sont causés par deux facteurs :

VII.1.1. Facteurs humains :

- Manque de contrôle et négligence
- La fatigue des travailleurs, agent de maîtrise et les responsables.
- Encombrement dans les différentes phases d'exécution des travaux
- Erreurs de jugement ou de raisonnement.
- Importance durant les différentes phases de réalisation.
- Suivre un rythme de travail inadapté.

VII.1.2. Facteurs matériels :

- Outillage, engins, et machines de travail.
- Nature des matériaux mis en œuvre.
- La difficulté posée lors de l'exécution du travail.
- Les installations mécaniques et électriques.

VII.1.3. Liste des conditions dangereuses :

- Installations non protégées.
- Installations mal protégées.

Chapitre VII : protection et sécurité de travail

- Outillages, engins et machines en mauvais état.
- Protection individuelle inexistante.
- Défaut dans la conception, dans la construction.
- Matières défectueuses.
- Stockage irrationnel.
- Mauvaise disposition des lieux.
- Eclairages défectueux
- Facteurs d'ambiance impropres.
- Conditions climatiques défavorables.

VII.2. Liste des actions dangereuses :

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

VII.3. Mesure préventives pour éviter les causes des accidents :

VII.3.1 protection collective :

a-Engin de levage :

La grue, pipelayers et d'autres engins par leurs précisions et possibilités de manutention variées constituent le poste de travail ou la sécurité n'admet pas la moindre négligence, alors le technicien responsable veillera à :

- affecter des personnels compétents.
- Remblayer le plus rapidement possible les pentes de talus, des fouilles longeant la voie, dès que l'ouvrage sort de la terre.
- Procéder aux vérifications périodiques des engins selon la notice du constructeur.

Chapitre VII : protection et sécurité de travail

- Délimiter une zone de sécurité autour des engins de levage et en particulier à éviter tout stationnement sous une charge levée.

b- Equipement de mise en œuvre du béton :

Pour cet équipement vu son rôle important, le responsable en ce poste doit mettre en évidence les points suivants :

- Orientation rationnelle de la bétonnière.
- Implantation sérieuse et précise de tout équipements (silo, goulettes...etc.)
- Affectation rigoureuse du personnel aux commandes des points clés d'une installation moderne.
- Application stricte des règlements de sécurité.

c- Appareillages électriques :

Pour éviter les risques des appareils électriques, il faut absolument proscrire le bricolage car une ligne ou une installation électrique ne doit pas être placée que par des électriciens qualifiés.

VII.3.2Autres protections :

- Toute tranchée creusée en agglomération ou sur route sera protégée par une clôture visiblement signalée de jour comme de nuit (chutes de personnes et d'engins).

- Eliminer les surcharges en bordures des fouilles.
- Les travailleurs œuvrent à la pioche ou à la pelle sont tenus à laisser une distance suffisante entre eux.

VII.3.3 Protection individuelle :

Les dispositifs de protection individuelle (casque, gant, chaussures, lunettes protectrices,...etc.) sont indispensables pour la protection contre les dangers pendant l'exercice de certaines professions.

Introduction :

L'étude du devis estimatif nous a permis d'avoir une idée sur le coût de réalisation de notre projet, ce calcul consiste à déterminer les quantités de toutes les opérations effectuées sur le terrain, en multipliant le volume des travaux par le prix unitaire.

VIII.1 Méthodes de calcul :

VIII.1.1 Déblais d'excavation :

Le volume des déblais est calculé en fonction des surfaces des coupes en travers sachant que :

$$\mathbf{S_{exc} = b \times H}$$

Où :

S_{exc}: Surfaces de déblais de chaque coupe ;

b: Largeur de la tranchée ;

H : Profondeur de la tranchée.

$$\mathbf{V_{exc} = S_{exc} \times L_{exc}}$$

Où :

V_{exc}: Volume de déblais entre deux consécutives ;

L_{exc}: Distance de la tranchée.

VIII.1.1.1 Largeur de la tranchée :

La largeur de la tranchée doit être en minimum de 0.6 m afin de faciliter les travaux. Elle sera calculée en fonction du diamètre de la conduite, en laissant 0.3 m d'espace de chaque côté de celle-ci.

Dans notre cas, la largeur du fond de la tranchée est calculée par la formule suivante :

$$\mathbf{b = (L \times 2) + D}$$

Où :

b: Largeur de la tranchée en (m) ;

D : Diamètre de la conduite (m) ;

L : Distance entre la conduite et le toit de talus égale à **0.3 m**.

D'où :

$$\mathbf{b = 0,6 + D}$$

VIII.1.1.2 Profondeur de la tranchée :

Elle est déterminée de façon qu'une distance suffisante soit ménagée au-dessus de la génératrice supérieure du tuyau pour assurer la protection de la conduite contre les risques de dégâts qui pourraient éventuellement être causés par le gel, et ceux d'écrasement sous l'effet de charge et de surcharge. La profondeur de la conduite doit aussi permettre la réalisation correcte des branchements particuliers et notamment empêcher toute intercommunication avec les autres conduites. Elle est calculée par la formule suivante :

$$\mathbf{H = e + D + h}$$

Où :

H : Profondeur de la tranchée (m).

e : Hauteur de lit de pose en mètre (e = 0,1m).

D : Diamètre de la conduite (m).

h: Hauteur du remblai au-dessus de la conduite en mètre (entre 0,8m et 1,2m, on prendra h = 0.8m).

D'où :

$$\mathbf{H = D + 0,9}$$

VIII.1.2 Lit de sable :

Les conduites se posent sur un lit de sable de 0.1m d'épaisseur, et ce, tout à la longueur de notre réseau de distribution.

$$\mathbf{Vs = b \times e \times L}$$

Où :

Vs : Volume du lit de sable en (m³)

E : Epaisseur du lit de sable (e = 0,1m) ;

L : Longueur de la tranchée en (m).

VIII.1.3 Volume de la conduite :

La pose des conduites dont la connaissance de la section est emportant pour la détermination du volume des remblais suit l'exécution des déblais de la tranchée et la mise en place du lit de sable.

$$\mathbf{Vc = Sc \times L}$$

Avec :

Sc: section de la conduite en (m²) ;

D : diamètre de la conduite en (m³)

Vc: volume de la conduite en (m³).

VIII.1.4 Remblais compacté :

Le volume des remblais sera le volume des déblais réduit du volume occupé par la conduite et du volume du lit de sable :

$$\mathbf{Vr = Vexc - Vs - Vcon}$$

Avec :

Vr : volume du remblai ;

Vexc: volume du déblai (volume excavé) ;

Vcon: volume occupé par la conduite ;

Vs : volume du lit de sable.

VII.2 Calcul des volumes des travaux de distribution :

VIII.2.1 Déblais d'excavation :

Tableau VIII 1.Calcul de volume de déblai

Diamètre (m)	Li (m)	b (m)	H (m)	Vexc (m3)
40	567,94	0,64	0,94	341,673
75	2011,94	0,675	0,975	1324,108
110	1698,51	0,71	1,01	1218
125	3264,81	0,725	1,025	2426,162
160	705,58	0,76	1,06	568,415
200	1977,83	0,8	1,1	1740,490
250	586,96	0,85	1,15	573,753
315	4413,23	0,915	1,215	4906,298
Total	15226,79			13098,899

VIII.2.2 Lit de sable :

Tableau VIII 2.Calcul du volume de lit de sable

Diamètre (m)	Li (m)	b (m)	e (m)	Vsable (m3)
40	567,94	0,64	0,1	36,348
75	2011,94	0,675	0,1	135,806
110	1698,51	0,71	0,1	120,594
125	3264,81	0,725	0,1	236,7
160	705,58	0,76	0,1	53,624
200	1977,83	0,8	0,1	158,226
250	586,96	0,85	0,1	48,362
315	4413,23	0,915	0,1	403,811
Total	15226,79			1193,471

VIII.2.3 volumes de la conduite :

Tableau VIII 3.Volumes de la conduite

Diamètre (mm)	Diamètre (m)	Li (m)	Surface (m ²)	V _{conduite} (m ³)
40	0,040	567,94	0,00126	0,716
75	0,075	2011,94	0,00442	8,893
110	0,110	1698,51	0,0095	16,136
125	0,125	3264,81	0,0123	40,157
160	0,160	705,58	0,0201	14,182
200	0,200	1977,83	0,0314	62,104
250	0,250	586,96	0,04906	28,796
315	0,315	4413,23	0,07789	343,746
Total		15226,79		514,73

VIII.2.4 Remblais compacté :

Tableau VIII 4.Calcul du volume compacté

Diamètre (mm)	V _{exc} (m ³)	V _{sable} (m ³)	V _{conduite} (m ³)	V _r (m ³)
40	341,673	36,348	0,716	304,609
75	1324,108	135,806	8,893	1179,409
110	1218	120,594	16,136	1081,27
125	2426,162	236,7	40,157	2149,143
160	568,415	53,624	14,182	500,609
200	1740,490	158,226	62,104	1520,16
250	573,753	48,362	28,796	496,595
315	4906,298	403,811	343,746	458,741
total	13098,899	1193,471	514,73	7690,536

VIII.2.5 Récapitulation des volumes des travaux de la distribution :

Tableau VIII 5.Bilan des travaux total de la distribution

	Déblai	Lit de sable	Remblais
Volumes (m3)	13098,899	1193,471	7690,536

VIII.3 Calcul des coûts des travaux :

Le prix unitaire des conduites tient comptes des frais de fourniture, de pose et raccordement des tuyaux posés en fonde de fouille ainsi que les pièces spéciales tel que coude, tés, avec raccordement etc...et toutes sujétions des bonnes exécutions .les accessoires, cependant comme les vannes et les poteaux d'incendies feront l'objet d'une estimation à part.

Le prix unitaire des vannes considère la fourniture et pose des vannes de vidange ou d'incendie, regards en béton armé, tampons en fonte et toute sujétions des bonnes exécutions.

Tableau VIII 6.Coût des travaux de distribution

Désignation des travaux	Volume des matériaux (m3)	Longueur des conduites	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Lit de sable	1193,471	/	1700	2028900,7
Déblais	13098,899	/	380	4977581,62
Remblais	7690,536	/	350	2691687,6
Conduite 40 mm	/	567,94	178,41	101326,175
Conduite 75 mm	/	2011,94	619,20	1245793,25
Conduite 110 mm	/	1698,51	1067,44	1813057,51
Conduite 125 mm	/	3264,81	1381,98	4511902,12
Conduite 160 mm	/	705,58	2258,69	1593686,49
Conduite 200 mm	/	1977,83	2709,92	5359761,07
Conduite 250 mm	/	586,96	4179,34	2453105,41
Conduite 315 mm	/	4413,23	6774,79	29898706,5
Total hors taxe DA				56675508,4
Taxe sur la valeur ajoutée (17%) DA				9634836,43
Le coût total DA				66310344,8

Chapitre VIII : organisation du chantier, devis estimatif du projet

Le coût des travaux de la distribution est de **66310344,8 DA**

Tableau VIII 7.Coût des accessoires

Accessoire de projet	Quantité	prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Vannes PEHD	78	8000	624000
Poteaux d'incendie	1	8500	8500
Total			632500

Le coût des accessoires de réseaux est de **632500 DA**

Tableau VIII 8.bilan total de projet

Coûts	Prix (DA)
Des travaux de projet	66310344,8
Des accessoires	632500
Montant total	66942844,8

Conclusion

L'estimation du coût de notre projet fait observer un montant de **66942844,8 DA**, englobant tous les frais des travaux de la distribution ainsi que les accessoires tel que nous l'avons détaillé dans ce chapitre.

