الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

NATIONAL HIGHER SCHOOL FOR HYDRAULICS

"The MujahidAbdellah ARBAOUI"

المدرسة الوطنية العليا للري
"المجاهد عبد الله عرباوي"
ⵜⴰⵙⴷⴰⵡⵜ ⵜⴰⵏⴰⵎⵓⵔⵜ ⵏ ⵜⵣⵔⵖⵜ ⵏ ⵜⵎⵓⵔⵜ

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : ALIMENTATION EN EAU POTABLE

THEME :

Diagnostic et étude du réseau de distribution d'eau potable de Sidi Ben Diaf ; commune de Beni Oursous. (W.TLEMCEN)

Présenté par :

AMAR Mohammed Ayoub

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
HACHEMI Abdelkader	M.C.A	Président
HADJ SADOK Nabila	M.A.A	Examinateur
AMIRI Djamel	M.A.A	Examinateur
DERNOUNI Fouzia	M.A.A	Examinateur
MOKRANE Wahiba	M.C.B	Promoteur

Session2022/ 2023

Remerciements

Mes remerciements les plus sincères vont à mon professeur MOKRANE Wahiba, qui a accepté de m'encadrer durant la réalisation de ce mémoire de fin d'études, elle était d'un grand apport par ses conseils précieux qui ont enrichis certainement ce travail.

Je remercie aussi tous les professeurs de l'école nationale supérieure d'hydraulique, qui nous ont enseigné, durant le cycle d'étude.

Je remercie aussi les professeurs membre de jury, qui m'ont fait l'honneur d'accepter d'évaluer ce travail.

Enfin, mes remerciements vont à toutes les personnes qui m'ont aidé de loin comme de près pour achever ce mémoire.

Dédicaces

A mes parents

A mes grands parents

A mes frères et sœurs

A mes amis

Ayoub

ملخص

يتلخص الهدف من هذا العمل في دراسة الحالة الراهنة لشبكة إمدادات مياه الشرب في منطقة سيدي بن دياف المنواجدة بولاية تلمسان، وذلك بالتحقق من أدائها حسب طريقة المؤشرات.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن هذه الشبكة مهترئة، وتميزت بفقدان كبير للمياه، لذلك اخترنا تجديد وتوسيع الشبكة، وتم تحقيق ذلك من خلال عمليات المحاكاة بواسطة Epanet ، والحكم على تشغيلها في حالتين: حالة ذروة الاستهلاك وحالة الذروة بالإضافة إلى الحريق.

سمحت لنا عمليات المحاكاة بإجراء تنبؤات الإمداد لمنطقة سيدي بن دياف، بمياه الشرب بحلول عام 2053 بشكل مُرْضٍ وكاف.

Résumé

Le but de ce travail se résumer en l'étude de l'état actuel du réseau d'alimentation en eau potable de la zone de Sidi Bendiaf-Tlemcen, en vérifiant sa performance par la méthode des indicateurs

Les résultats obtenus ont montré que ce réseau est défaillant, marqué par de grandes pertes en eau, nous avons alors opté pour la une rénovation et l'extension du réseau, ceci a été réalisé grâce à des simulations sous Epanet, en jugeant de son fonctionnement en deux cas : cas de point et cas de point plus incendie.

Les simulations nous ont permis de faire des prévisions d'approvisionnement de la localité de Sidi Bendiaf, en eau potable à l'horizon 2053 de façon satisfaisante et suffisante.

Abstract

The aims of this work is summarized in the study of the current state of the drinking water supply system of the locality of Sidi Bendiaf-Tlemcen, by verifying its performance by the method of indicators.

The results obtained showed that this network is failing, marked by large water losses, we then opted for the renovation and extension of the network, this was achieved through simulations under Epanet, judging its operation in two cases: point case and point case plus fire.

The simulations allowed us to make supply forecasts for the locality of Sidi Bendiaf, drinking water by 2053 satisfactorily and sufficiently.

Table des matières

Introduction générale…… 01

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

1. Introduction ……...…. 03
2. Aperçu historique ……..... 03
3. Situation géographique ……..... 03
4. L'Hydrographie ……..……..…… 06
5. La situation géologique 06
6. Situation Topographique..... 07
7. Conditions Climatiques..... 08
8. Situation Démographique..... 10
9. Réseaux Routiers..... 10
10. Réseau électrique..... 11
11. Infrastructure hydraulique..... 11
12. Conclusion..... 14

Chapitre II : Estimation des besoins en eau

1. Introduction..... 16
2. Evaluation de la population de Sidi bendiaf……. 15
3. Evaluation de la population des logements proposés..... 15
4. Evaluation des besoins en eau..... 16

4.1.Débite moyenne journalier..... 16

4.1.1. Besoins pour l'usage domestique du Centre de Sidi Bendiaf..... 16

4.1.2. Besoins pour l'équipement..... 17

4.1.3. Le débit moyen total journalier..... 17

4.2.Le débit moyen total journalier évaluation de la consommation..... 22

5. Bilan..... 23
6. Conclusion..... 23

Chapitre III : Détermination de la Réserve Totale

1. Introduction…….. 25
2. Définition d'un réservoir…….. 25
3. Fonction et Rôles…….. 25
4. Détermination de la Réserve……. 25
5. Emplacement du Réservoir…… 26
6. Dimensionnement du Réservoir…… 26
7. Equipement du Réservoir……..... 27
8. Recommandations……. 28
9. Conclusion……. 29

Chapitre IV : Etude de la conduite d'adduction

1. Introduction…….. 31
2. Types d'adductions…….. 31
3. Etapes à suivre pour un projet d'adduction…….. 31
4. Dimensionnement des paramètres de la conduite…… 36
5. Dimensionnement par le logiciel EPANET……. 38
6. Conclusion…… 41

Chapitre V : Diagnostic du système d'AEP existant

1. Introduction…….. 43
2. Définition……..…….. 43
3. Ressource en eau…….. 43
3.1.Ressources en Eau Souterraines……...…….. 43
3.2.Ressources en Eau Superficielles…….…….. 43
3.3.La station de dessalement……...……..…….. 44
4. Diagnostic de l'adduction……...…….…… 44
5. Diagnostic des ouvrages de stockages……...…….. 45
6. Diagnostic du réseau du centre de sidi Bendiaf……... 45
6.1.Etat de réseau……...…….…….. 45
6.2.Simulation hydraulique du réseau actuel……...…….…… 46

7. Interprétation des résultats de simulation……..…... 58
8. La capacité de stockage……..…..…….…….. 60
9. Conclusion…….....…….…….. 60

Chapitre VI : projection du réseau d'AEP

1. Introduction……...…….…….. 62
2. Présentation des réseaux d'AEP……...…….…… 62
3. Type de réseau de distribution……...……...…… 62
4. Réhabilitation du réseau d'AEP……...…….…… 64
4.1.Objectifs de la réhabilitation……...…….…….…… 64
4.2.Techniques de réhabilitation……...…….…….…… 65
4.3.Techniques ponctuelles ou continues……...…….…… 65
4.4.Techniques destructives ou non destructives…….…….... 65
5. Dimensionnement du Réseau projeté……...……..……..… 65
5.1.Tracée du réseau……...…….. 65
5.2.Choix du Type et Nature du Matériau du Réseau…….. 66
5.3.Hypothèses de calcul et de dimensionnement…….……... 68
5.4.Calcul hydraulique du réseau …… 68
5.5.Résultats de la simulation hydraulique du réseau de distribution projetée…… 72
5.6.Interprétation des résultats……...……...……... 79
6. Conclusion……...……..... 81

Chapitre VII : Pose de canalisation et accessoires

1. Introduction…….. 83
2. Type de pose de canalisation…… 83
2.1.Pose de canalisations dans un terrain ordinaire……...……. 83
2.2.Pose de canalisations dans un terrain peu consistant…… 84
2.3.Pose de canalisations en galerie…… 84
2.4.Pose sans la tranchée……. 85
2.5.Traversée d'une rivière (Oued)……. 86
3. Principe de pose de canalisation……..……..... 87
4. Différentes mises en place des canalisations…… 88
4.1.Mise en Œuvre…….. 88

4.2.Contrôle de l'étanchéité…….…….. 88
5. Equipements en ligne…….…….……..…….. 92
6. Les pièces spéciales……...……...…….. 95
7. Phénomène du coup de bélier……...…….. 97
8. Conclusion……..…… 97

Chapitre VIII : Organisation de chantier

1. Introduction…….…….. 98
2. Définition d'un chantier……....…….…….. 98
3. Les étapes principales d'un chantier……..…….…… 98
4. . Calcul des volumes des travaux…….…… 99
4.1.Calcul du volume du déblai de réseau…….. 99
4.2.Lit de sable……..…….. 101
4.3.Volume de la conduite…….…..…….. 102
4.4.. Remblai compacté…….……..…….…….. 102
4.5.Calcul des volumes des travaux du réservoir projeté……..... 102
5. Devis estimatif……..…….. 106
6. les engins……...…….. 109
7. Planification Des Travaux……..……..…….…….. 111
8. Conclusion…….…….... 116

Conclusion générale …….……..... 117
Bibliographie …… 119
Annexes….. …….. 122

Liste des tableaux

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Tableau n°01 : Température minimale, maximale, et moyenne (2000 -2017)…… 09
Tableau n°02 : Précipitation moyenne mensuelles et annuelles (2000-2017)……. 09
Tableau n°03: Paramètres de qualité de l'eau au niveau des trois points de mesure stations……..... 12
Tableau n°04 : Caractéristique de l'eau .Source : public.iutenligne.net…….. 14

Chapitre II : Estimation des besoins en eau

Tableau n°01 : Evolution de la population du Centre de Sidi Bendiaf…… 16
Tableau n°02 : Besoins en eau potable de la population de Sidi Bendiaf ……... 17
Tableau n°03 : Besoins des différents équipements du village 'centre de Sidi Bendiaf.. 17
Tableau n°04 : Besoins des différents équipements de l'extension……. 18
Tableau n°05 : Evolution de la consommation moyenne journalière totale……..…….. 18
Tableau n°06 : récapitulation des résultats de calcul du débit demandé ……. 20
Tableau n°07 : le bilan des ressources disponibles et les besoin maximale…… 23

Chapitre IV : étude de la conduite d'adduction

Tableau n°01 : Récapitulation de calcul des diamètres ……..…….. 38
Tableau n°02 : Récapitulation des résultats de calcul des diamètres ….…….…… 38
Tableau n°03 : Récapitulation des résultats de simulation ……. 40

Sommaire

Chapitre V : Diagnostic du système d'AEP existant

Tableau n° 01 : Débits en routes dans le réseau existant (source : ADE Remchi) …… 47
Tableau n° 02: Débits aux nœuds dans le réseau existant…… 49
Tableau n°03: Vitesses et pertes de charge dans le réseau existant cas de point……. 52

Tableau n°04: les pressions et les charges dans le réseau existant cas de point …… 53
Tableau n°05 : Vitesses et pertes de charge dans le réseau existant cas de point plus incendie ……... 55
Tableau n°06 : les pressions et les charges dans le réseau existant cas de point plus incendie ……... 57

Chapitre VI : projection du réseau d'AEP

Tableau n° 01 : Calcul de la conduite de distribution ……... 69
Tableau n° 02 : Valeurs des débits en routes et aux nœuds dans le réseau de distribution (Cas de pointe)…….. 70
Tableau n° 03: la Pression et la charge dans le réseau projeté en cas de pointe……. 74
Tableau n° 04: Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté en cas de pointe….. 75
Tableau n° 05: Valeurs des Pression et de la charge dans le réseau projeté cas de pointe + incendie…… 77
Tableau n°06: Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté cas de pointe plus incendie …… 78

Chapitre VII : Pose de canalisation et accessoires.

Tableau n°01 : Diamètre de la conduite à vidanger et leur Diamètre de la purge ou de vidange…… 93

Chapitre VIII : Organisation de chantier

Tableau n°01 : Calcul du volume de déblai du réseau……. 102
Tableau n°02 : Calcul du volume du lit de sable. ……..……. 102
Tableau n°03: Calcul du volume des conduites. ……. 103
Tableau n°04 : Calcul des volumes des déblais pour le réservoir projeté et la chambre de manœuvres. …….……...……. 104
Tableau n°5 : Calcul du volume tout-venant pour le réservoir. ……..…… 104
Tableau n°6 : Calcul du volume du béton de propreté pour le réservoir……. 105
Tableau n°7 : Calcul du volume du béton armé pour le réservoir……... 105
Tableau n°8 : Calcul du volume du béton armé pour la coupole du réservoir…….…… 106
Tableau n°9 : Calcul du volume du béton armé de la chambre de manœuvre……. 106
Tableau n°10 : Coût des travaux du réservoir projeté ……. 106
Tableau n°11: Devis estimatif et quantitatif de projet. ……... 108
Tableau n°12 : Durée de réalisation des opérations de l'adduction. …….…….. 111
Tableau n°13 : les opérations des travaux d'adduction …….……...……. 112
Tableau n°14 : Durée de réalisation des opérations des réservoirs. …….…….. 113
Tableau n°15 : les opérations des travaux de réservoir. …….……..…….. 114
Tableau n°16: Durée de réalisation des opérations de la distribution…….……. 115
Tableau n°17: les opérations des travaux de distribution …….……..…… 115

Table des figures

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Figure 01 : Carte de découpage administratif des communes de la wilaya de Tlemcen extrait de: gifex.com.……...…….. 05
Figure 02 : La situation de Sidi Bendiaf (source Google Earth 2023)…… 06
Figure 03 : La situation géologique de Sidi Bendiaf Extrait de la carte géologique (1/200 000)……... 07
Figure 04: Situation topographique de sidi ben diaf Extrait de la carte topographique (Nemours 1/100000)……... 08

Chapitre II : Estimation des besoins en eau

Figure 01 : Graphique de consommation de l'agglomération……. 21
Figure 02 : Courbe de consommation cumulée……... 21
Figure 03 : Graphique de consommation future de l'agglomération……... 22
Figure04 : Courbe de consommation future cumulée……. 22

Chapitre III : Détermination de la Réserve Totale

Figure01 : Equipment d'un réservoir d'eau potable…… 28

Chapitre IV : étude de la conduite d'adduction

Figure 01: le schéma du tracé de la conduite d'adduction extrait de Google earth……. 34
Figure 02:Schéma de l'adduction…… 39
Figure 03:Exemple de saisie des données des tuyaux……. 39
Figure 045: Réussite de la simulation 40

Chapitre V : Diagnostic du système d'AEP existant

Figure 01: Photos de fuite dans une partie de l'adduction de sidi bendiaf (source ADE Remchi)……..……..…… 45
Figure02 : Photos des fuites dans le réseau de sidi bendiaf (source ADE Remchi)……..……..…….. 46
Figure 03: Le réseau existant de Sidi Ben Diaf…….. 51
Figure 04 : La répartition des vitesses dans le réseau…..…….. 59
Figure05: La répartition des pressions dans le réseau……. 59

Chapitre VI : Projection du réseau d'AEP

Figure 01: Schéma descriptif d'un système d'AEP [01]……..…… ……. 62

Figure 02 : Schéma d'un réseau ramifié……..…… 63
Figure 03 : Schéma d'un réseau maillé…….…..…… 63
Figure 4: Le nouveau réseau de la ville de SIDI BENDIAF et l'extension sur Epanet.……...…… 67
Figure 05 : La simulation du réseau de la ville de SIDI BENDIAF et l'extension sur Epanet (cas de pointe)…….…….….. 73
Figure 06 : La simulation du réseau de la ville de SIDI BENDIAF et l'extension sur Epanet (cas de pointe + incendie)……...…… 76
Figure 07 : Secteurs de pourcentages de vitesse dans le cas de pointe et pointe plus incendie…….…… 79
Figure 08 : Secteurs des pressions de réseau pour les deux cas (pointe et pointe plus incendie) ……..…… 80
Figure 09 : Secteurs de pourcentages des diamètres dans le réseau ……..…. 80

ChapitreVII : Pose de canalisation et accessoires

Figure 1 : Schéma descriptif de pose de canalisation dans un terrain ordinaire Source [6]……..……...…… 84
Figure 02 : Pose de canalisations dans un terrain peu consistant [4]……..……..…… 85
Figure 03 : Pose de canalisations dans un terrain marécageux Source : [7]... 85
Figure0 4 : Procédé par forage [3]……..…… 85
Figure 05 : Coupe 3D de Pose de conduites source [12]……. 89
Figure 06 : Ventouse [18]…….……. 92
Figure 07 : Clapet anti-retour [13]……..……. 93

Chapitre VIII : Organisation de chantier

Figure 01 : Schéma d'une tranchée source [05]……. 101
Figure 02 : Image de Pelleteuses source [17]…… 109
Figure 03 : Chargeuses sur pneus source [14]…… 109
Figure 04 : Compacteur source. [15]…….. 110
Figure 05 : Grue [16]……. 110

Figure 06 : Grille de calcul..... 111
Figure 07 : Réseau a nœud des travaux d'adduction)..... 114
Figure 08 : Réseau a nœud des travaux de réservoir..... 114
Figure 09 : Réseau a nœud des travaux de distribution..... 116

Liste des planches

Planche 01: Plans De Masse Avec Le Réseau D'aep Existant De Sidi Bendiaf (W.TAMCEN)

Planche 02: Plans De Masse Avec Le Réseau D'AEP Projeté De Sidi Bendiaf (W.TAMCEN)

Planche 03: Plan De Masse Avec Le Réseau D'AEP De L'extension De Sidi Bendiaf (W.TAMCEN)

Planche 04: Plan De Tracé De La conduite D'adduction et Le Profil En Long.

Planche 05: Cahier Des Nœuds

Introduction générale

La disponibilité de l'eau potable est nécessaire à la vie de tous les êtres vivants, à cette règle, l'homme n'échappe pas, ceci nous pousse à penser que sa disponibilité nécessite une distribution équitable à toute la population, de façon à ce qu'elle rende la vie du citoyen plus agréable, de là l'Algérie a donné beaucoup d'importance à la réalisation de réseaux d'eau potable afin d'améliorer les infrastructures urbaine et rurale visant à approvisionner la population en eau potable.

Cependant, il convient de signaler que de nombreux problèmes peuvent surgir devant l'exploitation d'un réseau d'eau potable, notamment le vieillissement du réseau mais aussi l'extension de l'agglomération et l'augmentation du nombre d'habitants, où il devient insuffisant.

Notre travail consiste donc à faire le diagnostic et l'étude du réseau de distribution d'eau potable de l'agglomération de Sidi Bendiaf ; sise la commune de Beni Oursous, dans la wilaya de Tlemcen, dans le but d'améliorer son fonctionnement et d'assurer une meilleure satisfaction en eau potable de la zone d'étude, cité plus haut.

Grace à l'Epanet, logiciel de simulation, nous parvenons à réaliser plusieurs configurations du réseau, dans le souci de choisir la configuration optimale, qui assure les débits, les diamètres, les pressions et les vitesses les plus convenables possibles.

Dans le chapitre I, que nous avons intitulé : présentation de la zone d'étude, nous présentons un aperçu de la zone de Sidi Bendiaf, en précisant sa situation géographique.

Le chapitre 2 va faire l'objet de l'estimation des besoins en eau de la dite région .

Au chapitre 3, nous allons avons cherché à déterminer la réserve totale en eau potable, alors que le chapitre 4 va être réservé à l'étude de la conduite d'adduction, avec simulation au moyen de l'Epanet.

Le chapitre 5, va faire l'objet du diagnostic du système d'alimentation en eau potable existant, et le calcul hydraulique du réseau actuel.

Au chapitre 6, nous allons étudier la projection du réseau d'alimentation en eau potable avec une approche de la réhabilitation du réseau existant ainsi que le dimensionnement du réseau d'alimentation en eau potable projeté.

Alors que dans le chapitre 7, nous allons aborder la pose de canalisation, et les accessoires et les pièces spéciales, pour finir nous allons procéder au un calcul du temps et du coût de notre projet au chapitre 8.

Chapitre I

Présentation de la zone d'étude

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

1. Introduction:

Chaque région ou même chaque localité possède ses propres caractéristiques géographiques, topographiques, climatiques et démographiques… et qui influencent directement la nature et la quantité des besoins en eau à satisfaire.

Dans ce chapitre, nous allons présenter une étude de reconnaissance de la zone d'étude de la ville Sidi Bendiaf.

2. Aperçu historique

La région de Beni Oursous est habitée par des populations berbères depuis le néolithique ce dont témoigne la découverte d'os d'antilopes, des poteries, et des haches. Les Phéniciens ont occupé le site vers 200 av J-C, puis les Romains qui ont construit des campements aux sommets des montagnes pour surveiller les navires qui se dirigeaient vers Honaïne et Ghazaouet.

Sous l'administration française débuté en 1843,Béni Oursous a été divisée en deux communes pendant la période coloniale sous le nom de Berkioua et Ouled Deddouche, ces deux communes ont été distraites de la commune mixte de Nemours (Ghazaouet) jusqu'en 1880 où elles sont rattachées à la commune mixte de Remchi, puis à Béni Saf après la suppression de la commune mixte de Remchi en 1956.

En 1963, les deux communes de Berkioua (actuellement la localité de Bordj Arrima) et d'Ouled Deddouche (actuellement la localité de Sidi Bendiaf) ont été réunies en une seule commune de Béni Oursous. Cette dernière fait partie de la daïra de Béni Saf jusqu'en 1974 où elle est intégrée à la daïra de Remchi

3. Situation géographique :

Commune de Béni Oursous :

Béni-Ouarsous est une commune de la wilaya de Tlemcen au Nord -Ouest de l'Algérie. D'après le plan d'aménagement de la wilaya (PAW) de Tlemcen, la commune de Beni Oursous fait partie de l'unité d'aménagement des monts des Traras, elle est concernée donc par l'option des zones montagneuses.

Le territoire de la commune de Béni Ouarsous est situé au Nord de la wilaya de Tlemcen et s'étend sur une superficie de 171 km^2, ce qui la caractérise comme l'une des plus vastes communes de la wilaya. La ville de Bordj Arrima, chef-lieu de la commune, est située à 12 km au Nord-Ouest de Remchi et à environ 30 km à vol d'oiseau au Nord-Ouest de Tlemcen.

La commune de Béni Oursous est limitée :

- Au Nord par la commune de Béni Khellad
- A l'Est et au Nord Est par la Commune de Remchi
- Au Nord-Ouest par la Commune de Honaine (commune côtière)
- A l'Ouest par la Commune de Nedroma
- Au Sud par la commune de Fellaoucéne
- Au Sud Est par la commune de Zénata
- Au Sud Ouest par la commune d'Ain Kébira

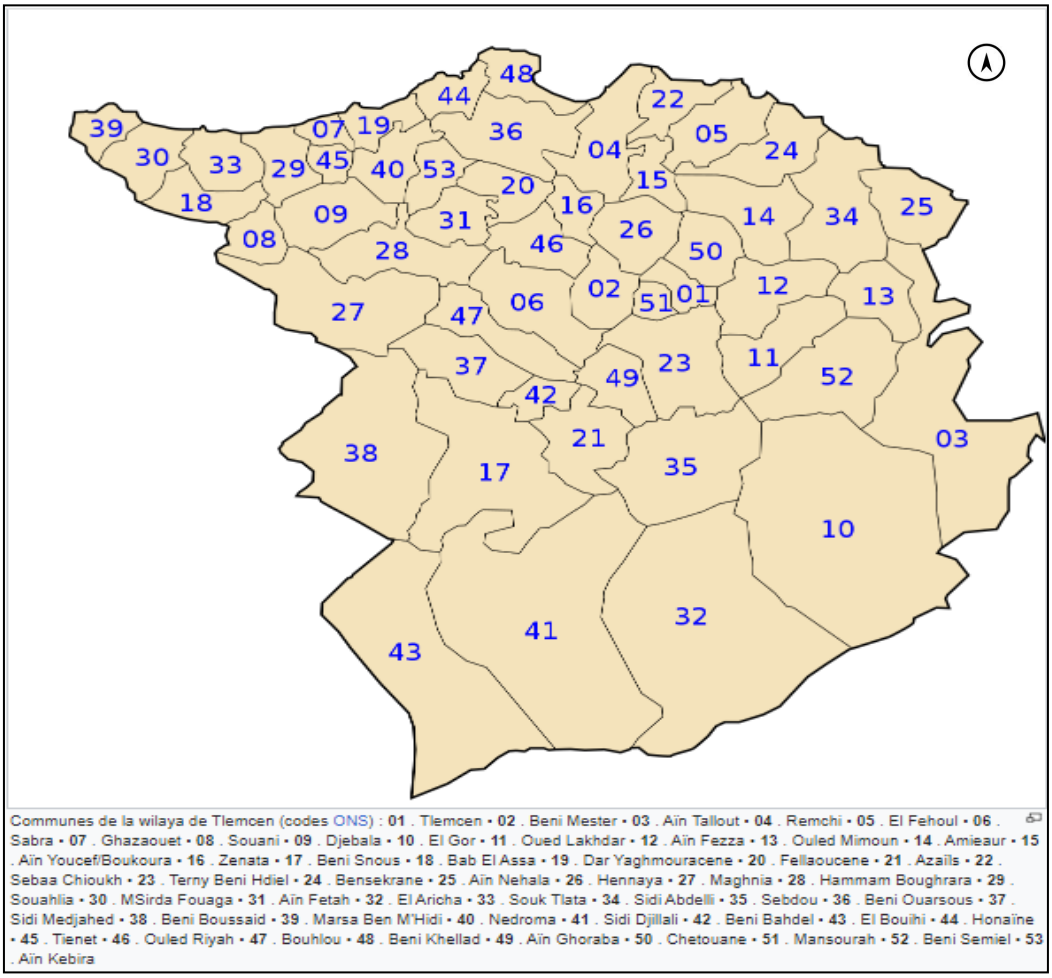


Figure 6 : Carte de découpage administratif des communes de la wilaya de Tlemcen (extrait ONS)

Sidi bendiaf :

La localité de Sidi Bendiaf se situe à environ 40 Km au Nord du chef-lieu de la wilaya de Tlemcen, à 06 Km du chef-lieu communal de Bordj Arima, à 20 Km du port du Honaïne et à 20 Km Au Nord Ouest de Remchi. Elle relève administrativement de la commune de Béni-Ouarssous.

La délimitation géographique de la zone concernée par l'étude est indiquée dans la figure n°02



Figure 7 : La situation de Sidi Bendiaf (source Google Earth 2023)

4. L'Hydrographie :

Le principal cours d'eau traversant la commune est l'oued Boukiou (20 km) et irrigue un bassin de 90 km2 ainsi que l'oued Khiar (appelé aussi oued Dahmane).

La commune est traversée par deux principaux cours d'eau, Oued Dahmane et Oued Boukiou. Ils sont alimentés par de nombreux Oueds (Oued Khiar, Oued Chiha, Oued Azaba, etc...).

5. La situation géologique :

Concernant le sol, au niveau des vallées il est composé d'alluvions formées par des dépôts de sédiments très fertiles, tandis qu'au niveau des collines, plateaux et piémonts il est de composition argilo-marneux[1]

[1] L'argilo-marneux est un terme utilisé en géologie pour décrire un type de sol particulier. Ce sol se caractérise par la présence combinée d'argile et de marne dans sa composition.

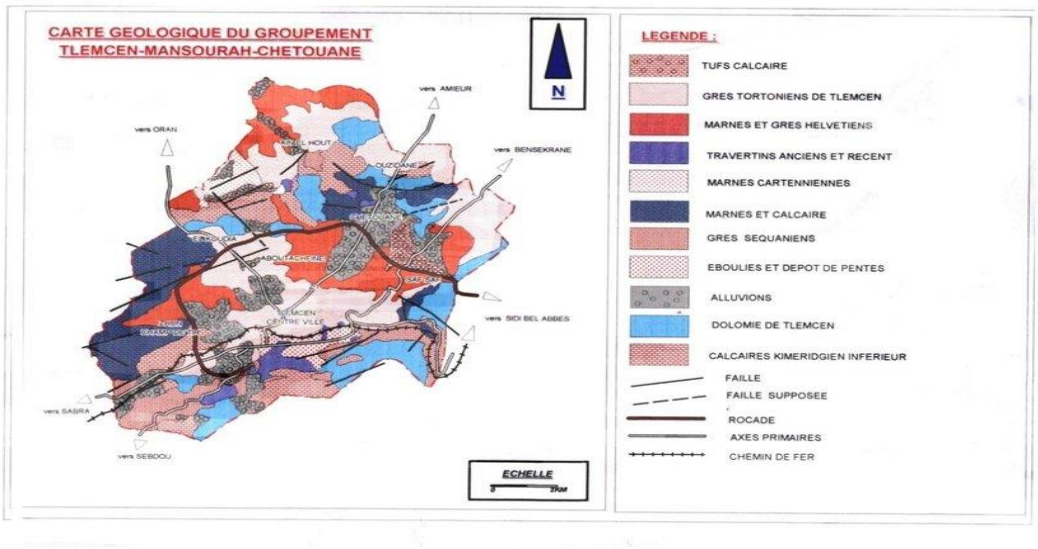


Figure 8 : la situation géologique de Sidi Bendiaf Extrait de la carte géologique de Tlemcen

Le sol est constitué par un terrain assez favorable de point de vue géologique avec de légères alternances de formations calcaires et gréseuses

6. Situation Topographique :

Béni Ouarsous est située dans une région montagneuse du massif oriental desmonts des Trara, à une altitude moyenne variant de 200 m à 900 m.

Deux unités morphologiques bien distinctes caractérisent le milieu physique de la commune de Béni Oursous.

- La partie occidentale constituant une zone de montagne, accidentée et boisée.
- La partie orientale constituant la zone des vallées, collines et replats.

Dans l'ensemble le relief de la commune de Béni Oursous est très accidenté.

La configuration générale du périmètre d'étude renferme un relief en pente plus au moins forte



Figure 9: Situation topographique de sidi ben diaf Extrait de la carte topographique (Nemours 1/100000)

7. Conditions Climatiques :

Le climat de notre région est de type méditerranéen. Ce dernier se traduit par une latitude moyenne avec des hivers pluvieux et doux et des étés chauds et secs (KOPPEN, 1936).

La collecte des données climatiques repose essentiellement sur des travaux déjà réalisés (PDAU, POS et Etudes hydrauliques), ainsi que sur des données, fournies par l'office national de la météorologie sur de la station de Zénata qui est la plus proche et donc la plus représentative.

La zone d'étude appartient à l'étage bioclimatique semi aride frais caractérisé par une faiblesse des précipitations et leur irrégularité. Il est marqué par deux saisons :

- Hiver doux avec des gelées printanières fréquentes : une saison pluvieuse qui se prolonge d'e Octobre jusqu'au mois de Mai,
- Eté chaud et sec : une saison qui s'étale du mois de Juin jusqu'au mois de Septembre

Remarque : Depuis plus de deux décennies, le climat semi-aride n'est plus représentatif de la zone.

Températures :

La température moyenne interannuelle de l'air qui règne la région est de 17,4°C.

Tableau n°01 : Température minimale, maximale, et moyenne (2000 -2017)

	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Janv.	Fev.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Moy
Minima	**15,7**	**12,5**	**8,2**	**5,2**	**4,6**	**4,8**	**6,4**	**8,1**	**11,8**	**15,4**	**18,4**	**19,4**	**10,88**
Maxima	**28,6**	**25,1**	**20,1**	**17,1**	**16,3**	**17,0**	**20,0**	**21,4**	**25,4**	**29,8**	**33,6**	**34,0**	**24,03**
Moyenne	**22,15**	**18,8**	**14,15**	**11,15**	**10,45**	**10,9**	**13,2**	**14,75**	**18,6**	**22,6**	**26,0**	**26,7**	**17,43**

D'après les données climatiques des stations météorologiques : le mois de janvier est le plus froid,

D'après le tableau des températures moyennes mensuelles et annuelles : le mois d'août et juillet sont déterminés comme les mois les plus chauds

Precipitations

A partir de précipitation de deux stations météorologiques de la région, qui sont la station de Zenâta (wilaya de Tlemcen) et celle de Béni Saf (wilaya d'Ain Témouchent) pour la période (2000-2017)

Les précipitations moyennes annuelles sur une longue période pour la zone d'étude varient en moyennes de 295,85mm à 474 mm.

Tableau n°02 : Précipitations moyennes mensuelles et annuelles (2000-2017)

Stations	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Annuelle (mm)
Zénata	**40,7**	**32,7**	**26,6**	**29,2**	**20,2**	**4,2**	**0,35**	**4,4**	**17**	**32,1**	**47,8**	**40,6**	**295,85**
Béni Saf	**49 ,6**	**39,9**	**31**	**48,9**	**16,4**	**3,9**	**1**	**3,3**	**20,8**	**37,1**	**65,6**	**44,9**	**362,4**

0n constate a estimé que les mois de juillet et Août sont les plus sec, vu que les précipitations estivales de deux station dans les deux mois de juillet et août sont très faibles, **(maximum de 11mm)**

Les Vents :

Les vents Nord-Ouest d'Automne et d'Hiver ont une durée de deux à trois jours et les vents d'été sous forme de Sirocco (de Juin à Août), soufflent avec la même fréquence. La puissance des vents varie de 20 à 60Km/h.

Les Gelées :

Les gelées d'hiver apparaissent aux mois de décembre et janvier avec une durée moyenne de deux à trois jours. Les gelées tardives ont la même fréquence et apparaissent entre la fin du mois de février et au début du mois de mars.

Les Neiges :

La neige est très rare dans la région et fond très rapidement dans le cas où elle tombe.

L'Humidité :

L'humidité de l'air est assez importante du mois d'octobre au mois de mars.

8. Situation Démographique :

Selon le recensement général de la population et de l'habitat de 2008, la population de la commune de Béni Oursous est évaluée à 12 110 habitants contre 11 018 en 1982, la densité est plus de 70 habitants par km^2. Le taux d'accroissement annuel moyen est de 2.5 %. La majorité de la population est concentrée dans le seul centre urbain Bordj Arrima qui compte plus de 8 000 habitants la deuxième localité sidi ben diaf de 2000 habitants, le reste de la population est éparpillée sur des petites localités qui sont, Tizaghene et Boukiou pour les plus importantes.

9. Réseaux Routiers :

- Le réseau routier de la commune de Beni Oursous est composé de :
- La RN98 axe longeant la vallée de Boukiou vers Ghazaouet sur une distance de 40 Km.
- Le CW 103 qui débute de la RN35 et dessert l'ensemble des agglomérations en se ramifiant en deux chemins secondaires :
  - CW 103A: reliant Bordj Arima à Sidi Bendiaf
  - CW 103B: reliant Tizaghene et Bordj Arima en continuant vers Honaïne.

Le reste du réseau routier est composé de chemins vicinaux :

- CV1: Souk Larbaa au CW 103,
- CV2: Zenaina au CW 103,

- CV3: Sidi Bendiaf au CW 103,
- CV4 : Zaghou au CW 103,
- CV5: Ouled Hadj Messaoud.

10. Réseau électrique:

L'électrification domestique de la commune est assurée par la ligne de moyenne tension Gharaouet- Remchi.

11. Infrastructures hydraulique :

Réseaux d'AEP :

L'ensemble des centres de la commune est desservi en eau. L'alimentation se fait par réseau de distribution de type mixte. Les canalisations sont de nature différente (Acier, PEHD, et autres). La fréquence de distribution est actuellement de 1/3j.

Réseaux Assainissement :

Tous les centres de la commune sont assainis où l'évacuation des eaux usées domestiques et eaux pluviales se fait par des réseaux de type unitaire vers les milieux naturels

Ressources en Eau Souterraines :

L'espace communal de Beni Oursous offre d'important aquifère d'eau souterraine, emmagasinée dans les formations calcaires et gréseuses des massifs montagneux des Traras.

Les nappes alluviales alimentées par les écoulements des Oueds (Boukiou, Dahmane) permettaient de capter l'eau par puits de faible profondeur à l'ensemble des usagers. Ain El Hammam

Ressources en Eau Superficielles :

Sur le plan des ressources superficielles, trois (03) retenues colinéaires ont été réalisées mais rapidement envasées en raison de l'absence d'entretien et de gestion de ces ouvrages;

Les exploitations agricoles se lancent dans la recherche des écoulements souterrains faisant du lit d'Oued un véritable gruyère.

Ouvrages de Stockage :

Pour l'agglomération secondaire ''Sidi Bendiaf'' : réservoir semi enterré de 150m^3

Qualité de l'eau

Le tableau ci-dessous représente les différents paramètres de qualité au niveau des trois stations de mesure introduisant dans le modèle QUAL2K pour le mois de janvier 2011.

Tableau n°03: Paramètres de qualité de l'eau au niveau des trois points de mesure stations (160727 ; 160728), (ANRH ORAN, ONA) janvier 2011

Paramètres de qualité (janvier 2011)	Temp (c°)	PH	Cond (µmhos)	O2 (mg/l)	DBO (mg/l)	NO3 (mg/l)	NH4 (mg/l)
1ere station	14.5	7.8	1234	6.1	15.4	7	4.25
2 éme station	13	7.6 5	1080	6.1	21	7.92	9.72
3éme station	12	8.5	1120	8.5	5.80	6	0.11
Normes OMS	<25 c°	Optimum entre 6.5 et 9.5	2000 uSl/cm	>=5 mg/l	>20mg/l	50 mg/l	>0.2 mg/l

Les principaux descripteurs de la qualité de l'eau qui permettent de l'évaluer et de détecter des altérations sont :

- La température :

C'est le facteur écologique le plus important, car elle conditionne la teneur en oxygène dissous dans l'eau, ainsi le degré de saturation de l'eau en oxygène dissous est inversement proportionnel à sa température.

- Potentiel d'hydrogène (pH) :

C'est un paramètre chimique caractérisant l'acidité ou la basicité d'un milieu, Il résulte de la composition ionique de l'eau. En théorie, le pH est défini comme le cologarithme décimal de l'activité de l'ion H^+, il dépend de la teneur en dioxyde de carbone; c'est à dire une modification de CO2 (Respiration, photosynthèse, échange air- océan) entraînera donc une modification du pH, dont la valeur conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques et dépend de l'origine des eaux, de la nature géologique du lit et du bassin versant.

- Conductivité :

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes métalliques. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau.

- Turbidité :

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. Elle traduit la présence de particules en suspension et les matières colloïdales dans l'eau (débris organiques, argiles, limons, grains de silice, organismes microscopiques...).

- Matières en suspension (MES) :

En plus des substances dissoutes, l'eau contient des matières en suspension d'origines minérales ou organiques, de nature biogénique, terrigène, éolienne ou météoriques. Elles sont de dimensions très variables et comportent tous les composés ayant un diamè tre supérieur à 0.45µm, elles peuvent être un indice de pollution.

- La Demande Biochimique en Oxygène (DBO) :

Elle correspond à la quantité de dioxygène nécessaire aux micro-organismes aérobies de l'eau pour oxyder et dégrader par voie biochimique les matières organiques biodégradables, dissoutes ou en suspension dans l'eau. Cette mesure traduit donc indirectement la fraction biodégradable dans l'eau et représente assez fidèlement le processus de dégradation naturel.

- La Demande Chimique en Oxygène (DCO) :

Elle exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder ou dégrader la matière organique (biodégradable ou non) d'une eau, elle permet donc d'évaluer la quantité totale de pollution organique. L'oxydation est réalisée par un oxydant chimique énergique ayant urpouvoir puissant : le bichromate de potassium.

Interprétation :

D'après la comparaison des résultats de l'analyse de la qualité de l'eau présentés dans le tableau ci-avant, nous déduisons que l'eau est moyennement agressive et qu'elle répond aux normes OMS en général.

- *Infrastructures touristiques :*

La commune renferme de grands réservoirs de biodiversité, compte tenu de leur richesse floristique, touristique et paysagère.

Les Traras recèlent d'importants atouts pour le développement du tourisme de montagne, notamment dans les alentours du mont de Sidi Sofiane.

12. Conclusion

Ce chapitre nous a permis de déterminer les données nécessaires concernant la zone d'étude du point de vue démographie ainsi que la situation hydraulique. Ces données nous serviront comme données de base pour entamer notre étude du projet.

Chapitre II

Estimation des besoins en eau

Chapitre II : Estimation des besoins en eau.

1. intoduction :

L'objectif principal de ce chapitre est l'estimation des besoins en eau potable de la zone d'étude à l'horizon 2053. Ceci, en tenant compte de l'évolution de la population et des les équipements à l'horizon futur. D'autre part et pour atteindre notre but, il va être nécessaire d'adopter une dotation adéquate de consommation domestique ou de service.

2. Evaluation de la population de Sidi Bendiaf

L'estimation de la population se fait par la relation des accroissements infinis de Tabassaran :

$$P_F = P_A\,(1+\alpha)^N$$

P_F : population future

P_A : population actuelle (Centre de Sidi Bendiaf)

α : taux d'accroissement démographique

N : nombre d'années d'estimation

En se basant sur le recensement de 2008, et d'après les renseignements recueillis auprès de l'APC de Béni Oursous, Sidi Bendiaf a été de 2002 habitants avec un taux d'accroissement moyen annuel de 1.8 %.(P.D.A.U Remchi) Ainsi, la population est estimée moyennant la formule ci-dessus et les résultats sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Tableau n°01 : Evolution de la population du Centre de Sidi Bendiaf

Année	2008	2023	2053
Population	2002	2616	4468

3. Evaluation de la population des logements proposés

Selon le plan d'aménagement, 516 logements sont proposés sur une superficie de 63682 m^2 , alors que la superficie restante va recouvrir les différents équipements.

Afin d'estimer le nombre d'habitants du lot A, nous adoptons une moyenne de six (06) personnes par foyer et en considérant le plan d'aménagement proposé, la population va être de 3096 habitants.

En conséquence, la population totale de Sidi Bendiaf, en 2053, est de 7564 habitants.

4. Evaluation des besoins en eau

La norme de consommation est définie comme étant la quantité quotidienne d'eau que doit utiliser l'individu dans ces différents besoins à savoir la consommation habituelle. Elle est généralement évaluée en litre par habitant et par 24 heures.

La dotation dépend essentiellement du :

- Niveau de vie de la population et de ses habitudes.
- Nombre d'habitants.
- Développement urbain et sanitaire de la ville.
- Des ressources existantes.

En concordance avec l'état des ressources en eau sur l'ensemble du territoire Algérien, nous adoptons une dotation domestique de 150 l/j/hab.

4.1. Débit moyen journalier :

Les différentes consommations mensuelles, journalières et horaires sont les causes essentielles de la variation de débit:

4.1.1. Besoins pour usage domestique du Centre de Sidi Bendiaf

Ces besoins sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau n°02 : Besoins en eau potable de la population de Sidi Bendiaf

Année	2023	2053
Besoin moyen [l/j/hab]	392400	1134600

4.1.2. Besoins pour l'équipement

Les besoins en eau des différents équipements du village 'centre de Sidi Bendiaf ' et de l'extension sont présentés dans les tableaux ci-après.

Tableau n°03 : Besoins des différents équipements du village 'centre de Sidi Bendiaf.

Equipement	Capacité	Dotation	Besoin 2023 l/j
Mosquée	500	30 l/j/unité	15000
Ecole	235	80 l/j/unité	18800
CEM	380	80 l/j/unité	30400
Bibliothèque	120	30l/j/unité	3600
APC	20	30l/j/unité	600
Gendarmerie	125	60l/j/unité	7500

Stade	400	60l/j/unité	24000
Salle de soin + maternité rurale	150	30l/j/unité	4500
La somme	-	-	104400

Tableau n°04 : Besoins des différents équipements de l'extension.

Equipement	La surface	Dotation	Besoin 2023 l/j
Mosquée	1583	10 l/j/m²	15830
Salle de soin + maternité rurale	1995	10 l/j/m²	19950
Ecole	3727	5 l/j/m²	18635
CEM	6214	5 l/j/m²	31070
Bibliothèque	1980	3 l/j/m²	5940
Air de jeu	1175	3 l/j/m²	3525
Equipements de service	2696	3 l/j/m²	8088
La somme	-	-	103038

Les besoins des différents équipements de Sidi Bendiaf et de l'extension sont évalués à 207438 l/j pour l'horizon actuel et vont être de 599495,82 l/j à l'horizon futur.

4.1.3. Le débit moyen total journalier évaluation de la consommation :

Il est donné, en considérant la consommation de toutes les catégories ($Q_{moyj} = \sum \boldsymbol{q}$)

Tableau n°05 : Evolution de la consommation moyenne journalière totale.

	Besion2023 (m^3/j)	Besoin 2053 (m^3/j)
Usage domestique	300.3	1134.6
Equipement	207.4	599.5
La somme	507.7	1734.1

1- Pertes dans le réseau :

Dans le but de compenser les fuites au niveau de la conduite d'adduction, et du réseau de distribution, qui varient selon le type de conduite, la vétusté, la nature du terrain et la qualité

d'entretien, nous optons pour une majoration de 15% ; donc le débit moyen journalier devient :

Pour 2023 : $Q_{moy\ j}$ =583.86 m^3/j

Pour 2053 : $Q_{moy\ j}$ =1994,22 m^3/j

2- Débit maximum journalier :

L'estimation du débit journalier maximal est fonction du coefficient d'irrégularité de la consommation journalière définit par le rapport de la consommation journalière maximale « C_{jmax} » et la consommation journalière moyenne « C_{jmoy} », Kj est définit par la relation :

$$K_j = \frac{C_{j\max}}{C_{j\,moy}}$$

Le coefficient K_j varie entre 1,1 et 1,3, nous prenons K_j = 1,2

$$Q_{J\max} = K_J . Q_{J\,moy}$$

Pour 2023 : $Q_{max\ j}$ =700.63 m^3/j

Pour 2053 : $Q_{max\ j}$ =2393.06m^3/j

3- Débit minimum journalier :

Ce coefficient K min varie entre0.7 et 0.9 ; nous prenons K min= 0.8.

Pour 2023 : $Q_{min\ j}$ = 467.08 m^3/j

Pour 2053 : $Q_{min\ j}$ = 1595.38 m^3/j

4- Débit moyen horaire :

Le débit moyen horaire est donné par la formule suivante :

$$\mathbf{Qmoy\ h} = \frac{\mathbf{Qmax\ j}}{\mathbf{24}}$$

Avec :

Qmoy h: Débit moyen horaire en m3 /h

Qmax j: Débit maximum journalier en m3 /j

Pour 2023 : $Q_{moy\ h}$ = 29.19 m^3/j

Pour 2053 : Q_{moy} h= 99.7m^3/j

5- Débit maximum horaire :

Ce paramètre est évalué sur la base du coefficient d'irrégularité de la consommation horaire définit par le rapport de la consommation horaire maximale « C_{hmax} » et la consommation horaire moyenne « C_{hmoy} », tout en tenant compte des variations horaires du débit. Il est définit par la relation :

$$K_h = \frac{C_{h\max}}{C_{h moy}}$$

Ainsi le débit maximal horaire est exprimé par l'expression suivante :

$$Q_{h\max} = \frac{K_h . Q_{j\max}}{24} (m^3/h)$$

Le coefficient K_h est donné par la relation :

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

α_{max} : coefficient qui dépend du confort sanitaire, son domaine de variation est de 1,2 à 1,6 nous le considérons égal à la valeur moyenne 1,3

β_{max} : coefficient qui varie en fonction de la population à desservir

Population	>1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	50000	100000	300000	$<10^6$
β_{min}	0,10	0,10	0,10	0,20	0,25	0,40	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00
β_{max}	2.0	1,80	1,60	1,50	1,40	1,30	1,20	1,15	1,10	1,05	1,00

D'apprêt le tableau :

Pour 2023 : K_h= 2.21 ; $Q_{max\ h}$ = 64.51 m^3/h

Pour 2053 : K_h= 1.82 ; $Q_{max\ h}$ = 181.45m^3/h

6- <u>Débit minimum horaire :</u>

Ce coefficient permet de déterminer le débit minimum journalier. Kmin varie entre0.7 et 0.9

Pour 2023 : K_h=0.8; $Q_{max\ h}$ = 23.35 m^3/h

Pour 2053 : K_h=0.8; $Q_{max\ h}$ = 79.76 m^3/h

Tableau n°06 : Récapitulation des résultats de calcul du débit demandé

Débits	année 2023	année 2053
Débit moyen journalier	583.86	1994,22
Débit maximum journalier	700.63	2393.06
Débit minimum journalier	467.68	1595.38
Débit moyen horaire	29.19	99.7
Débit maximum horaire	64.51	181.45
Débit minimum horaire	23.35	79.76

7- Etude de la consommation horaire :

Le débit horaire d'une agglomération est lié directement à l'importance et le nombre de ses habitants. Nous trouvons dans les tableaux n°01 et n°02 (Annexe) la répartition horaire du débit maximal journalier durant les heures de la journée, en fonction du nombre d'habitants.

D'où :

Pour l'année 2023 ; Qmax h = 49,04 (m^3/h) et Qmin h = 7,01 (m^3/h)

Pour l'année 2053 ; Qmax h = 167.5 (m3/h) et Qmin h = 26.24 (m3/h).

Les graphiques suivants montrent, respectivement, la variation et le cumul de la consommation sur 24heures de la journée.

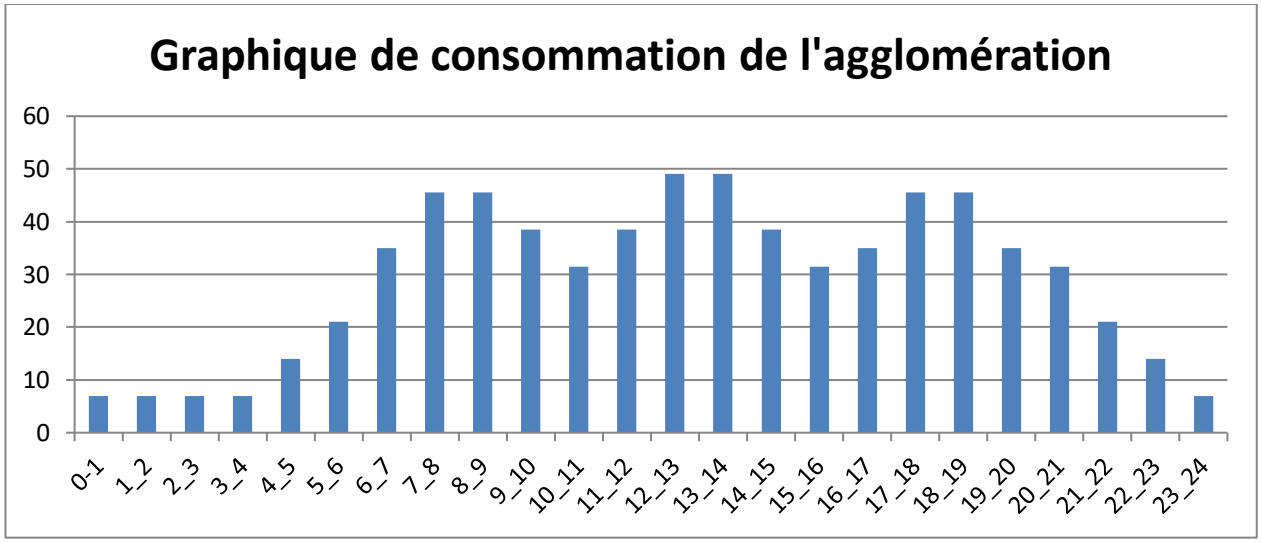


Figure 01 : Graphique de consommation de l'agglomération

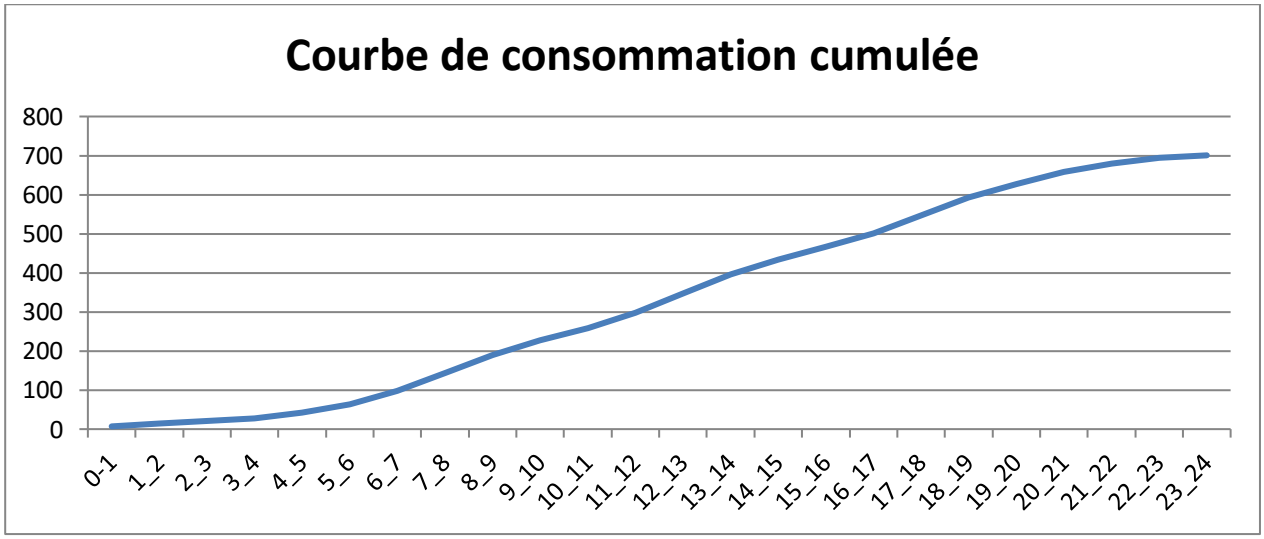


Figure 02 : Courbe de consommation cumulée

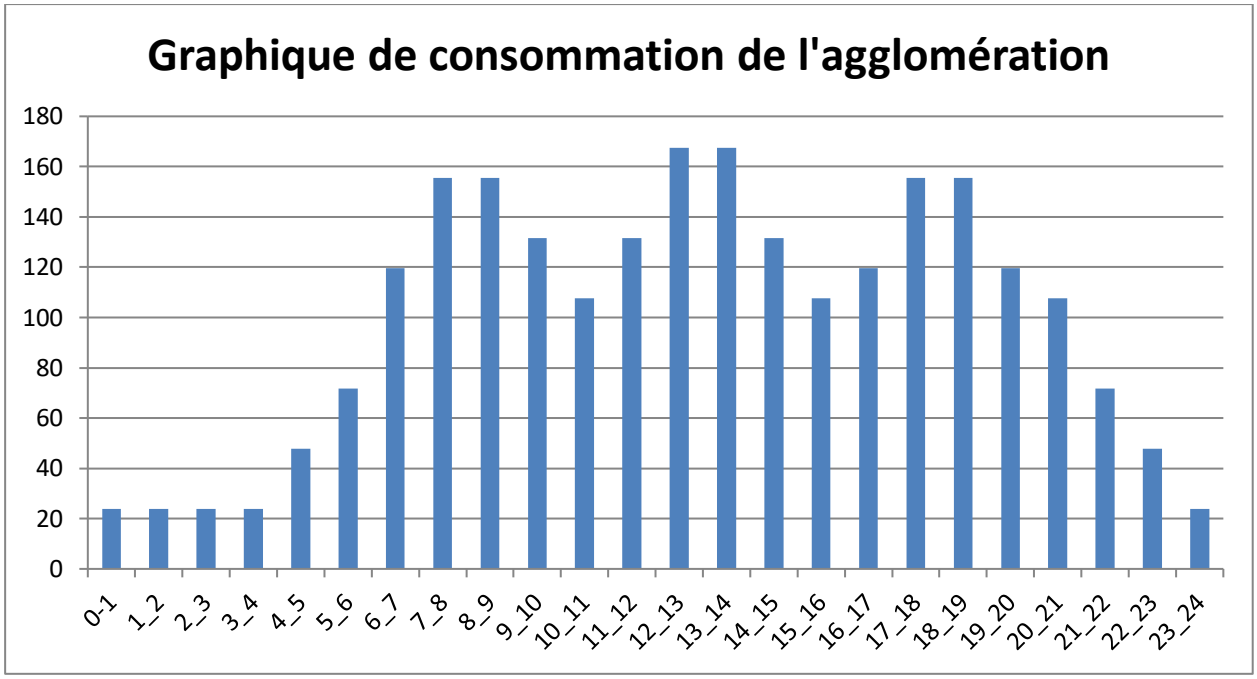


Figure 03 : Graphique de consommation future de l'agglomération

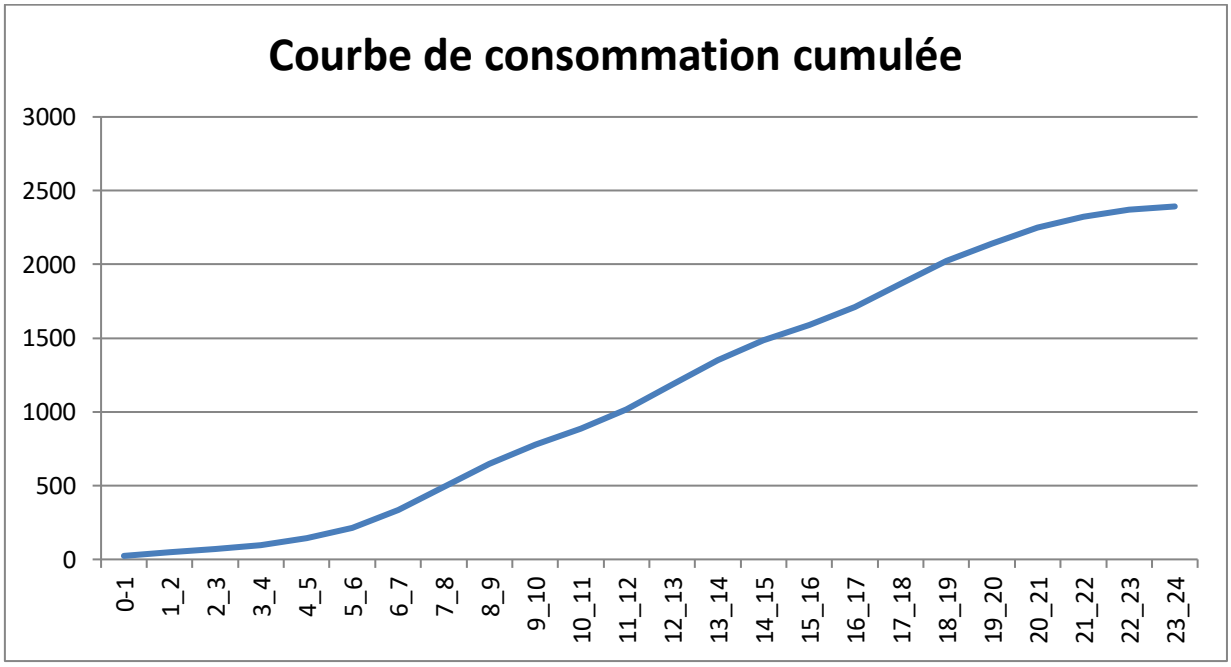


Figure04 : Courbe de consommation future cumulée

5. Bilan

La comparaison entre le graphe de consommation de l'agglomération de Sidi Bendiaf de l'année 2023 et celui des prévisions de l'horizon de l'année 2053, montre qu'il y a une nette augmentation de la consommation en eau potable de la population, qui est dû à l'augmentation de l'étendu de l'agglomération, qui fait suite à l'augmentation de la population de Sidi Bendiaf.

Le bilan ressources disponibles face à la demande en eau potable est montré dans le tableau suivant :

Tableau n°07 : le bilan des ressources disponibles et les besoin maximale

Horizon	Ressources disponibles(m^3/j)	Besoin maximal journalier(m^3/j)	Bilan (m^3/j)	Observation
2023	820,20	700.63	119,57	Excès
2053	820,20	2393.06	-1572,86	Déficit

A l'horizon futur, il convient de combler le déficit par les eaux dessalées.

Conclusion

A partir de ce chapitre nous sommes arrivés à évaluer les besoins en eau de la population de Sidi Bendiaf, à l'horizon actuel (2023) et future (2053). Ces résultats seront la base de calcul des chapitres suivants.

Chapitre III
Détermination de la Réserve Totale

Chapitre III : Détermination de la Réserve Totale

1. Introduction :

Le réservoir est un ouvrage de stockage ou un organe régulateur entre l'adduction et la distribution. Il permet la régulation du débit ainsi que la pression, c'est dans ce cadre que s'inscrit l'objectif du présent chapitre. ,

2. Définition d'un réservoir :

Un réservoir est une structure construite dans le but de stocker l'eau destinée à l'alimentation en eau potable de la population ou de servir d'un relais

3. Fonction et Rôles :

Les réservoirs constituent les ouvrages régulateurs de pression et de débit entre le régime d'adduction et le régime de distribution, Ils permettent de :

- Stocker l'eau pendant les heures creuses de consommation d'eau et d'assurer la demande en heures pleines de consommation.
- Point test et de contrôle, en volume (niveau d'eau), en qualité (tester la qualité de l'eau avant la distribution) ; et en pression (cote des eaux au niveau de cet ouvrage).
- Régulateur de pression en tout point du réseau.
- Elément de sécurité vis à vis des risques d'incendie.
- Assurer la continuité de la distribution pendant l'arrêt de la pompe ou en cas de coupure d'électricité
- Briser la charge dans le cas d'une distribution étagée

4. Détermination de la Réserve :

Dans notre cas de l'd'une adduction gravitaire ou la cote amont du piquage et supérieur à celle du réservoir, la capacité de ce dernier est déterminée comme suit livre d'alimentation en eau potable (professeur Salah Boualem , p61)

$$V = (K \times Q_{moy\,h} - Qa) \times 4$$

Qa : le débit horaire disponible ou le débit d'appuis

Application Numérique :

V= (3 x 99.7 – 167.5) x 4 = 526.4 m^3

Pour la réserve d'incendie, nous allons ajouté 120m^3

Actuellement le centre de Sidi Bendiaf dispose d'un réservoir semi enterré d'une capacité 150 m^3

Pour combler le déficit de stockage, nous prévoyons la projection d'un réservoir semi enterré d'une capacité de 750 m^3.

5. <u>Emplacement du Réservoir</u>

Le réservoir projeté va être situé à proximité de l'ancien réservoir au Nord Ouest par rapport au présent projet.

Le réservoir projeté sera semi enterré, de forme circulaire. Ce type de réservoir présente les avantages suivants :

- les coûts de construction et d'exploitation sont inférieurs à ceux relatifs aux réservoirs élevés.
- La qualité de l'eau est supérieure
- Sur le plan esthétique, l'intégration des réservoirs au milieu est facile et l'étude architecturale est très simplifiée
- Etanchéité plus facile à réaliser

6. <u>Dimensionnement du Réservoir</u>

1- Hauteur du Réservoir

Les dépenses de construction des réservoirs, varient avec l'épaisseur de la tranche d'eau ; cette épaisseur est en général, de 3 m à 6 m. Pour le présent projet on retiendra une hauteur d'eau de 5 m

2- Diamètre du Réservoir

Soit :

V : la capacité du réservoir égale à 750 m^3

H : la tranche d'eau dans le réservoir arrêtée à 5 m

S : la surface de base du cercle.

La capacité du réservoir est donnée par :

$$\mathbf{V = S.H}$$

Avec :

$$S = \frac{\pi . D^2}{4} \qquad \text{Et} \qquad D = \sqrt{\frac{4 . V}{\pi . H}}$$

Application numérique :

D=13.82m

Par mesure de sécurité, on retiendra un Diamètre Intérieur égal à 14m.

S=153.93m²

H=4.9 m

7. Equipement du Réservoir

Le réservoir projeté doit être muni d'une conduite de distribution, d'une conduite de vidange ainsi que d'une conduite de trop-plein. Les dispositions spéciales, qui peuvent être prises pour constituer la réserve d'incendie, ne modifient en rien ces principes.

Les traversées des parois par les diverses canalisations peuvent s'effectuer, soit à l'aide de gaines étanches comprenant un corps en fonte muni de cannelures extérieures et de deux brides de raccordement, soit de manchons et viroles à double bride.

1- Conduite d'Alimentation

L'arrivée dans le réservoir de la conduite d'alimentation doit se faire par le bas ou en siphon, l'extrémité du siphon étant toujours noyée et du côté opposé à la conduite de départ. L'adduction s'effectue par surverse en chute libre. En effet cette arrivée provoque une oxygénation de l'eau.

Les robinets à flotteurs doivent être d'un type anti-bélier.

2- Conduite de Trop-plein

La conduite de trop-plein est destinée à empêcher l'eau de dépasser un niveau déterminé ; elle est terminée le plus souvent par un bout à emboîtement.

3- Conduite de décharge ou de Vidange

Elle prend départ à partir du point le plus bas du radier pour permettre le nettoyage, l'inspection et la désinfection du réservoir. A cet effet, le radier est réglé en pente vers le puisard.

Généralement cette conduite est raccordée à la conduite du trop-plein et son départ doit être au fond du réservoir et équipé d'un robinet vanne.

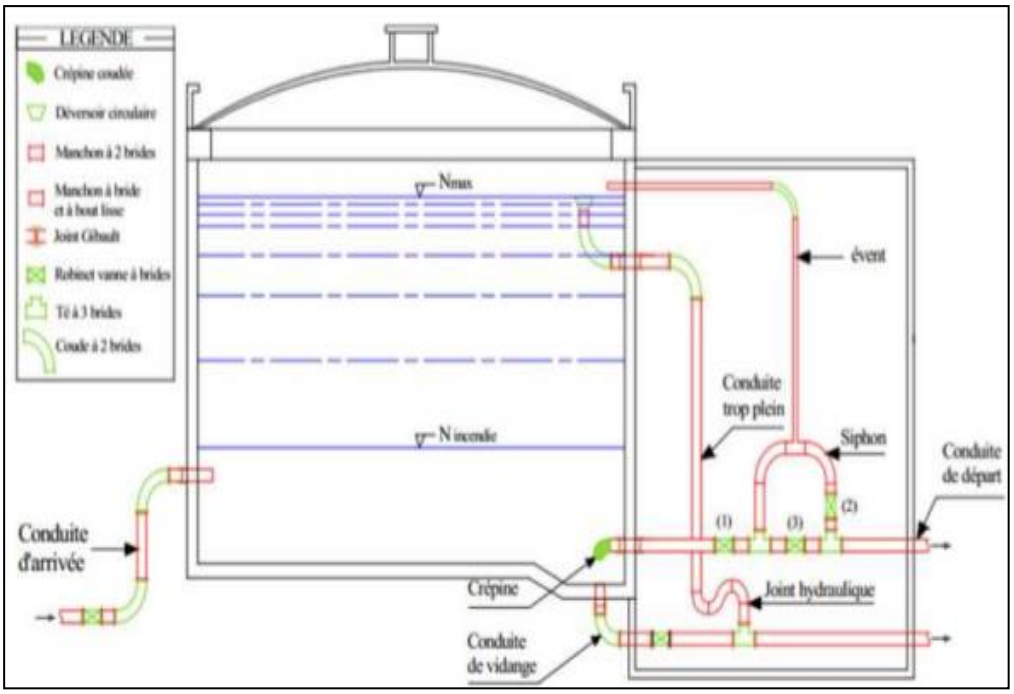


Figure 01 : Equipment d'un réservoir d'eau potable [20]

8. Recommandations :

La réalisation des travaux du réservoir de 750 m^3 devra respecter les plans, les devis et le cahier des charges de travaux ainsi que les recommandations du laboratoire géotechnique concernant les fondations.

Les bétons pour l'exécution des voiles, semelles et coupoles devront respecter les normes techniques en vigueur. Aucune interruption dans le coulage des bétons n'est tolérée. Le dosage des bétons devra être respecté, il sera de 400 Kg/m^3 de béton. Les coffrages et ferraillages seront exécutés suivant les plans des armatures.

Les aciers : Pour les bétons, seront de nuances Feb E2 pour les aciers doux lisses et FeE 40 pour les aciers à haute adhérence les barres d'acier dont le diamètre est compris entre 5 à 20 mm devront avoir une limite élastique nominale de 42 Kg/mm^2.

Les coffrages : Les parties vues obligatoirement en contrôle, ils devront être parfaitement propres sans aucune trace de béton ou de mortier.

Les produits de démoulage ne devront pas attaquer le béton ni le tacher les joints de coffrage des parties visibles seront horizontaux continus et rectilignes.

Les ciments : Employés sont sera des ciments portlands artificiels de la classe 325 ; ils seront conformes aux normes AFNOR NF P15 302 NFP15311.

L'eau : Utilisée sera limpide et ne contiendra ni sulfate ni autre corps.

9. Conclusion

En résumé, le réservoir a pour but de stocker, de distribuer, de sécuriser et de gérer différentes substances de manière efficace et contrôlée, en fonction des besoins spécifiques de chaque application. Pour notre projet, nous avons projeté un réservoir semi-enterré de 750m^3 de capacité de forme circulaire

Chapitre IV
Etude de la conduite d’adduction

Chapitre IV : Etude de la conduite d'adduction

1. Introduction

Le transport de l'eau entre un point et un autre, peut paraître simple. Dans ce contexte, l'adduction des eaux consiste à étudier les voies et moyens, tant sur le plan technique qu'économique. Toutefois, le choix de l'agencement technico-économique optimal pour une conduite d'adduction n'est pas une tâche facile, tel que le choix de tracé et le type de matériaux des conduites.

2. Types d'adductions

Dans un système d'adduction, on distingue trois types :

2.1. Adduction gravitaire :

Ce type d'adduction consiste en une différence de niveau entre le point de captage et celui de la desserte. Dans ce cas, il peut s'agir d'un écoulement sous pression ou libre, qui est actionné par l'effet de la gravité.

Adduction par refoulement :

Dans une adduction par refoulement, le captage se situe à un niveau inférieur de celui du réservoir d'accumulation, à ce niveau elle ne peut être qu'en charge. Les eaux du captage sont relevées par une station de pompage dans cette conduite de refoulement.

2.3.Adduction mixte :

Il s'agit d'une conduite en charge par refoulement reliée à une se transforme en conduite gravitaire ou l'inverse. Le relais entre les deux types de conduite est assuré par un réservoir appelé réservoir tampon (ouvrage intermédiaire)

3. Etapes à suivre pour un projet d'adduction

Pour un projet d'adduction, il est impératif de conduire des études topographiques, géologiques et géotechniques.

1- Analyse du relief

Les plans suivants à des échelles convenables sont à considérer:

- Les sections transversales à travers les lits des oueds, des versants, des voies de communication sur le trajet de l'adduction

- Les rapports des ouvrages trouvés dans l'aire des travaux d'adduction; routes, bâtiments, ouvrages, conduites, câbles, etc.;
- Le plan général d'encadrement dans la zone à l'échelle 1 :25 000 ;
- Le plan de situation du trajet choisi, avec des courbes de niveau, qui présente en termes de position, de forme et de dimension toutes les particularités planimétriques et altimétriques du terrain à l'échelle 1:2 000 ou 1:1 000;
- La situation de la propriété foncière;
- La matérialisation sur le terrain des points topographiques doit être réalisée pour assurer une application correcte du projet.

2- Analyse géologiques et géotechniques

Les études géologiques et géotechniques doivent fournir des données sur:

- La stabilité du terrain sur le trajet de la conduite d'adduction
- Les caractéristiques géotechniques du terrain: la catégorie du terrain, l'humidité, la perméabilité et la profondeur minimale des fondations;
- les mesures spéciales pour la stabilisation du terrain dans les zones susceptibles de glissements, ou pour prévenir les glissements;
- Les mesures spéciales pour la fondation dans des terrains à résistance réduite.

3- Conception de la conduite d'adduction :

La conception de la conduite d'adduction est basée sur:

- Le schéma général du système d'alimentation en eau, avec l'indication de la position dans le plan des niveaux des réservoirs;
- Le débit de calcul Q, qui remplit l'exigence et les besoins en eau du centre de Sidi Bendiaf.
- La qualité de l'eau à transporter, qui déterminera le matériau de la conduite.
- La nature géologique traduite par sur les caractéristiques du terrain pour le trajet de la conduite d'adduction, qui détermine les éventuelles modifications du trajet,

le choix du matériau et qui sert servira à effectuer les calculs de résistance de la conduite d'adduction.

4- Tracé de la conduite d'adduction :

Pour choisir le trajet et la section longitudinale de la conduite d'adduction, les critères suivants seront pris en compte :

- Le trajet de la conduite d'adduction doit être réalisé afin que la ligne piézométrique au fonctionnement normal ne descende dans aucun point en dessous du niveau supérieur de la conduite;
- Le trajet de la conduite d'adduction doit être le plus court, facilement accessible, placé le long du chemin vicinal reliant le centre de **Zaghou** à **Sidi Bendiaf**, en évitant les terrains accidentés, glissants, marécageux, inondables et les zones densément construites; les trajets le long des côtes seront évités;
- Le trajet doit éviter les éventuels passages de routes, voies ferrées et oueds importantes qui nécessitent les travaux spéciaux;
- Le trajet doit être adapté au terrain, afin d'avoir un nombre réduit de points élevés et bas et d'avoir à réaliser un volume minimal de terrassements;
- La condition de profondeur minimale de fondation imposée par l'étude géotechnique doit être également respectée;

Dans la section longitudinale de la conduite d'adduction, on précisera:

- Le matériau et les dimensions des conduites;
- Les niveaux d'excavation.
- La ligne piézométrique (en précisant les pertes de charges);
- Les pentes d'excavation dans les sections;
- la position des installations et des ouvrages afférents aux conduites d'adduction;
- La position des traversées des différents obstacles existants sur le trajet.

5- Choix de tracé du projet

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

1. le tracé doit être le plus court possible entre le point de raccordement (Vanne de vidange de la conduite SDEM au niveau du centre de Zaghou) et le réservoir d'accumulation (Centre de Sidi Bendiaf) pour aboutir à un profil en long aussi régulier que possible afin de réduire les frais d'investissement;

2. Aux points hauts du tracé, peuvent donner lieu à la formation des poches d'air, qui peuvent occasionnées la rupture de la veine liquide difficile à évacuer, où des ventouses seront exigées;

3. Eviter les profils horizontaux, qui peuvent perturber le régime d'écoulement ;

4. Il serait préférable de suivre l'accotement du chemin vicinal, pour faciliter les travaux (au cours de la réalisation et en phase de gestion) ainsi que l'acheminement et le transport des matériaux ;

5. L'examen des conditions dans lesquelles, devrait être établi cette canalisation, aussi bien au point de vue technico-économique.

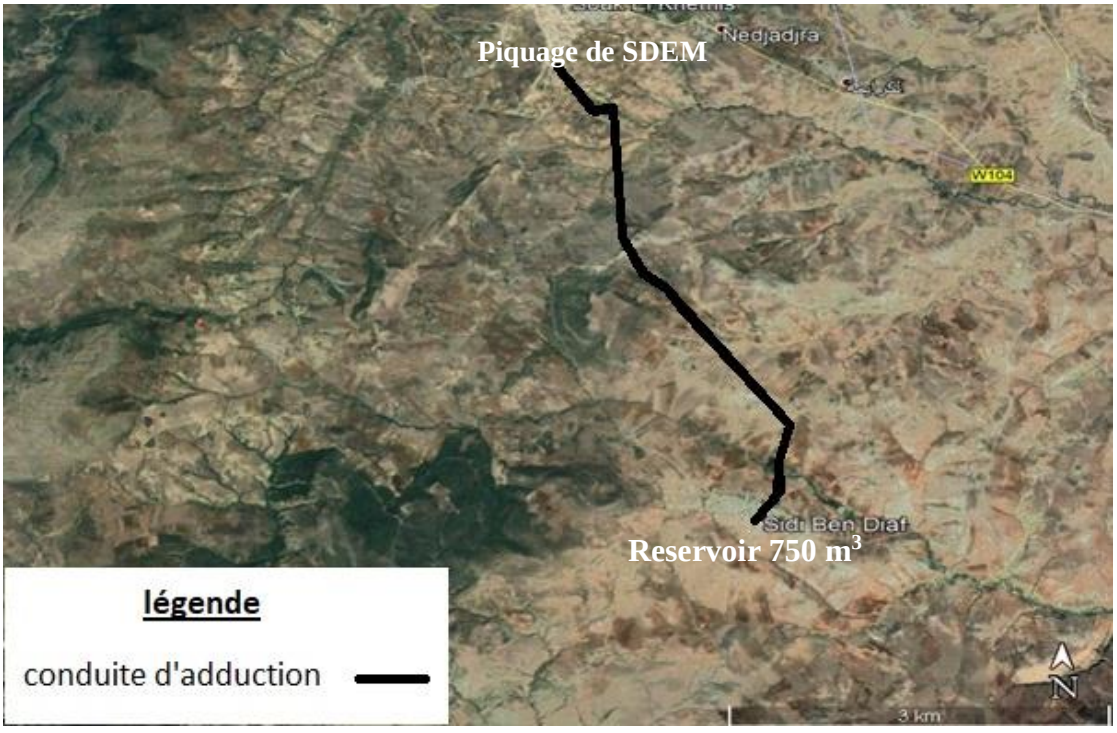


Figure 01: le schéma du tracé de la conduite d'adduction extrait de (google earth)

6- Profil en long d'une adduction

Le profil de la conduite d'adduction (Vanne de vidange de la conduite SDEM au niveau du centre de Zaghou) et le réservoir d'accumulation (Centre de Sidi Bendiaf)) est une donnée indispensable pour visualiser le fonctionnement de cette dernière. Il peut être établi à partir d'un relevé de terrain. On y reporte en x les distances, en y les altitudes. Il est indispensable de choisir une échelle différente pour chacun des axes de façon à bien visualiser les reliefs le long du tracé.

Les impératifs du profil en long sont :

- ✓ La profondeur : la conduite d'adduction est posée en tranchée avec une hauteur de couverture minimale de 0.80 m au dessus de la génératrice supérieure.
- ✓ La pente: en principe si le courant d'eau est dans le même sens, il vaut mieux que les remontées soient faibles (pente de 2 à 3 pour mille) et les descentes fortes (pente de 4 à 6 pour mille) afin de pouvoir éliminer facilement les bulles d'air en cas de leur accumulation dans les points hauts.
- ✓ les points hauts doivent être équipés de ventouses pour libérer les bulles d'air emprisonnées. Ces appareils assurent en plus du dégazage, l'évacuation et l'admission de l'air à grand débit.
- ✓ les points bas sont équipés de robinets vannes de vidange ou purges pour la vidange des conduites au moment d'éventuelles réparations.

7- Choix du matériau de la conduite de distribution

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

Parmi les matériaux utilisés on peut citer : l'acier, la fonte et le PEHD.

Pour le présent projet, nous utiliserons une conduite en PEHD en raison des avantages suivants :

- Résistance aux chocs,
- Facilité d'usinage sur chantier (coupe, perçage, taraudage)

- Résistance aux pressions élevées et peuvent être adaptées adaptation à toutes conditions de service,
- Résistance aux mouvements du terrain et résistance à l'action corrosive des sols,
- Les tuyaux en PEHD sont plus légers que les tuyaux en fonte, d'où économie sur le transport.
- Des coûts d'achats, et du prix de revient du projet.
- Légèreté des tubes permet un montage facile et rapide

Ces tuyaux sont enterrés à une profondeur suffisante pour être protégés du gel et contre tout risque de contamination

4. Dimensionnement des paramètres de la conduite :

Il y a Cinq paramètres sont à considérer:

- le débit Q
- le diamètre D
- la vitesse V
- la pression P
- la perte de charge ΔH

1- Le débit :

Le débit d'eau dans la conduite d'adduction est une donnée importante du problème. Dans la présente étude, il est imposé par les conditions de fonctionnement nécessaires à une utilisation correcte du système. Ici le débit occasionnant le bon fonctionnement de la conduite d'adduction a été évalué précédemment à 46.53 l/s.

2- la perte de charge ΔH :

La perte de charge disponible pour une conduite gravitaire est connue par la dénivelée. On peut alors calculer le diamètre et vérifier la conformité de la vitesse.

3- Le diamètre de la conduite d'adduction :

Le diamètre de I' adduction étant inconnu, donc on va se baser sur le calcul de ce dernier par L'intermédiaire de la charge disponible. La formule la plus utilisée pour ce le calcule d'un écoulement dans une conduite est celle de DARCY-WEISBAKH :

$$\Delta Ht = \frac{K * L_e * Q^{\beta}}{Dav}$$

-ΔHt : La charge disponible est définie comme étant la cote piézométrique du point de départ moins la cote du trop-plein du réservoir.

ΔHd= Cp– Ctpr (m)

- K : coefficient de perte de charge

-Le : longueur équivalente de la conduite (m) :

$\boldsymbol{Le = Lg + L\varepsilon}$

- $\boldsymbol{Lg}$: Longueur géométrique de la conduite (m)
- $\boldsymbol{L\varepsilon}$: Longueur équivalente des pertes de charge singulière (m)

Dans le cas des adductions, les pertes de charge singulière sont estimées à 10 % des pertes de charge linéaires.

- Q : Débit véhiculé par la conduite (m3 /s).

-Dav : Diamètre avantageux calculé de la conduite (m).

- **β** : Exposant tenant compte du régime d'écoulement.

- m : Exposant tenant compte du type du matériau.

Application numérique :

Les données de calcul :

Coefficient de rugosité = 0,0015 m

Debit = 0, 04653 m³/s (46,53 l/sec)

Accélération de la pesanteur = 9,807 m/s²

Masse volumique de l'eau = 997 kg/m³

Viscosité dynamique du l'eau = 0,001139 Pa/s

Côte Amont (Vanne de vidange SDEM centre de Zaghou) Point 1: 403,6 m

Côte avale (Réservoir Sidi Bendiaf) : 345,7 m

Longueur de la conduite d'adduction = 4200,00 m

Moyennant 5la formule de DARCY-WEISBAKH, le diamètre avantageux est :

$$Dav = \sqrt[m]{\frac{K * L * Q^{\beta}}{\Delta Ht}}$$

Tableau n°01 : Récapitulation de calcul des diamètres

ΔHt(m)	**L(m)**	**K**	**m**	**Q(m^3/s)**	**β**	**D(mm)**
57.85	**4620**	**0.001052**	**4.772**	**46.53**	**1.77**	**0.247**

D'après le diamètre calculé et le catalogue de gamme tuyaux de pression PN06, PN10 PN16, PN20 et PN20 on peut choisir le diamètre normalisé (Voir Tableau n°03 n°04 Annexe) :

Tableau n°02 : Récapitulation des résultats de calcul des diamètres

Tronçon	**Diamètre extérieure (mm)**	**Epaisseur (mm)**	**Pression (bars)**	**Diamètre intérieur (mm)**
T01	**250**	**14.8**	**10**	**220,4**
T02	**250**	**14.8**	**10**	**220,4**

5. Dimensionnement par le logiciel EPANET:

Epanet est un logiciel servant à l'analyse de systèmes de distribution d'eau potable. Cette analyse comprend la simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression (conduites). C'est un logiciel du domaine public qui a été développé pour *l'Environnemental Protection Agency*. On sait qu'un réseau est un composé de tuyaux, nœuds, pompes, vannes, bâches et réservoirs. Epanet peut calculer différentes variables comme la pression à chaque nœud, le niveau d'eau dans les réservoirs, ainsi que la concentration en substances chimiques dans les différentes parties du système [19].

1- La simulation

Un réseau ou bien adduction doit au moins contenir un réservoir ou une bâche infinie devant être reliée à l'aide d'une conduite à une jonction.

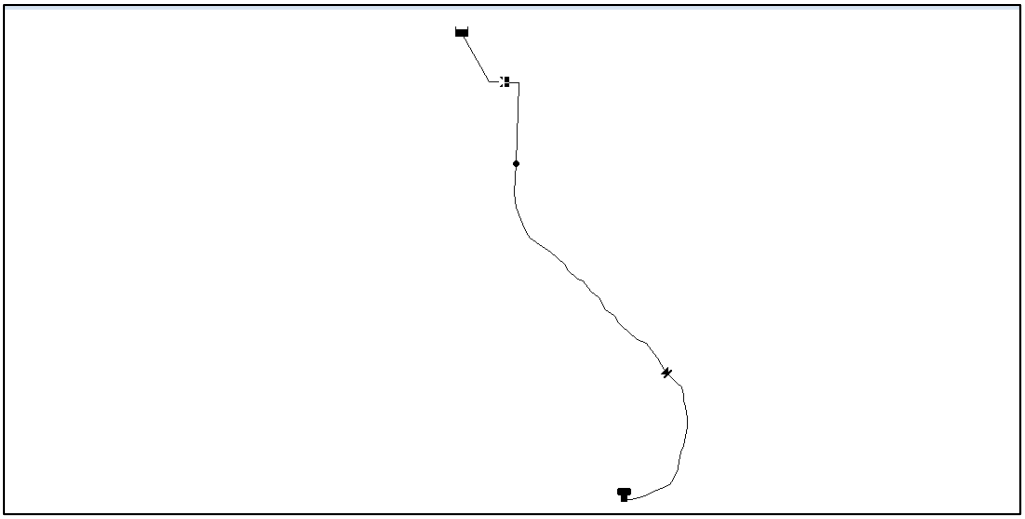


Figure 02:Schéma de l'adduction

Après la conversion du réseau sous EPANET, on a introduit les données du réseau tel que les diamètres et la rugosité pour les canalisations, les altitudes et les demandes de base pour les nœuds ainsi que les caractéristiques de réservoir.

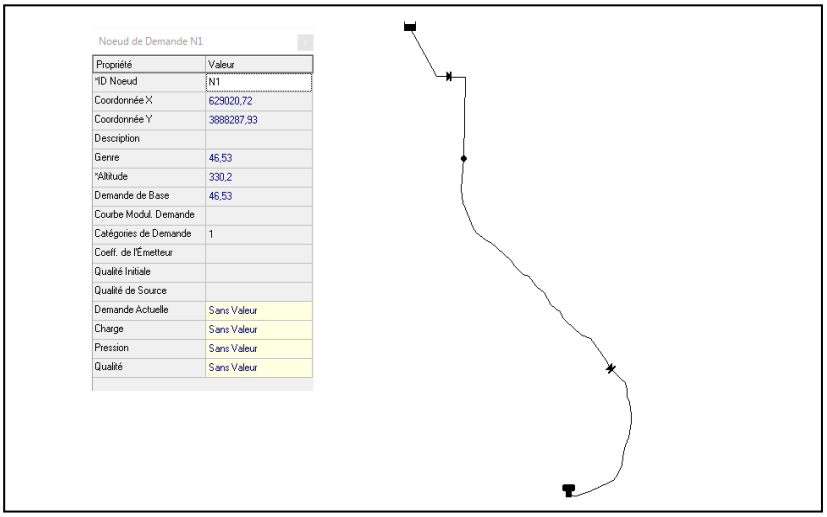


Figure 03:Exemple de saisie des données des tuyaux

Une fois le réseau créé et l'ensemble des informations renseignées, nous pouvons demander à EPANET d'effectuer la simulation. Le logiciel nous permet d'effectuer une simulation hydraulique d'écoulement permanent (à un instant déterminé) ou une simulation hydraulique d'écoulement sur une longue durée.

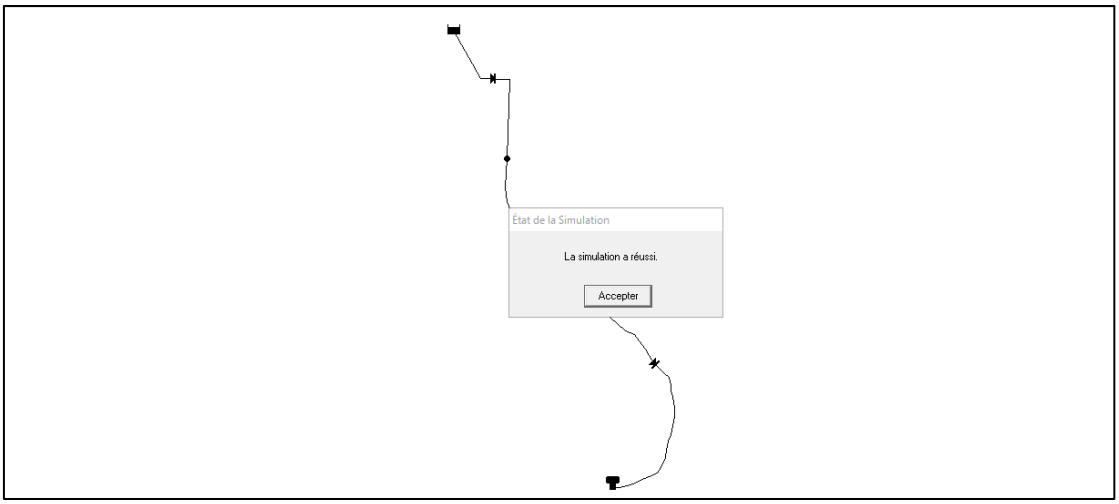


Figure 0411: Réussite de la simulation

Un message apparaît pour informer l'utilisateur si la simulation a fonctionné ou non. Si elle n'a pas fonctionné, une fenêtre s'ouvre avec l'ensemble des erreurs présentes sur le réseau. Ce type de simulation est utile pour vérifier qu'il n'y a aucun problème dans l'adduction.

2- Interprétation des données :

A partir de la vanne de vidange de la conduite FD Ø400mm implanté sur les hauteurs du village Zaghou, à une côte favorable par rapport au présent projet (Côte 403,21 m), l'eau est desservie gravitairement par la conduite d'adduction (L=4200,00ml) projetée, assurant l'AEP du centre de Sidi Bendiaf jusqu'au réservoir existant 750m^3 du centre de Sidi Bendiaf (Côte 345,75m).

Tableau n°03 : Récapitulation des résultats de simulation :

ID Noeud	Altitude	Charge	Pression	ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge
	m	m	m		m	mm	l/s	m/s	m/km
Noeud N1	330,2	371,65	41,45	Tuyau T1	1127,4	250	108,72	2,85	23,92
				Tuyau T2	3167,2	250	62,19	1,63	8,62

Le calcul hydraulique montre une pression à la sortie de piquage et sur toute Le long de la conduite d'adduction d'environ 45 mètre et La valeur de la vitesse supérieure de 1m/s.

Divers accessoires doivent être prévus pour Assurer :

- un bon écoulement,
- Régler les pressions,
- mesurer les débits,
- Protéger les canalisations.

6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons établi faire le tracée de l'adduction en faisant le choix adéquat du type de matériau (PEHD), puis nous avons calculé les différents paramètres hydrauliques à l'aide du logiciel Epanet ; la vitesse, la pression et le diamètre de cette conduite.

Chapitre V

Diagnostic du système d'AEP existant

Chapitre V : Diagnostic du système d'AEP existant

1. Introduction

L'étude du diagnostic est un passage obligatoire de toute étude de réhabilitation. Ainsi, le but de ce chapitre est de rapporter les résultats de nos diagnostics physique et hydraulique, du réseau, simultanément. Pour cela, nous faisons recours à une approche basée sur les indicateurs de performances.

2. Définition

Le diagnostic d'un réseau d'alimentation en eau potable se réfère à l'évaluation complète et systématique de ce réseau afin de comprendre son état général, d'identifier les problèmes existants, et de proposer des solutions pour améliorer son fonctionnement et sa performance.

3. Ressource en eau

Considérons les ressources d'eau souterraines ainsi que superficielles, pour notre étude.

3.1.Ressources en Eau Souterraines

L'espace communal de Beni Oursous offre d'important aquifère d'eau souterraine, emmagasinée dans les formations calcaires et gréseuses des massifs montagneux des Traras.
Les nappes alluviales alimentées par les écoulements des Oueds (Boukiou, Dahmane) ont permis de capter l'eau par puits de faible profondeur à l'ensemble des usagers. Or, actuellement, Ain El Hammam ne débite que 1,5 l/s alors que certaines sources telles que Ain Tizaghene a totalement séché.
Face à cette détérioration de la ressource naturelle, des projets de mobilisation ont été engagés tels que le premier forage de la commune réalisé près de l'ancienne mine de fer (El Mâadane) dont le débit d'essai de 10 l/s a été nettement réduit à 2l/s, le second forage, au niveau de la source Ain Zenaina qui a confirmé l'importance des aquifères de la commune dont il faudrait exploiter rationnellement.
Les plus importantes sources sont Ain Oued El Hammam, Ain Ouled Haroun, Ain Zenaina, Ain Tizaghane, Ain Sekhoun, et……
La source la plus importante qui alimente cette agglomération est de Ain Tizaght mais étant totalement épuisée, alors que et le transfert des eaux à partir du forage Sidi El Ghrib est incapable de satisfaire les besoins en eau à long terme.

3.2.Ressources en Eau Superficielles

Sur le plan des ressources superficielles, trois (03) retenues colinéaires ont été réalisées mais rapidement envasées en raison de l'absence d'entretien et de gestion de ces ouvrages.
Les exploitations agricoles se lance dans la recherche des écoulements souterrains faisant du lit d'Oued un lieu d'approvisionnement anarchique en eau de la part des agriculteurs

3.3.La station de dessalement :

Dans but de réguler la distribution d'eau, et surtout d'assurer une certaine sécurité dans l'alimentation en eau potable dans la wilaya de Tlemcen avec un approvisionnement en eau régulier et stable à partir des barrages pour le développement de l'irrigation, la wilaya de Tlemcen a bénéficié de deux grandes stations de dessalement de l'eau de mer. La première au niveau de la daïra de Honaïne et la deuxième au niveau de la daïra de Bab Al Assa et exactement au niveau de la commune de Souk Tleta.

- La station de Honaïne, mise en service en 2009, fonctionne avec un débit de 200 000 m3 /j.
- La station de Souk Tleta mise en service en 2010 pour un débit de 200 000m3 /j, mais dans l'état actuel des faits elle ne fonctionne pas à sa pleine sa capacité.

4. Diagnostic de l'adduction :

Un ancien réseau d'adduction gravitaire existe. Cependant, il relie le réservoir semi enterré 150m^3 de Zaghou en diamètre Ø102/114mm (Acier Galvanisé), jusqu'au réservoir existant 150m^3 du centre de Sidi Bendiaf sur un linéaire total qui dépasse 4500ml.
Mais à cause de l'accroissement des fuites causées par la rupture des canalisations, phénomène assez fréquent en milieu rural, qui s'amorcent sur un défaut dû à la corrosion, cette conduite d'adduction n'est plus à même de satisfaire à la demande de plus en plus croissante d'eau potable.
Un réseau d'adduction de Sidi Bendiaf est considéré vétuste en raison du nombre d'interventions et de casses sur le réseau qui augmentent et la qualité de l'eau transportée qui se dégrade.



Figure 01:Photos de fuite dans une partie de l'adduction de sidi bendiaf (source ADE Remchi)

5. Diagnostic des ouvrage de stockages :

L'agglomération de Sidi Bendiaf est alimenté gravitairement à partir d'un réservoir semi-enterré dont la capacité est de 150m^3, et est situé à environ 500m de la dite agglomération, sauf qu'il reste insuffisant, pour assurer les besoin en eau, sur le long terme.

6. Diagnostic du réseau du centre de sidi Bendiaf

6.1.Etat de réseau

Le réseau de distribution de la ville de Sidi Bendiaf est un réseau mixte (maillé+ramifié), Les canalisations sont de nature différente (PEHD, PVC, Acier, et autres) les diamètres varient entre Φ40mm et Φ300mm,

Les photos ci- aprés montrent le fait que le réseau ne supporte pas le débit destiné à l'agglomération de Sidi bendiaf, en effet ce débit à fortes pression est à l'origine de multiples fuites sur le trajet de la conduite.



Figure02 : Photos des fuites dans le réseau de Sidi Bendiaf (source ADE Remchi)

6.2.Simulation hydraulique du réseau actuel

Le calcul se fera via l'exécution d'une simulation sur logiciel EPANET de l'état du réseau de distribution actuel 2023

1- Débit spécifique :

$$Q_{sp} = \frac{Qr}{\sum Li}$$

$Q_r = Q_{max\ h} - Q_u$; $Q_u = Q_{concentration}$

Pour notre cas :

$Q_{concentration} = 0$ l/s

Alors :

$Q_r = Q_{max\ h}$

$Q_r = 90.95\ m^3/h = 25,26$ l/s

$\sum L_i = 6017,54$ m

$q_{sp} = 0.0151\ m^3/h = 0.004201$ l/s

2- Débit en route

Il est défini comme étant le débit de consommation reparti uniformément le long d'un tronçon du réseau.

Qri = Qsp x Li

Avec :

Qri : débit en route d'un tronçon i (l/s).

L_i : longueur d'un tronçon i en mètre (m).

Qsp : débit spécifique en (l/s/m).

3- Débit aux nœuds

Les débits nodaux sont des débits concentres en chaque nœuds alimentant la population; ils sont déterminés par la formules suivante :

Qn= 0.5∑Qr + ∑Qconc

Avec :

Q_n : débit au nœud (l/s).

∑Qconc : somme des débits concentres au nœud considérés (l/s). (pour notre cas : ∑Qconc = 0 l/s)

∑Qr : somme des débits en route des tronçons aboutissant au nœud

Dans le tableau suivant nous présentons les valeurs des débits en routes dans le réseau existant :

Tableau n° 01 : Débits en routes dans le réseau existant (source : ADE Remchi)

ID Tuyau	Longueur	Diamètre	Qr	ID Tuyau	Longueur	Diamètre	Qr
	m	mm	m3/s		m	mm	m3/s
P36	26,87	40	0,113	P17	57,81	90	0,243
P38	30,35	160	0,127	P18	38,5	50	0,162
P39	30,52	160	0,128	P19	20,7	50	0,087
P40	42,61	160	0,179	P20	4	50	0,017
P41	43,16	160	0,181	P21	4	50	0,017
P42	143,7	160	0,604	P22	20,7	50	0,087
P43	12,09	160	0,051	P23	4	50	0,017
P49	78,21	40	0,329	P24	22	200	0,092

P51	35,05	90	0,147
P55	142,7	90	0,599
P62	36,68	90	0,154
P64	19,13	90	0,080
P65	56,21	90	0,236
P68	36,90	40	0,155
P69	65,81	160	0,276
P70	15,36	160	0,065
P72	69,37	160	0,291
P73	67,2	40	0,282
P74	20,73	40	0,087
P75	69,4	40	0,292
P77	76,45	40	0,321
P78	19,53	40	0,082
P81	31,34	40	0,132
P82	29,81	40	0,125
P90	22,15	40	0,093
P84	21,53	40	0,090
P85	27,31	40	0,115
P86	19,57	40	0,082
P87	17,12	40	0,072
P92	59,77	90	0,251
P93	57,45	63	0,241
P94	33,98	63	0,143
P95	51,55	90	22,15
P1	16,5	90	0,069
P2	17,2	90	0,072
P3	16,8	90	0,071
P4	27,8	90	0,117
P5	25,1	90	0,105
P6	109,6	90	0,500
P7	142,8	50	0,600
P8	107,6	63	0,452
P9	60,3	63	0,253

P25	22,4	50	0,094
P26	23,8	50	0,100
P27	30	50	0,126
P28	26	40	0,109
P29	34,8	50	0,150
P30	100	40	0,420
P31	62,9	50	0,264
P33	7,5	160	0,032
P34	50	160	0,210
P36	20,3	40	0,085
P37	13,2	40	0,055
P38	13,42	40	0,056
P39	50,14	90	0,194
P40	30,74	90	0,129
P41	29,6	160	0,124
P42	29,6	160	0,124
P43	10,9	40	0,050
P44	23,6	90	0,099
P45	23,6	90	0,099
P50	110,5	90	0,504
P49	50	160	0,210
P50	81,3	90	0,342
P53	15	160	0,063
P54	156,2	160	0,656
P55	63,2	160	0,265
P56	49,1	160	0,206
P57	150	90	0,630
P63	26,4	90	0,111
P59	60,5	90	0,254
P60	880	160	3,697
P62	45,76	90	0,192
P63	429,7	90	1,805
P64	350,8	160	1,474
P65	476,6	160	2,002

P10	26,4	40	0,111	P66	33,9	90	0,142
P11	9,8	90	0,041	P14	22,8	63	0,096
P12	49,6	90	0,208	P67	40,4	40	0,170
P13	22,2	63	0,093	P68	40,2	40	0,169
P16	19,66	40	0,090				

Dans le tableau suivant nous présentons les valeurs des débits aux nœuds dans le réseau existant :

Tableau n° 02: Débits aux nœuds dans le réseau existant

ID N	Qn	ID N	Qn	ID N	Qn
N 01	2,850	N 37	0,148	N 67	0,057
N 02	0,925	N 38	0,518	N 68	0,113
N 03	1,953	N 39	0,163	N 69	0,041
N 04	2,066	N 40	0,239	N 70	0,107
N 05	0,150	N 41	0,247	N 71	0,036
N 06	0,048	N 42	0,077	N 72	0,023
N 07	0,080	N 43	0,213	N 73	0,028
N 08	0,157	N 44	0,122	N 74	0,043
N 09	0,205	N 45	0,236	N 75	0,028
N 15	0,180	N 50	0,150	N 76	0,126
N 16	0,392	N 47	0,196	N 77	0,282
N 17	0,327	N 48	0,120	N 78	0,121
N 18	0,323	N 49	0,095	N 79	0,071
N 19	0,368	N 50	0,044	N 80	0,108
N 20	0,195	N 51	0,060	N 81	0,318
N 21	0,279	N 52	0,150	N 82	1,113
N 22	0,152	N 53	0,285	N 90	0,903
N 23	0,052	N 54	0,161	N 84	0,300
N 24	0,245	N 55	0,093	N 85	0,353
N 25	0,164	N 56	0,041	N 86	0,756
N 26	0,267	N 57	0,041	N 87	0,055
N 27	0,170	N 63	0,160	N 88	0,121

N 28	0,138	N 59	0,066	N 89	0,167
N 29	0,147	N 60	0,287	N 90	0,055
N 30	0,168	N 61	0,063	N 91	0,244
N 31	0,332	N 62	0,377	N 10	0,206
N 32	0,349	N 63	0,047	N 11	0,492
N 33	0,371	N 64	0,292	N 12	0,498
N 35	0,099	N 65	0,045	N 13	0,085
N 36	0,232	N 66	0,151	N 14	0,084

4- Résultats de la simulation hydraulique du réseau à l'horizon actuel:

Dans ce qui suit, nous exposons une simulation par logiciel EPANET

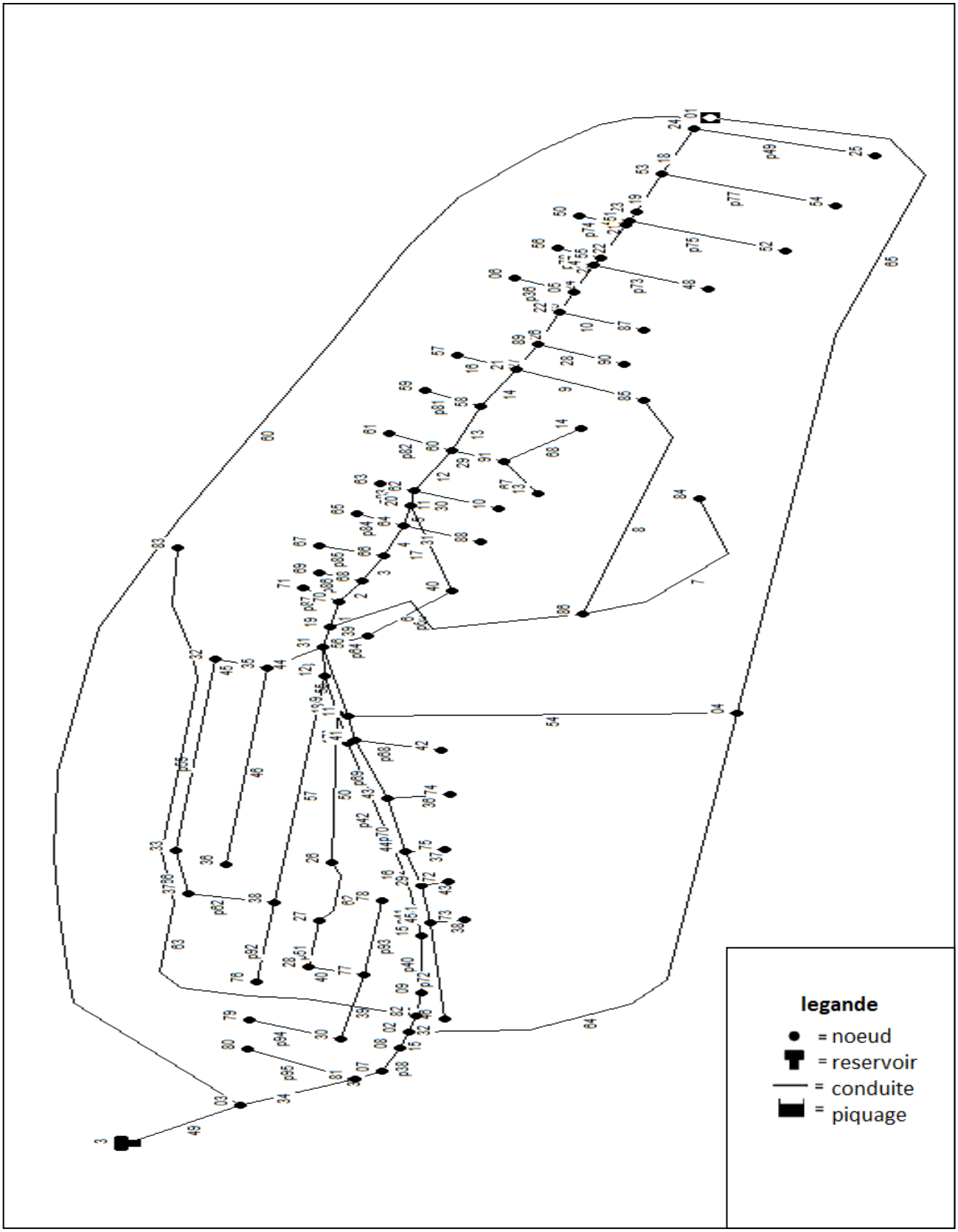


Figure 3: Le réseau existant de Sidi Ben Diaf

5- Cas de pointe

- **Vitesses et pertes de charge :**

Le tableau suivant montre les valeurs de la vitesse et de la perte de charge dans les tuyaux :

Tableau n°03: Vitesses et pertes de charge dans le réseau existant cas de point

ID tuyau	Longueur	Vitesse	Pert.Charge	ID tuyau	Longueur	Vitesse	Pert.Charge
	m	m/s	m/km		m	m/s	m/km
P36	26,87	0,04	0,08	P 19	20,7	0,51	7,46
P38	30,35	0,94	5,3	P 20	4	0,55	8,29
P40	42,61	0,35	0,9	P 21	4	0,67	11,92
P41	43,16	0,34	0,85	P 22	20,7	0,75	14,71
P42	143,7	0,32	0,75	P 23	4	0,83	17,64
P43	12,09	0,3	0,67	P 24	22	1,02	25,51
P49	78,21	0,13	0,82	P 25	22,4	1,14	31,09
P51	35,05	0,12	0,26	P 26	23,8	1,27	37,52
P55	142,7	0,04	0,04	P 27	30	1,4	44,98
P62	36,68	0,06	0,07	P 28	26	0,04	0,09
P64	19,13	0,43	2,57	P 29	34,8	0,25	2,08
P65	56,21	0,4	2,27	P 30	98,1	0,12	0,63
P68	36,83	0,06	0,14	P 31	64,8	0,07	0,22
P69	65,81	0,06	0,04	P 33	7,5	0,95	5,35
P70	15,36	0,04	0,02	P 34	50	0,97	5,61
P72	69,37	0,01	0,02	P 36	20,3	0,03	0,07
P73	67,2	0,1	0,47	P 37	13,2	0,02	0,05
P74	20,73	0,03	0,07	P 38	13,42	0,02	0,05
P75	69,4	0,12	0,67	P 39	46,14	0,04	0,05
P77	76,45	0,13	0,79	P 40	30,74	0,12	0,27
P78	19,53	0,03	0,07	P 41	29,6	0,02	0,01
P81	31,34	0,05	0,11	P 42	29,6	0,03	0,02
P82	29,81	0,05	0,1	P 43	10,9	0,02	0,04
P83	22,15	0,04	0,08	P 44	23,6	0,17	0,49
P84	21,53	0,04	0,07	P 45	23,6	0,11	0,22
P85	27,31	0,05	0,1	P 46	110,5	0,04	0,04

P86	19,57	0,03	0,07	P 49	114,08	1,47	11,95
P87	17,12	0,03	0,06	P 50	81,3	0,22	0,83
P92	59,77	0,02	0,01	P 53	15	0,08	0,06
P93	57,45	0,05	0,05	P 54	156,2	0,5	1,65
P94	33,98	0,03	0,03	P 55	63,2	0,39	1,08
P95	51,55	0,02	0,01	P 56	49,1	0,31	0,71
P 1	16,5	0,49	3,27	P 57	150	0,17	0,53
P 2	17,2	0,46	2,96	P 58	26,4	0,4	2,28
P 3	16,8	0,43	2,64	P 59	60,5	0,66	5,67
P 4	27,8	0,4	2,24	P 60	880	0,38	1,05
P 5	25,1	0,31	1,46	P 62	45,76	0,18	0,54
P 6	109,6	0,42	2,51	P 63	429,7	0,17	0,49
P 7	142,8	0,18	1,2	P 64	350,8	0,4	1,12
P 8	107,6	0,46	4,64	P 65	476,6	0,22	0,38
P 9	60,3	0,33	2,55	P 66	33,9	0,03	0,01
P 10	26,4	0,04	0,09	P 14	22,8	0,67	9,02
P 11	9,8	0,63	5,12	P 67	40,4	0,07	0,17
P 12	49,6	0,51	3,55	P 68	40,2	0,07	0,17
P 13	22,2	0,76	11,18	P 15	44,6	0,93	5,21
P 16	19,66	0,03	0,07	P 32	45	0,48	1,58
P 17	57,81	0,35	1,84	P 35	55	0,36	0,96
P 18	38,5	0,25	2,05				

- **les pressions et les charges:**

Les résultats de simulation du réseau existant, concernant les pressions sont présentés dans le tableau ci-après :

Tableau n°04: les pressions et les charges dans le réseau existant : cas de pointe

ID N	Altitude	Demande	Charge	Pression	ID N	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m	m		M	l/s	m	m
N01	284,4	2,85	363,46	79,06	N52	286	0,15	358,02	72,02
N02	305,2	0,93	363,67	58,47	N53	287	0,28	357,88	70,88
N03	320,24	1,95	364,39	44,15	N54	287,5	0,16	357,82	70,32

N04	301,7	2,07	363,28	61,58
N05	287,15	0,15	359,05	71,9
N06	285,3	0,05	359,05	73,75
N07	307,5	0,08	364,07	56,57
N08	306,22	0,16	363,91	57,69
N09	303,18	0,21	363,55	60,37
N15	302,4	0,18	363,51	61,11
N16	299,4	0,39	363,47	64,07
N17	309,4	0,33	363,37	53,97
N18	309,3	0,32	363,36	54,06
N19	311,7	0,37	362,92	51,22
N20	302,4	0,19	362,67	60,27
N21	290,6	0,28	361,99	71,39
N22	288,16	0,15	359,75	71,59
N23	285,14	0,05	358,04	72,9
N24	285,3	0,25	357,8	72,5
N25	285,01	0,16	357,74	72,73
N26	287,6	0,27	363,29	75,69
N27	304,7	0,17	363,27	58,57
N28	307,3	0,14	363,26	55,96
N29	301,2	0,15	363,02	61,82
N30	308	0,17	363,25	55,25
N31	312	0,33	362,95	50,95
N32	285,37	0,35	362,94	77,57
N33	285,2	0,37	362,93	77,73
N35	287,55	0,1	362,94	75,39
N36	286,7	0,23	362,94	76,24
N37	284,8	0,15	362,93	78,13
N38	297,13	0,52	362,94	65,81
N39	308,12	0,16	362,91	54,79
N40	305,5	0,24	362,78	57,28
N41	308,9	0,25	363,02	54,12
N42	297	0,08	363,02	66,02
N43	300	0,21	363,02	63,02

N55	289,7	0,09	358,42	68,72
N56	286	0,04	358,42	72,42
N57	299,5	0,04	361,99	62,49
N58	297,6	0,16	362,2	64,6
N59	302	0,07	362,19	60,19
N60	302,34	0,29	362,45	60,11
N61	304,1	0,06	362,44	58,34
N62	305,4	0,38	362,62	57,22
N63	303,6	0,05	362,62	59,02
N64	303,21	0,29	362,71	59,5
N65	301,04	0,05	362,71	61,67
N66	305	0,15	362,77	57,77
N67	299	0,06	362,77	63,77
N68	307,4	0,11	362,81	55,41
N69	307	0,04	362,81	55,81
N70	310,8	0,11	362,87	52,07
N71	308	0,04	362,86	54,86
N72	296,8	0,02	363,02	66,22
N73	296,7	0,03	363,02	66,32
N74	295	0,04	363,02	68,02
N75	302	0,03	363,02	61,02
N76	304	0,13	362,93	58,93
N77	308,6	0,28	363,25	54,65
N78	306,1	0,12	363,25	57,15
N79	302	0,07	363,25	61,25
N80	301,5	0,11	364,11	62,61
N81	306	0,32	364,11	58,11
N82	302	1,11	363,6	61,6
N83	308	0,9	363,39	55,39
N84	300	0,3	362,47	62,47
N85	292	0,35	362,15	70,15
N86	303,54	0,76	362,64	59,1
N87	286,4	0,06	359,75	73,35
N88	303	0,12	362,69	59,69

N44	298	0,12	363,02	65,02	N89	289	0,17	360,64	71,64
N45	295,3	0,24	363,02	67,72	N90	286,4	0,05	360,64	74,24
N46	292,55	0,15	363,02	70,47	N91	302,2	0,24	362,37	60,17
N47	291,63	0,2	358,49	66,86	N10	300,17	0,21	362,56	62,39
N48	286,5	0,12	358,46	71,96	N11	310	0,49	363,02	53,02
N49	287,2	0,1	358,12	70,92	N12	308,17	0,5	363,01	54,84
N50	288	0,04	358,12	70,12	N13	298	0,08	362,37	64,37
N51	287,4	0,06	358,07	70,67	N14	295,6	0,08	362,37	66,77

6- Cas de point plus incendie :

- **Vitesse et perte de charge :**

Tableau n°05 : Vitesses et pertes de charge dans le réseau existant cas de point plus incendie

	Longueur	Vitesse	Pert.Charge			Longueur	Vitesse	Pert.Charge
ID Arc	m	m/s	m/km		ID Arc	m	m/s	m/km
T36	26,87	0,04	0,08		T 19	20,7	0,51	7,46
T38	30,35	0,94	5,3		T 20	4	0,55	8,28
T40	42,61	0,35	0,9		T 21	4	0,67	11,92
T41	43,16	0,34	0,85		T 22	20,7	0,75	14,71
T42	143,7	0,32	0,75		T 23	4	0,83	17,65
T43	12,09	0,3	0,68		T 24	22	1,02	25,51
T49	78,21	0,13	0,82		T 25	22,4	1,14	31,09
T51	35,05	0,12	0,26		T 26	23,8	1,27	37,52
T55	142,7	0,04	0,04		T 27	30	1,4	44,98
T62	36,68	0,06	0,07		T 28	26	0,04	0,09
T64	19,13	0,43	2,57		T 29	34,8	0,25	2,08
T65	56,21	0,4	2,27		T 30	98,1	0,12	0,63
T68	36,83	0,06	0,14		T 31	64,8	0,07	0,22
T69	65,81	0,06	0,04		T 33	7,5	0,95	5,35
T70	15,36	0,04	0,02		T 34	50	0,97	5,61
T72	69,37	0,01	0		T 36	20,3	0,03	0,07
T73	67,2	0,1	0,47		T 37	13,2	0,02	0,05
T74	20,73	0,03	0,07		T 38	13,42	0,02	0,05

T75	69,4	0,12	0,67	T 39	46,14	0,04	0,05
T77	76,45	0,13	0,79	T 40	30,74	0,12	0,27
T78	19,53	0,03	0,07	T 41	29,6	0,02	0,01
T81	31,34	0,05	0,11	T 42	29,6	0,03	0,02
T82	29,81	0,05	0,1	T 43	10,9	0,02	0,04
T83	22,15	0,04	0,08	T 44	23,6	0,17	0,49
T84	21,53	0,04	0,08	T 45	23,6	0,11	0,22
T85	27,31	0,05	0,09	T 46	110,5	0,04	0,04
T86	19,57	0,03	0,07	T 49	114,08	2,47	30,94
T87	17,12	0,03	0,06	T 50	81,3	0,22	0,83
T92	59,77	0,02	0,01	T 53	15	0,08	0,06
T93	57,45	0,05	0,05	T 54	156,2	0,5	1,65
T94	33,98	0,03	0,03	T 55	63,2	0,39	1,08
T95	51,55	0,02	0,01	T 56	49,1	0,31	0,71
T 1	16,5	0,49	3,27	T 57	150	0,17	0,53
T 2	17,2	0,46	2,96	T 58	26,4	0,4	2,28
T 3	16,8	0,43	2,64	T 59	60,5	0,66	5,67
T 4	27,8	0,4	2,24	T 60	880	0,38	1,05
T 5	25,1	0,31	1,46	T 62	45,76	0,18	0,54
T 6	109,6	0,42	2,51	T 63	429,7	0,17	0,49
T 7	142,8	0,18	1,2	T 64	350,8	0,4	1,12
T 8	107,6	0,46	4,64	T 65	476,6	0,22	0,38
T 9	60,3	0,33	2,55	T 66	33,9	0,03	0,01
T 10	26,4	0,04	0,09	T 14	22,8	0,67	9,02
T 11	9,8	0,63	5,12	T 67	40,4	0,07	0,17
T 12	49,6	0,51	3,55	T 68	40,2	0,07	0,17
T 13	22,2	0,76	11,18	T 15	44,6	0,93	5,21
T 16	19,66	0,03	0,07	T 32	45	0,48	1,58
T 17	57,81	0,35	1,84	T 35	55	0,36	0,96
T 18	38,5	0,25	2,05				

- **Pression et la charge :**

Tableau n°06 : les pressions et les charges dans le réseau existant : cas de pointe +incendie

	Altitude	Demande	Charge	Pression		Altitude	Demande	Charge	Pression
ID N	m	LPS	m	m	ID N	m	LPS	m	m
N 01	284,4	2,85	341,3	56,9	N 52	286	0,15	335,86	49,86
N 02	305,2	0,93	341,51	36,31	N 53	287	0,28	335,71	48,71
N 03	320,24	18,95	342,22	21,98	N 54	287,5	0,16	335,65	48,15
N 04	301,7	2,07	341,11	39,41	N 55	289,7	0,09	336,25	46,55
N 05	287,15	0,15	336,89	49,74	N 56	286	0,04	336,25	50,25
N 06	285,3	0,05	336,88	51,58	N 57	299,5	0,04	339,82	40,32
N 07	307,5	0,08	341,9	34,4	N 58	297,6	0,16	340,03	42,43
N 08	306,22	0,16	341,74	35,52	N 59	302	0,07	340,03	38,03
N 09	303,18	0,21	341,38	38,2	N 60	302,34	0,29	340,28	37,94
N 15	302,4	0,18	341,34	38,94	N 61	304,1	0,06	340,28	36,18
N 16	299,4	0,39	341,31	41,91	N 62	305,4	0,38	340,45	35,05
N 17	309,4	0,33	341,2	31,8	N 63	303,6	0,05	340,45	36,85
N 18	309,3	0,32	341,19	31,89	N 64	303,21	0,29	340,54	37,33
N 19	311,7	0,37	340,75	29,05	N 65	301,04	0,05	340,54	39,5
N 20	302,4	0,19	340,5	38,1	N 66	305	0,15	340,6	35,6
N 21	290,6	0,28	339,82	49,22	N 67	299	0,06	340,6	41,6
N 22	288,16	0,15	337,58	49,42	N 68	307,4	0,11	340,65	33,25
N 23	285,14	0,05	335,87	50,73	N 69	307	0,04	340,65	33,65
N 24	285,3	0,25	335,64	50,34	N 70	310,8	0,11	340,7	29,9
N 25	285,01	0,16	335,57	50,56	N 71	308	0,04	340,7	32,7
N 26	287,6	0,27	341,12	53,52	N 72	296,8	0,02	340,85	44,05
N 27	304,7	0,17	341,1	36,4	N 73	296,7	0,03	340,85	44,15
N 28	307,3	0,14	341,09	33,79	N 74	295	0,04	340,85	45,85
N 29	301,2	0,15	340,85	39,65	N 75	302	0,03	340,85	38,85
N 30	308	0,17	341,08	33,08	N 76	304	0,13	340,77	36,77

N 31	312	0,33	340,79	28,79	N 77	308,6	0,28	341,08	32,48
N 32	285,37	0,35	340,77	55,4	N 78	306,1	0,12	341,08	34,98
N 33	285,2	0,37	340,77	55,57	N 79	302	0,07	341,08	39,08
N 35	287,55	0,1	340,78	53,23	N 80	301,5	0,11	341,94	40,44
N 36	286,7	0,23	340,77	54,07	N 81	306	0,32	341,94	35,94
N 37	284,8	0,15	340,77	55,97	N 82	302	1,11	341,44	39,44
N 38	297,13	0,52	340,77	43,64	N 83	308	0,9	341,22	33,22
N 39	308,12	0,16	340,74	32,62	N 84	300	0,3	340,31	40,31
N 40	305,5	0,24	340,61	35,11	N 85	292	0,35	339,98	47,98
N 41	308,9	0,25	340,85	31,95	N 86	303,54	0,76	340,48	36,94
N 42	297	0,08	340,85	43,85	N 87	286,4	0,06	337,58	51,18
N 43	300	0,21	340,85	40,85	N 88	303	0,12	340,53	37,53
N 44	298	0,12	340,85	42,85	N 89	289	0,17	338,48	49,48
N 45	295,3	0,24	340,85	45,55	N 90	286,4	0,05	338,47	52,07
N 46	292,55	0,15	340,85	48,3	N 91	302,2	0,24	340,21	38,01
N 47	291,63	0,2	336,33	44,7	N 10	300,17	0,21	340,39	40,22
N 48	286,5	0,12	336,29	49,79	N 11	310	0,49	340,86	30,86
N 49	287,2	0,1	335,95	48,75	N 12	308,17	0,5	340,85	32,68
N 50	288	0,04	335,95	47,95	N 13	298	0,08	340,2	42,2
N 51	287,4	0,06	335,9	48,5	N 14	295,6	0,08	340,2	44,6

7. Interprétation des résultats de simulation

1- Cas de pointe:

Il est important de rappeler les normes de vitesses et de pressions autorisées sur le réseau :

- Les pressions doivent être comprises entre 2 et 6 bars.
- La vitesse d'écoulement de l'eau dans les conduites doit être comprise entre 0,5 et 1,5 m/s

Les résultats de la simulation du réseau existant de Sidi Bendiaf, en cas de pointe, montrent :

- **les vitesses**

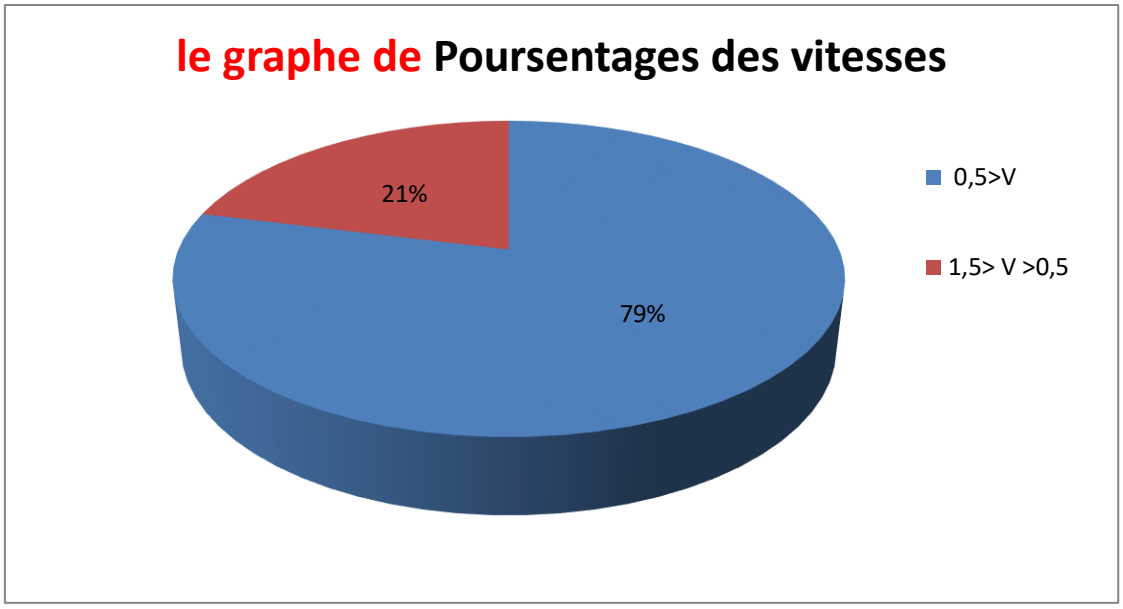


Figure 04 : La répartition des vitesses dans le réseau

D'après la figure ci-dessus, 79% des conduites ont des vitesses inférieures à 0,5 m/s, ce qui favorise la formation des dépôts et le colmatage des canalisations et dans 21% des conduites, les vitesses sont dans l'intervalle de 0,5 a 1,5 m/s.

- **les pressions**

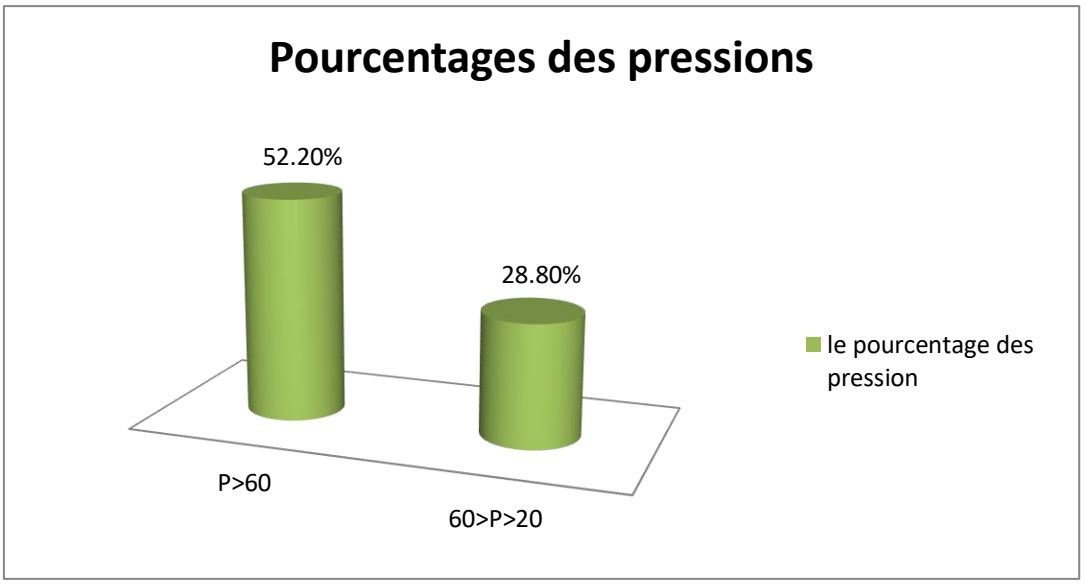


Figure05: La répartition des pressions dans le réseau

D'après les résultats obtenus dans la simulation, 28,8% des nœuds de consommation ont des pressions entre 1et 6 bars. Cependant, dans 52,2%des nœuds les pressions dépassent 60m Ces pressions favorisent l'apparition des fuites.

8. La capacité de stockage

Selon ce qui a été développé dans le chapitre 3, nous avons déjà signalé que la capacité actuelle, de 150m^3, est insuffisante pour la distribution de l'eau potable. Par conséquent, la construction d'un réservoir de capacité de 750 m^3 est indispensable. Proposons d'implanter le nouveau réservoir à cote de l'existant (le réservoir de 150 m^3 va servir de secours et va être utilisé en cas d'urgence).

9. Conclusion

D'après les résultats obtenus à l'aide des simulations sous Epanet**,** il est à noter que les pressions aux nœuds et les vitesses dans les conduites du réseau existant ne sont pas acceptables. Les valeurs de pression sont majoritairement supérieures à 60 m et celles de la vitesse sont, aussi en grande partie, inferieures à 0.5m/s.

Chapitre VI:

Projection du réseau d'AEP

Chapitre VI : Projection du réseau d'AEP

1. Introduction

Le réseau de Sidi Bendiaf est en mauvais état, il et nécessite une rénovation. Cette dernière s'impose comme solution pour répondre aux besoins en eau potable, de la population de Sidi Bendiaf, qui a augmenté en nombre d'une part et d'autre part nous avons une nouvelle extension qui nécessite d'être prise en charge, même s'il existe des méthodes de réhabilitation que nous allons aborder dans ce chapitre.

Nous allons proposer de le changer par un réseau mieux adapté aux nouvelles données du village de Sidi Bendiaf pour assurer une meilleure distribution d'eau aux habitants

2. Présentation des réseaux d'AEP

Le réseau d'AEP contient plusieurs éléments, du point de captage à la station de traitement, puis au réservoir de stockage en passant par les conduites de transport jusqu'au consommateur. Les principaux ouvrages constituants un réseau d'AEP sont schématisés dans la figure ci-aprés :

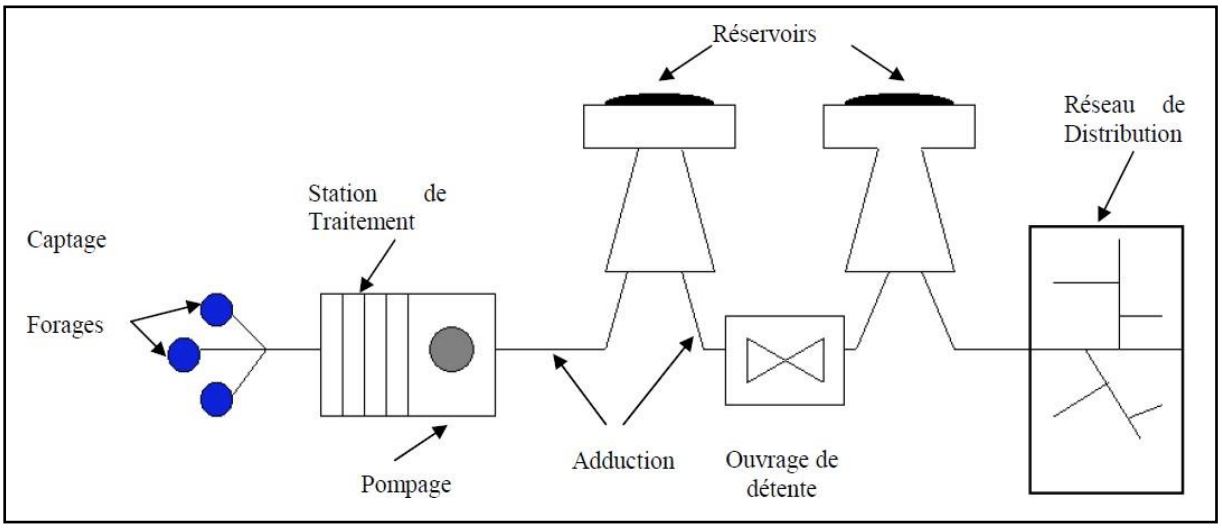


Figure 01: Schéma descriptif d'un système d'AEP [01].

Le réseau de distribution d'eau potable est un ensemble de conduites interconnectées fonctionnant sous pression, et assurant l'alimentation de la ville à partir des réservoirs. A cela, il faut ajouter les accessoires du réseau qui permettent une bonne exploitation et un bon entretien de ce dernier. Parmi ceux-ci on peut citer les vannes de sectionnement, les vannes de réduction de pression, les poteaux d'incendie, les compteurs et les ventouses.

3. Type de réseau de distribution

En fonction de la structure et l'importance de l'agglomération, on distingue les différents types de réseau de distribution selon (Dupont, 1979) comme suit:

1- Réseau ramifié

Le réseau ramifié est constitué par une conduite principale et des conduites secondaires branchées tout le long de la conduite principale. C'est un réseau arborescent (ramifié) qui n'assure aucune distribution de retour. Il suffit qu'une panne se produise sur la conduite principale, et toute la population à l'aval sera privée d'eau.

La figure ci– dessous représente un schéma d'un réseau ramifié

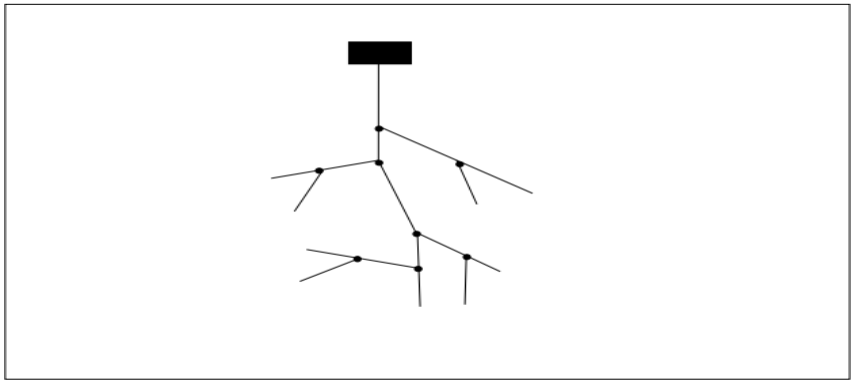


Figure 02 : Schéma d'un réseau ramifié

2- Réseau maillé

Un réseau maillé est constitué d'une série de tronçons disposés de telle manière qu'il soit possible de décrire une ou plusieurs boucles fermées. Le réseau maillé assure une distribution de retour en cas de panne d'un tronçon.

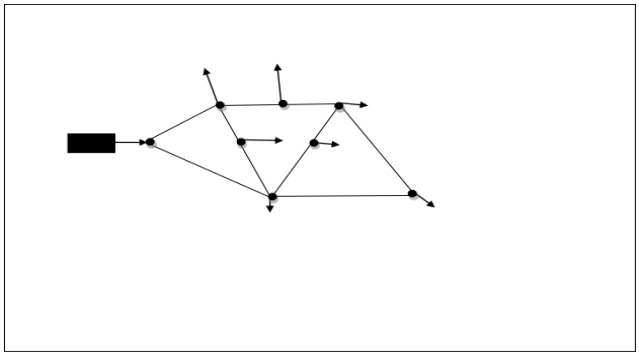


Figure 03 : Schéma d'un réseau maillé

3- Réseau combiné

Un réseau est dit combiné (ramifié et maillé) lorsqu'il est constitué d'une partie ramifiée et une autre maillée. Ce type de schéma est utilisé pour desservir les quartiers en périphérie de la ville par les ramifications issues des mailles utilisées dans le centre-ville

4- Réseau étagé

Le réseau étagé est caractérisé par les différences de niveau très importantes ; ce qui fait que la distribution de l'eau par le réservoir donne des fortes pressions au point le plus bas. En effet, ce système nécessite une installation d'un réservoir intermédiaire alimenté par le premier qui permet de régulariser la pression dans le réseau.

4. Réhabilitation du réseau d'AEP

La réhabilitation d'un système d'approvisionnement en eau potable peut être réalisée par une action ou une combinaison d'actions telles que remplacement, rénovation ou réparation de composants ou ouvrages et d'après les constats du diagnostic abordé dans le chapitre précèdent, nous allons rénover le réseau de Sidi Bendiaf. Ceci en projetant un nouveau réseau maillé et un nouveau réservoir.

4.1.Objectifs de la réhabilitation

Les objectifs à atteindre par la réhabilitation doivent toujours être indiqués. Les principaux objectifs sont les suivants :

1. Rétablir le bon fonctionnement hydraulique.
2. Améliorer les conditions d'exploitation.
3. Lutter contre la corrosion.
4. Rétablir l'étanchéité de la canalisation.
5. Améliorer la sécurité de la desserte en évitant des interruptions dues à la casse d'un réseau

4.2.Techniques de rehabilitation

Les techniques de réhabilitation se sont particulièrement développées depuis une décennie. Elles ont été largement recensées par la direction de la prévention des pollutions du ministère

de l'environnement. En revanche, le recul n'est pas suffisant pour apprécier les qualités respectives de chacune des solutions inventoriées. En outre, il convient de vérifier que la solution retenue permettra, non seulement de corriger l'anomalie, mais également de résister à une nouvelle anomalie pouvant résulter de la même cause si cette cause n'a pas été supprimée. Les techniques de réhabilitation existant sont nombreuses, et peuvent être classées selon divers critères : structurantes ou non structurantes, continues ou ponctuelles, destructives ou nondestructives. On peut citer les deux grandes classifications selon (Yahiaoui, 2000)

4.3. Techniques ponctuelles ou continues

Les techniques sont dites ponctuelles ou continues selon qu'elles réparent l'ouvrage localement, au droit de chaque dégradation, ou qu'elles réhabilitent l'ensemble du tronçon.

4.4. Techniques destructives ou non destructives

Les techniques dites non destructives concernent les méthodes dont la mise en œuvre ne nécessite pas la destruction de l'ouvrage en place. L'ouvrage dégradé est conservé enl'état. Par opposition, les techniques dites destructives impliquent la destruction totale du collecteur dégradé et son remplacement par l'intérieur, sans ouverture d'une tranchée. Il existe deux grandes catégories de procédés : le microtunnelier « mange tube » et « l'éclate tuyau »

5. Dimensionnement du Réseau projeté

Le dimensionnement du réseau est basé sur la méthode de Hardy Cross en suivant les étapes ci-après

5.1.Tracé du réseau:

Le type de réseau adopté va permettre permettra en cas d'accident (fuites ou ruptures) d'isoler le tronçon accidenté et de poursuivre l'alimentation des abonnés à l'aval.

Les conduites du réseau en question doivent être posées sur les accotements des voies afin d'éviter leur dégradation en cas de fuite.

Les longueurs des tronçons du réseau sont déterminées en fonction des plans d'urbanisme et de la carte topographique de l'agglomération.

Le tracé du réseau a été matérialisé pour relier tous les point de consommation et pour qu'il soit rectiligne et le plus court possible.

Les canalisations doivent présenter des diamètres suffisants, de façon à assurer un débit maximal avec une pression compatible avec l'exigence de la demande.

Le réseau projeté est de type maillé avec quelque ramification entre les mailles. Il est constitué de sept mailles (voir plan de masse AEP)

5.2.Choix du Type et Nature du Matériau du Réseau

Pour le présent projet, les canalisations seront constituées par les tuyaux en PEHD. Leurs pressions maximales de service peuvent atteindre 16 bar. Leur avantage se résume comme suit :

- de la faible rugosité du matériau,
- de la facilité de manutention et d'installation des conduites,
- de leur résistance aux contraintes (chocs, écrasements, déplacements de terrains).
- un produit qui s'adapte à tous les sols et toutes les surfaces.
- des coûts d'achats, et du prix de revient du projet.
- une durée de vie de plus de 30 années.
- Ils sont très souples, rigides, légers et résistent bien à la corrosion.

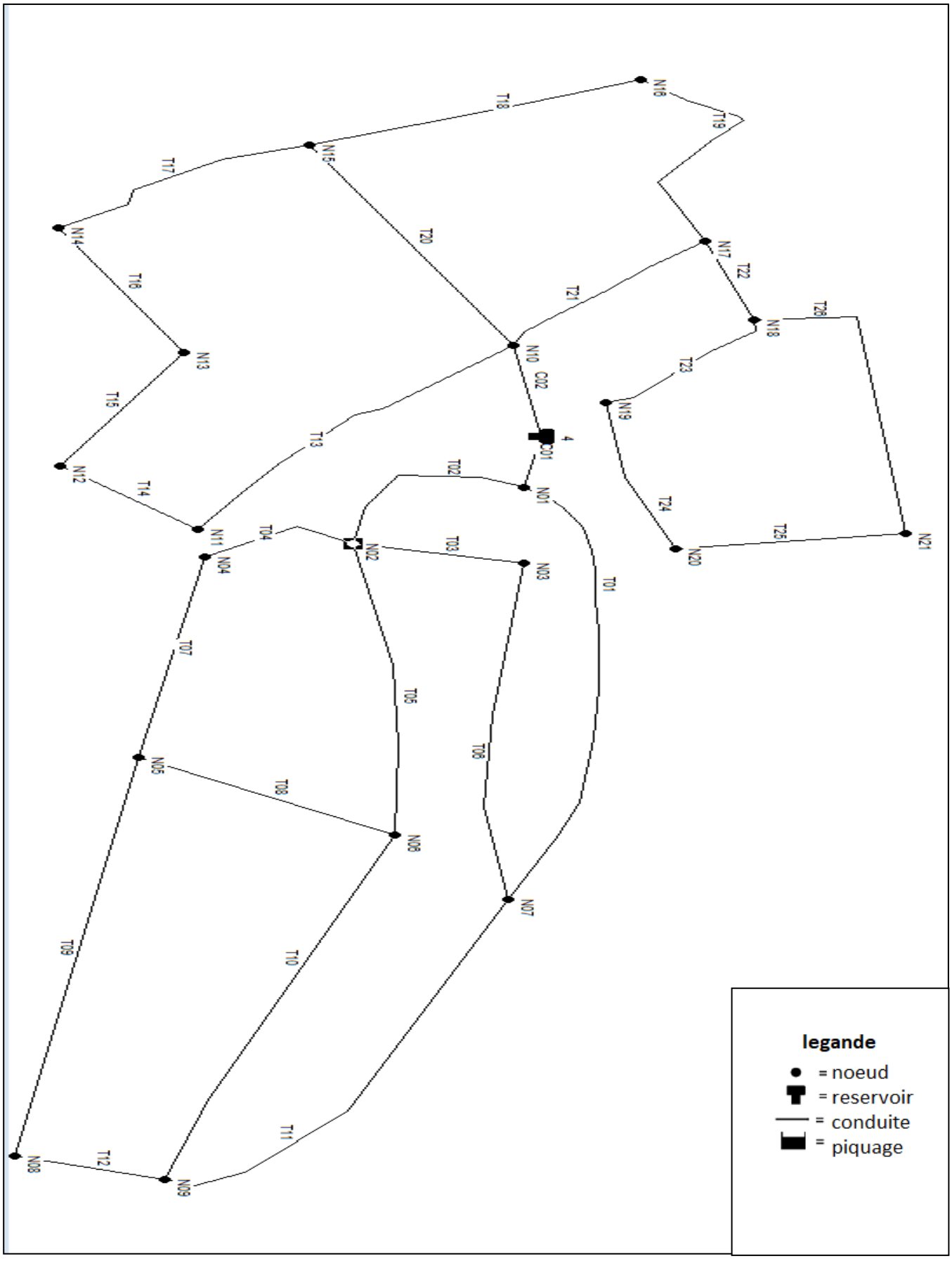


Figure 04: Le nouveau réseau de la ville de SIDI BENDIAF et l'extension sur Epanet.

5.3.Hypothèses de calcul et de dimensionnement :

- **Le Débit :**

La demande en eau de l'agglomération à desservir doit être estimée au plus juste, nous calculons également le débit aux heures de pointe. Les canalisations de distribution doivent pouvoir supporter les débits les plus élevés, c'est pourquoi les calculs hydrauliques des canalisations sont effectués en fonction des débits de pointe (heures de pointe).

Il est nécessaire de vérifier le comportement du réseau de distribution en cas d'incendie (heures de pointe et incendies). Le débit d'incendie estimé au point le plus défavorable du réseau est de 60 m3/h (soit environ 17 l/s)

- **La Vitesse :**

La vitesse de l'eau dans la conduite de distribution doit être comprise entre 0,5 et 1,5 m/s. Les faibles vitesses favorisent le dépôt de solides dans le pipeline. Des vitesses élevées peuvent favoriser les fuites et les coups de bélier, et créer de la cavitation et du bruit.

- **La pression :**

La pression minimale dépend des besoins en pression de l'utilisateur. Dans une maison, il est recommandé d'avoir une pression comprise entre 1 et 2 bars. La pression maximale est limitée par la résistance des tuyaux. En général, elle ne devrait pas dépasser 5 bars à la jonction du bâtiment de 4-6 étages. Si tel est le cas, il est recommandé d'installer un réducteur de pression entre le réseau et le bâtiment.

5.4.Calcul hydraulique de réseau projeté :

1- Dimensionnement de la Conduite de Distribution :

A partir du réservoir d'une capacité de **750** m^3, implantés à une côte favorable par rapport au présent projet l'eau est desservie gravitairement dans le réseau de distribution.

Deux conduites principales de distribution issue de cet ouvrage de stockage :

C01 : (Réservoir – Nœud d'Apport 01).

C02 : (Réservoir – Nœud d'Apport 10).

Le calcul du diamètre de la conduite de distribution a été réalisé par la formule de Darcy-Weisbach dans le tableau ci-dessous :

$$Dav = \sqrt[m]{\frac{K * L * Q^{\beta}}{\Delta Ht}}$$

N.B. : On a pris en considération, l'augmentation du débit à raison de 17 l/s, en cas d'incendie comme débit véhicule (Qv)

Tableau n° 01 : le Calcul de la conduite de distribution

Conduit	Leq (m)	Qv (l/s)	K	m	β	ΔHt	Dav (mm)	Dnor (mm)
C01	74,75	24,9	0.001052	4.772	1.77	65,25	0,101	200
C02	128,8	21,3	0.001052	4.772	1.77	30,75	0,095	200

2- Dimensionnement du réseau de distribution :

- **Cas de pointe :**

1/Débit spécifique :

D'après le chapitre II de la consommation horaire de notre agglomération on constate que qu'à l'heure de pointe, le débit est égale à : 167,51m3/h

Sachant qu'il n'y a pas de débit concentré :

$Q_{max\ h} = Q_{pnt} = Q_{rt}$

$$qsp = \frac{Qrt}{\sum L}$$

Q_{sp} : débit spécifique

Q_{rt} : débit en route167, 51m3/h =46,53 l/s

$\sum L$: la somme des tronçons de réseau =5498,1

Application numérique :

$$q_{sp} = \frac{46,53}{5498,1}$$

qsp =0,008463 l/s/m

2/Débit en route

Il est défini comme étant le débit de consommation reparti uniformément le long d'un tronçon du réseau.

$$Q_{ri} = Q_{sp} x L_i$$

Avec :

Q_{ri} : débit en route d'un tronçon i (l/s).

L_i : longueur d'un tronçon i en mètre (m).

Q_{sp} : débit spécifique en (l/s/m).

3/Débit aux nœuds :

Les débits nodaux sont des débits concentres en chaque nœuds alimentant lapopulation, ils sont déterminés par la formules suivante :

$$Q_{ni}=0.5\sum Q_r$$

Avec :

Q_{ni} : débit au nœud (l/s).

$\sum Q_r$: somme des débits en route des tronçons aboutissant au nœud

Le tableau suivant résume les valeurs des débits routes et aux nœuds dans notre réseau :

Tableau n° 02 : Valeurs des débits en routes et aux nœuds dans le réseau de distribution (Cas de pointe)

Neoud	tronçon	Longueur	Qr	∑Qr	Qn
N01	T01	471,4	3,989	5,259	2,629
	T02	150,0	1,269		
N02	T02	150,0	1,269	4,997	2,499
	T03	101,2	0,856		
	T04	118,5	1,003		
	T05	220,8	1,869		
N03	T03	101,2	0,856	3,331	1,665

	T06	292,4	2,474		
N04	T04	118,5	1,003	2,656	1,328
	T07	195,3	1,653		
N05	T07	195,3	1,653	6,113	3,057
	T08	151,8	1,285		
	T09	375,2	3,176		
N06	T05	220,8	1,869	6,287	3,144
	T08	151,8	1,285		
	T10	370,3	3,134		
N07	T01	471,4	3,989	9,813	4,907
	T06	292,4	2,474		
	T11	395,8	3,350		
N08	T09	375,2	3,176	3,969	1,985
	T12	93,8	0,794		
N09	T10	370,3	3,134	7,277	3,639
	T11	395,8	3,350		
	T12	93,8	0,794		
N10	T13	279,3	2,364	5,851	2,926
	T20	247,6	2,095		
	T21	164,5	1,392		
N11	T13	279,3	2,364	3,285	1,643
	T14	108,9	0,922		
N12	T14	108,9	0,922	2,135	1,068
	T15	143,4	1,214		
N13	T15	143,4	1,214	2,510	1,255
	T16	153,2	1,297		
N14	T16	153,2	1,297	2,874	1,437
	T17	186,4	1,578		
N15	T17	186,4	1,578	5,520	2,760
	T18	218,2	1,847		
	T20	247,6	2,095		
N16	T18	218,2	1,847	3,801	1,900

	T19	230,9	1,954		
N17	T19	230,9	1,954	4,108	2,054
	T21	164,5	1,392		
	T22	90	0,762		
N18	T23	124,7	1,055	3,607	1,803
	T26	301,5	2,552		
N19	T23	124,7	1,055	2,481	1,240
	T24	168,4	1,425		
N20	T24	168,4	1,425	2,648	1,324
	T25	144,5	1,223		
N21	T25	144,5	1,223	3,775	1,887
	T26	301,5	2,552		

- **Cas de pointe plus incendie :**

C'est le même procède que dans le cas précédent (cas de pointe), sauf que l'on doit s'assurer que le débit soit augmenté dans le cas d'incendie de la valeur 17l/s. Nous supposons que le point le plus défavorable est le nœud le plus loin où la pression est la plus faible, donc nous rajoutons un débit de 17l/s au nœud n14. En conséquence donc, la demande au niveau des nœuds reste inchangée (la même que celle dans le cas de pointe) sauf au nœud n14 qui devient : Qn14=1.44+ 17=18,44 l/s

5.5. Résultats de la simulation hydraulique du réseau de distribution projeté :

A l'aide du logiciel Epanet on a simulé, après l'insertion des données nécessaires, le débit nodal, la rugosité, l'altitude, les diamètres… (Comme, déjà, cité plus haut), cependant les diamètres ont été déterminés et estimés par la méthode de répartition arbitraire pour avoir approximativement les diamètres définitifs.

Les dimensions des tuyaux du réseau sont calculées en fonction des débits horaires maximums. Lorsque nous avons les débits répartis, nous pouvons choisir les diamètres correspondants qui sont bénéfiques pour l'écoulement gravitaire, tout en respectant la condition de vitesse allant de 0,5 à 1,5 m/s et jusqu'à 2 m/s en cas de pointe plus d'incendie.

a/ Cas de pointe

Le schéma du réseau maillé projeté est illustré, par EPANET, en cas de pointe par la **figure** suivante :

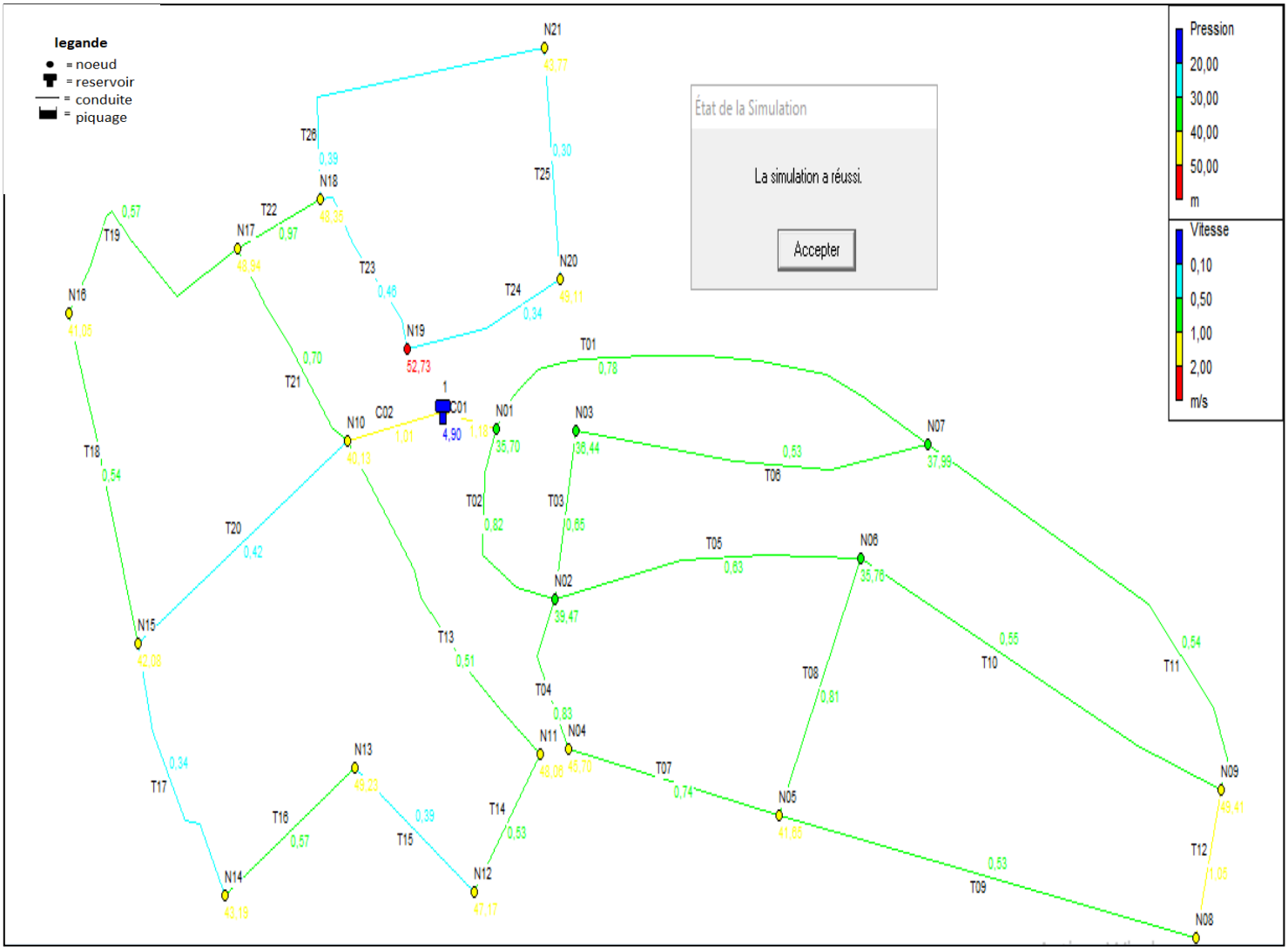


Figure 05 : La simulation du réseau de la ville de SIDI BENDIAF et l'extension sur Epanet (cas de pointe)

1/charge et pression (Cas de pointe)

Les valeurs des charges et des pressions, résultant de la simulation et pour chaque nœud du réseau projeté, sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau n° 03: la Pression et la charge dans le réseau projeté en cas de pointe

	Altitude	Demande	Charge	Pression
ID	m	LPS	m	m
N01	309,5	2,63	345,2	35,7
N02	305,2	2,5	344,67	39,47
N03	307,6	1,67	344,04	36,44
N04	298,4	1,33	344,1	45,7
N05	301,7	3,05	343,35	41,65
N06	306,2	3,14	341,96	35,76
N07	304,1	4,9	342,09	37,99
N08	294,2	1,98	342,11	47,91
N09	289,9	3,64	339,31	49,41
N10	305	2,93	345,13	40,13
N11	296,2	1,64	344,26	48,06
N12	296,5	1,07	343,67	47,17
N13	293,7	1,25	342,93	49,23
N14	301,3	1,44	344,49	43,19
N15	302,7	2,72	344,78	42,08
N16	301,7	1,9	342,75	41,05
N17	295,6	2,05	344,54	48,94
N18	295,3	1,8	343,65	48,35
N19	290,5	1,24	343,23	52,73
N20	293,6	1,33	342,71	49,11
N21	299,3	1,83	343,07	43,77

2/Vitesse et perte de charge (Cas de pointe)

Les valeurs des vitesses et des pertes de charge, résultant de la simulation sur EPANET et pour chaque tronçon du réseau projeté, sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau n° 04: Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté en cas de pointe

	Longueur	Diamètre interieur	Diametre exterieur	Débit	Vitesse	Pert.Charge
ID Arc	m	mm	mm	l/s	m/s	m/km
C01	65,5	163,6	200	24,84	1,18	6,85
C02	102	163,6	200	21,2	1,01	5,15
T01	471,4	90	110	4,93	0,78	6,61
T02	150	163,6	200	17,28	0,82	3,56
T03	101,2	73,6	90	2,77	0,65	6,19
T04	118,5	130,8	160	11,18	0,83	4,77
T05	220,81	40,8	50	0,83	0,63	12,25
T06	292,4	51,4	63	1,1	0,53	6,68
T07	195,3	130,6	160	9,85	0,74	3,83
T08	151,8	73,6	90	3,45	0,81	9,17
T09	375,23	90	110	3,35	0,53	3,32
T10	370,3	51,4	63	1,14	0,55	7,16
T11	395,8	51,4	63	1,13	0,54	7,01
T12	93,8	40,8	50	1,37	1,05	29,81
T13	279,3	90	110	3,21	0,51	3,09
T14	108,9	61,4	75	1,57	0,53	5,42
T15	143,4	40,8	50	0,5	0,39	5,15
T16	153,2	40,8	50	0,75	0,57	10,16
T17	186,4	51.4	63	2,19	0,34	1,56
T18	218,2	40,8	50	0,71	0,54	9,28
T19	230,9	51,4	63	1,19	0,57	7,74
T20	247,6	130,8	160	5,61	0,42	1,39
T21	164,5	130,6	160	9,44	0,7	3,55
T22	90	90	110	6,2	0,97	9,95
T23	124,7	73,6	90	1,95	0,46	3,32
T24	168,4	51,4	63	0,71	0,34	3,09
T25	144,5	51,4	63	0,62	0,3	2,48
T26	301,45	90	110	2,45	0,39	1,91

b/Cas de pointe plus incendie :

Le schéma du réseau maillé projeté est illustré, par EPANET, en cas de pointe +incendie, par la figure suivante.

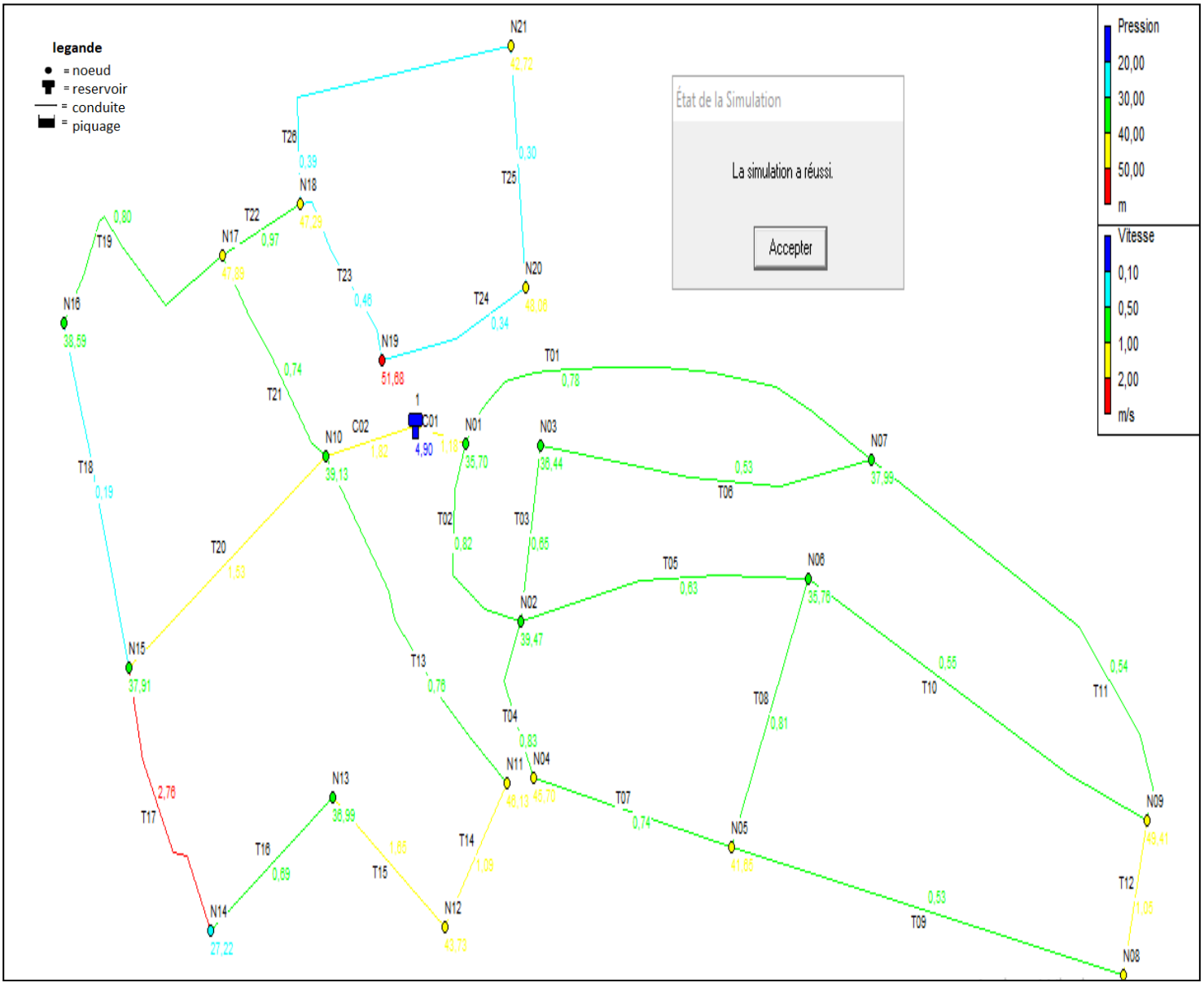


Figure 06 : La simulation du réseau de la ville de SIDI BENDIAF et l'extension sur Epanet : cas de pointe + incendie

1/Charge et pression (cas de pointe + incendie)

Les valeurs des charges et des pressions, résultant de la simulation et pour chaque nœud du réseau projeté, sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau n° 05: Pression et charge dans le réseau projeté : cas de pointe + incendie.

	Altitude	Demande	Charge	Pression
ID Noeud	m	L/S	m	m
Noeud N01	309,5	2,63	345,2	35,7
Noeud N02	305,2	2,5	344,67	39,47
Noeud N03	307,6	1,67	344,04	36,44
Noeud N04	298,4	1,33	344,1	45,7
Noeud N05	301,7	3,05	343,35	41,65
Noeud N06	306,2	3,14	341,96	35,76
Noeud N07	304,1	4,9	342,09	37,99
Noeud N08	294,2	1,98	342,11	47,91
Noeud N09	289,9	3,64	339,31	49,41
Noeud N10	305	2,93	344,13	39,13
Noeud N11	296,2	1,64	342,33	46,13
Noeud N12	296,5	1,07	340,23	43,73
Noeud N13	293,7	1,25	330,69	36,99
Noeud N14	301,3	18,44	328,52	27,22
Noeud N15	302,7	2,72	340,61	37,91
Noeud N16	301,7	1,9	340,29	38,59
Noeud N17	295,6	2,05	343,49	47,89
Noeud N18	295,3	1,8	342,59	47,29
Noeud N19	290,5	1,24	342,18	51,68
Noeud N20	293,6	1,33	341,66	48,06
Noeud N21	299,3	1,83	342,02	42,72

2/Vitesse et perte de charge : cas de pointe + incendie

Les valeurs des vitesses et des pertes de charge, résultant de la simulation sur EPANET et pour chaque tronçon du réseau projeté, sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau n°06: Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté cas de pointe plus incendie

	Longueur	Diamètre Intérieur	Diamètre extérieur	Débit	Vitesse	Pert.Charge
ID Arc	m	mm	mm	LPS	m/s	m/km
Tuyau C01	65,5	163,6	200	24,84	1,18	6,85
Tuyau C02	102	163,6	200	38,2	1,82	14,94
Tuyau T01	471,4	90	110	4,93	0,78	6,61
Tuyau T02	150	163,6	200	17,28	0,82	3,56
Tuyau T03	101,2	73,6	90	2,77	0,65	6,19
Tuyau T04	118,5	130,8	160	11,18	0,83	4,77
Tuyau T05	220,81	40,8	50	0,83	0,63	12,25
Tuyau T06	292,4	51,4	63	1,1	0,53	6,68
Tuyau T07	195,3	130,6	160	9,85	0,74	3,83
Tuyau T08	151,8	73,6	90	3,45	0,81	9,17
Tuyau T09	375,23	90	110	3,35	0,53	3,32
Tuyau T10	370,3	51,4	63	1,14	0,55	7,16
Tuyau T11	395,8	51,4	63	1,13	0,54	7,01
Tuyau T12	93,8	40,8	50	1,37	1,05	29,81
Tuyau T13	279,3	90	110	4,86	0,76	6,44
Tuyau T14	108,9	61,4	75	3,22	1,09	19,29
Tuyau T15	143,4	40,8	50	2,15	1,65	66,47
Tuyau T16	153,2	40,8	50	0,9	0,69	14,21
Tuyau T17	186,4	90	110	17,54	2,76	64,86
Tuyau T18	218,2	40,8	50	0,24	0,19	1,45
Tuyau T19	230,9	51,4	63	1,66	0,8	13,85
Tuyau T20	247,6	130,8	160	20,5	1,53	14,21
Tuyau T21	164,5	130,6	160	9,91	0,74	3,87
Tuyau T22	90	90	110	6,2	0,97	9,95

Tuyau T23	124,7	73,6	90	1,95	0,46	3,32
Tuyau T24	168,4	51,4	63	0,71	0,34	3,09
Tuyau T25	144,5	51,4	63	0,62	0,3	2,48
Tuyau T26	301,45	90	110	2,45	0,39	1,91

5.6.Interprétation des résultats

D'après les calculs effectués, il ressort que les débits définitifs sont légèrement différents des débits estimés ce qui justifie la conservation des diamètres provisoires calculés. D'autre part, nous constatons que :

a/ Vitesse :

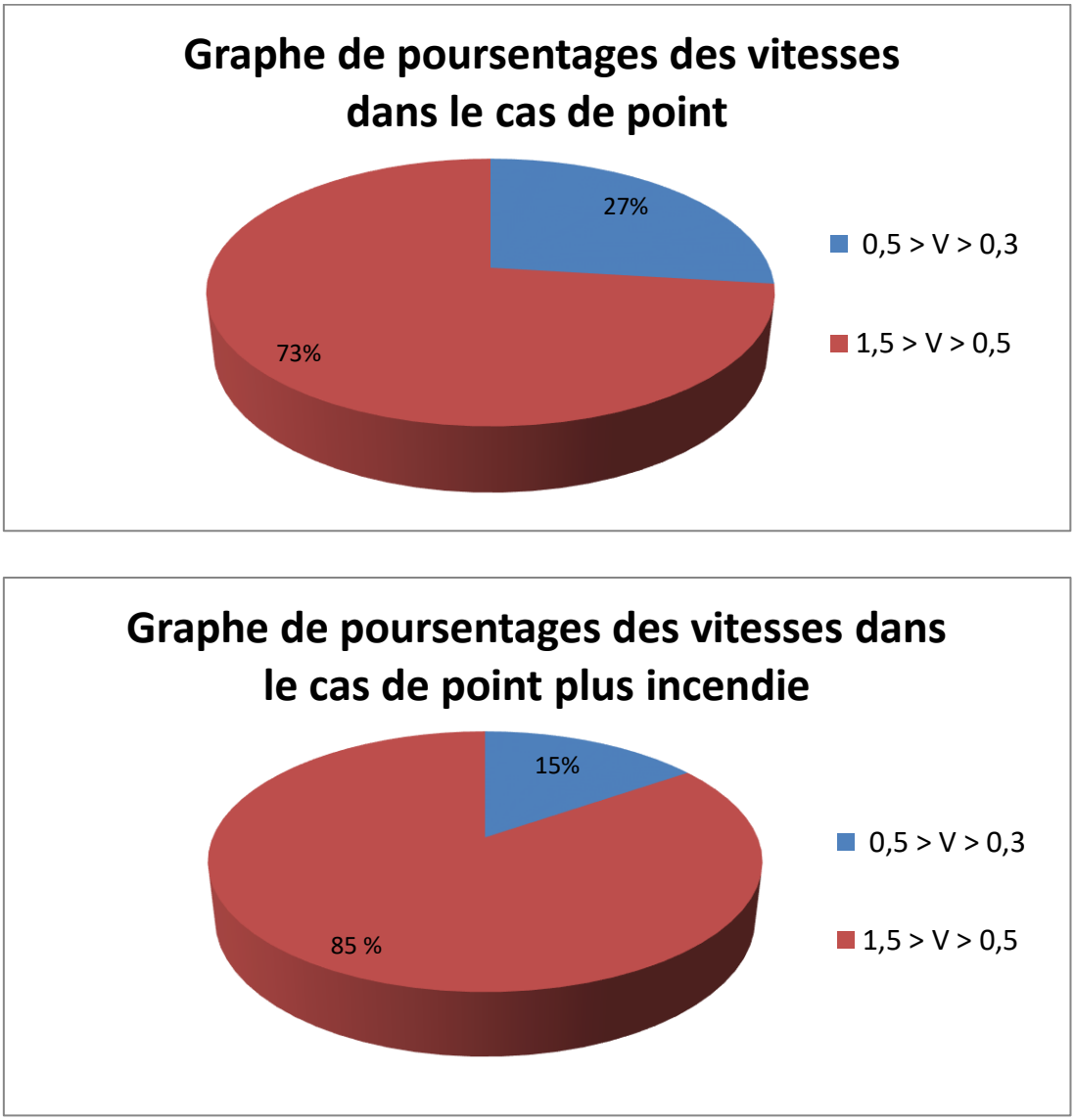


Figure 07 : Secteurs de pourcentages de vitesse dans le cas de point et point plus incendie

Les vitesses d'écoulement sont plus ou moins favorables dans les deux cas avec un pourcentage de 73% pour le cas de pointe et de 85% pour le cas de pointe+incendie:

b/ Pression :

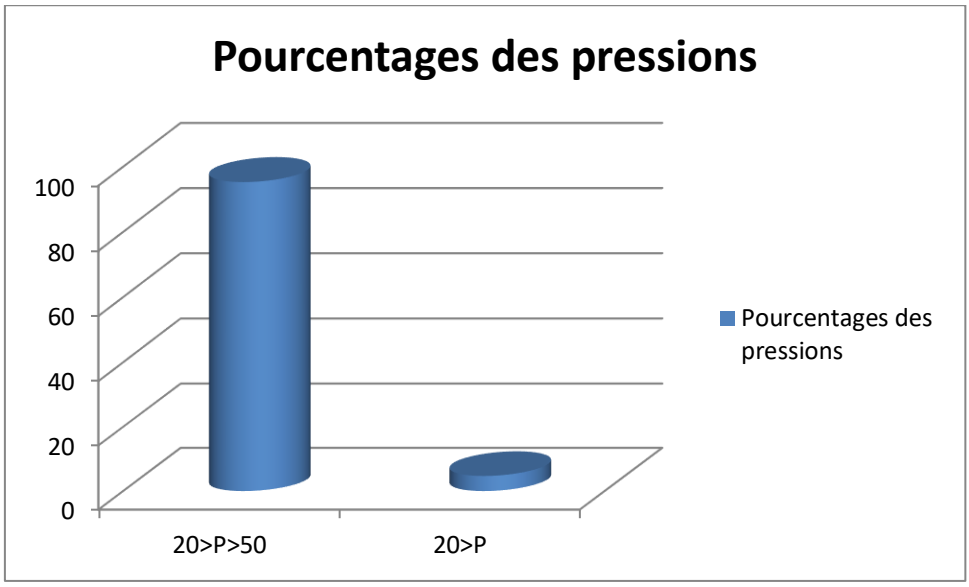


Figure 08 : Secteurs des pressions de réseau pour les deux cas (point et point plus incendie)

La pression aux différents nœuds est globalement satisfaisante avec des valeurs dans les normes à 95,3%dans les deux cas (point et point plus incendie) En peut ajouter des réducteur de pression pour assuré une pression inferieur a 50m sur tout le réseau.

Les diamètres :

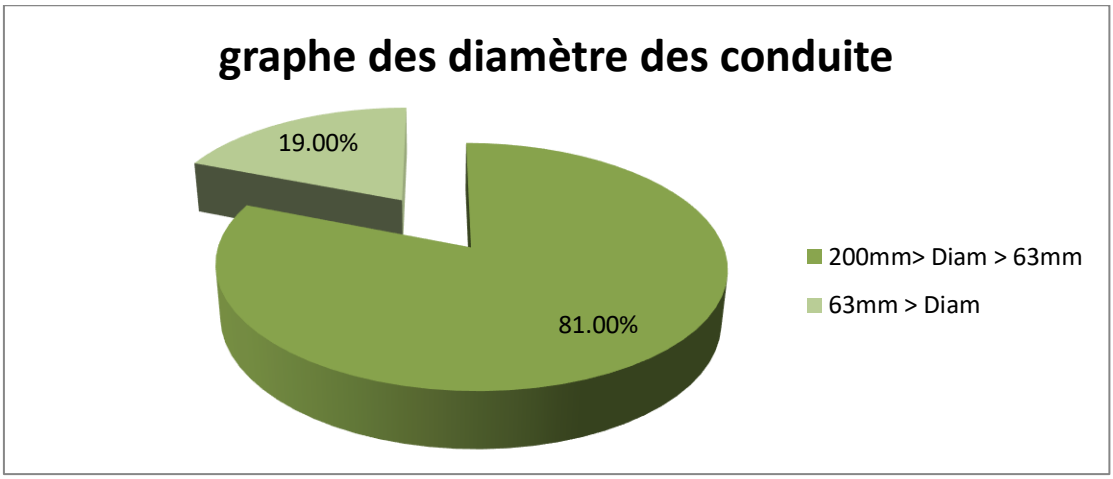


Figure 09 : Secteurs de pourcentages des diamètres dans le réseau

Les diamètres des canalisations pour la totalité du réseau projeté sont favorables et répondent aux normes requises à 81% (63 mm ≤ diam ≤ 200 mm) et 19% des diamètres inferieur à 63 mm et égale à 50 mm

6. Conclusion :

Dans le présent chapitre, nous avons abordé les principales techniques de réhabilitation de réseau, sans approfondir la question, du fait que notre but est de tracer un nouveau réseau adapté à l'extension prévu pour assurer un bon approvisionnement en eau potable de la population de la localité de Sidi Bendiaf.

D'après les résultats obtenus à l'aide des simulations sous Epanet**,** il est à noter que les pressions aux nœuds et les vitesses dans les conduites du réseau dans les deux cas (pointe et pointe plus incendie) sont acceptables.

Chapitre VII

Pose de canalisation et accessoires

Chapitre VII : Pose de canalisation et accessoires.

1. Introduction

Le rôle principal d'une canalisation est de transporter un débit souhaité tout en faisant face à différentes contraintes telles que la surpression, la dépression, le poids de l'eau, le poids du sol ainsi que les charges roulantes. C'est pourquoi l'installation et la protection des conduites sont des éléments cruciaux pour assurer leur sécurité, stabilité et durabilité.

2. Type de pose de canalisation

Le choix du type de pose de canalisation dépendra de divers facteurs tels que la nature du terrain, les contraintes environnementales, les exigences de pression et de débit, ainsi que les coûts et les délais du projet. Il est essentiel de suivre les normes et les réglementations en vigueur pour assurer la sécurité et la durabilité du réseau de canalisation.

Les principaux types de pose de canalisation sont les suivants

2.1.Pose de canalisations dans un terrain ordinaire

Pour assurer une pose correcte de la canalisation, il faut creuser des tranchées d'au moins 60 cm de largeur, et d'une profondeur permettant de recevoir le lit de pose, la conduite et l'épaisseur du remblai, ce qui correspond à une valeur de 80 cm au minimum.

Au fond de la tranchée, on met installe un lit de sable d'une épaisseur de 10 à 20 cm, et qui doit être nivelé correctement. Il est nécessaire de procéder au tri des conduites, de façon à écarter celles qui ont été endommagé (subi des chocs, fissurations…), avant toute mise en fouille, suite à quoi la descente dans le lit est assuré manuellem1ent ou mécaniquement

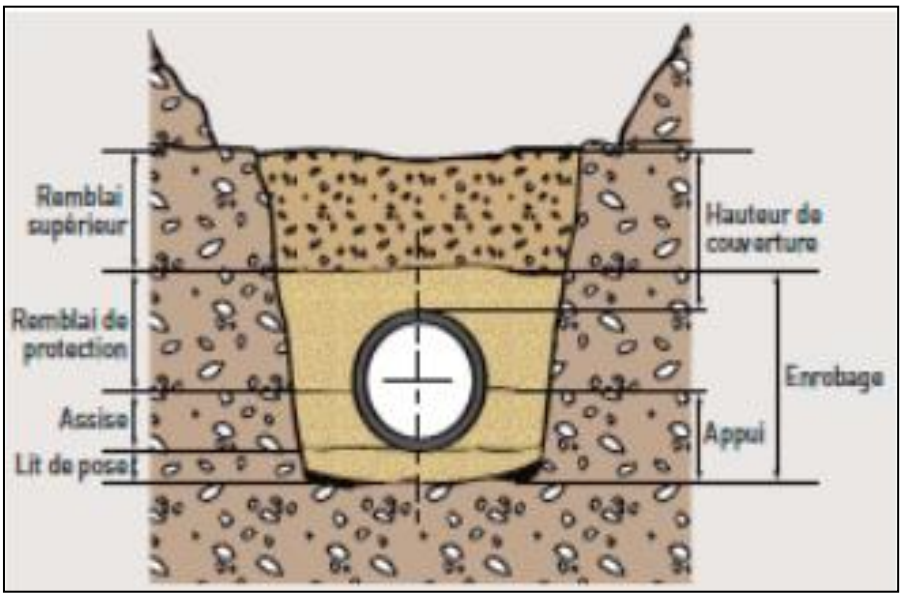


Figure 1 : Schéma descriptif de pose de canalisation dans un terrain ordinaire [6]

2.2.Pose de canalisations dans un terrain peu consistant

La pose de la canalisation se fait sur une semelle en béton armé ou non avec interposition d'un lit de sable, afin d'éviter tout mouvement survenant sous l'effet de paramètres lié aux conditions générales (le glissement du terrain, terrain accidenté…). La semelle peut être continue ou pas selon la nature du sol.

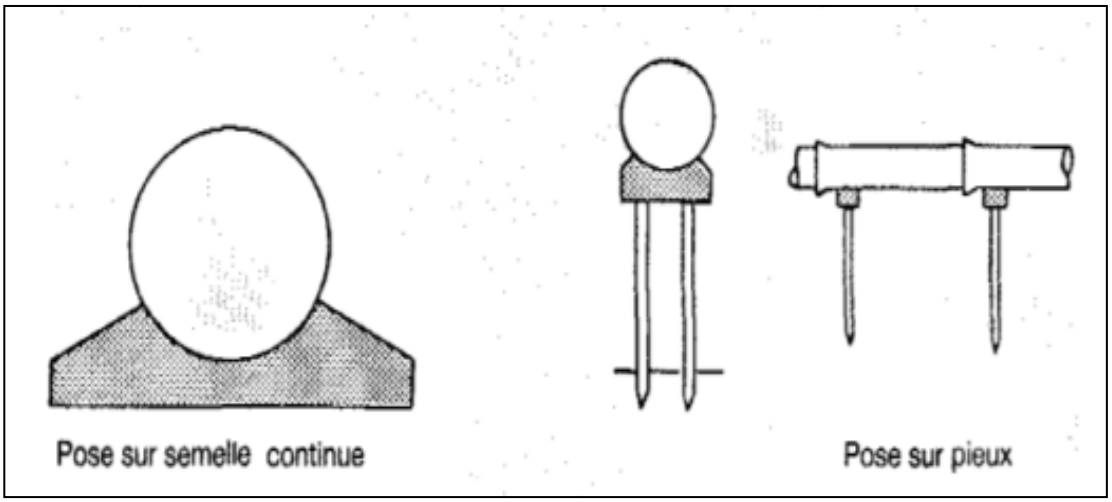


Figure 02 : Pose de canalisations dans un terrain peu consistant [3]

2.3.Pose de canalisations dans un terrain marécageux

Dans un terrain marécageux, il est nécessaire de prévoir un drainage (une conduite) dans la tranchée, qui est déjà couverte d'un lit de gravier de gros calibre, constituant la couche drainante, par la suite un lit en béton armé sur lequel repose la conduite.

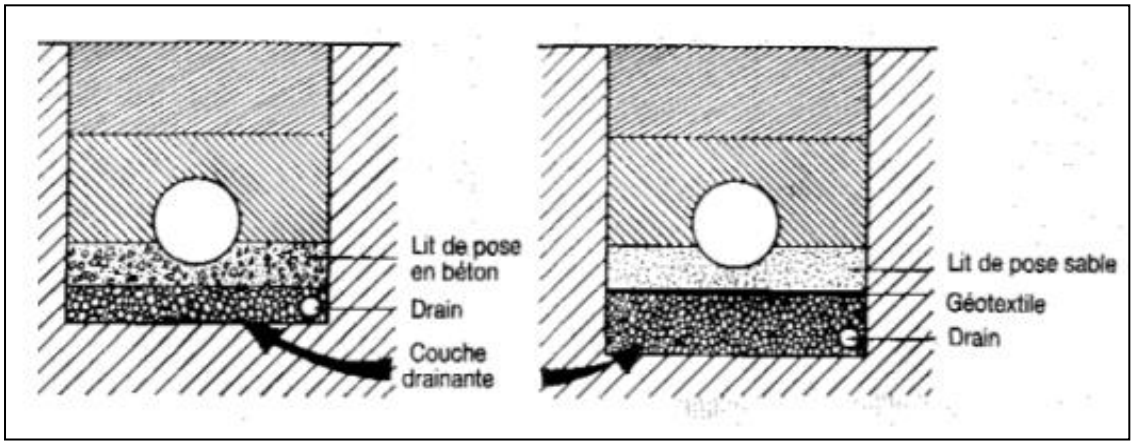


Figure 03 : Pose de canalisations dans un terrain marécageux **[7]**

2.4.Pose de canalisations en galerie

Dans le cas de canalisation en galerie, une conduite est prévue, afin d'éviter et d'évacuer les eaux stagnantes dans la galerie en la déversant dans l'égout voisin. Les canalisations de petit diamètre peuvent être installées dans un fourreau de diamètre supérieur et reposant sur des tasseaux en béton. Les robinets vannes sont placés des deux côtés de la route.

2.5.Pose sans la tranchée

La pose sans la tranchée se résume en un procédé qui consiste à mettre en place une nouvelle canalisation sans ouverture de la tranchée, ceci dans le cas où l'état de l'ouvrage est tel qu'aucune autre méthode ne peut être appliquée, d'autant plus que la pose avec une tranchée est difficile ou même coûteuse du fait des conditions environnantes. Ce procédé est souvent pratiqué pour éviter de traverser les routes. [2]

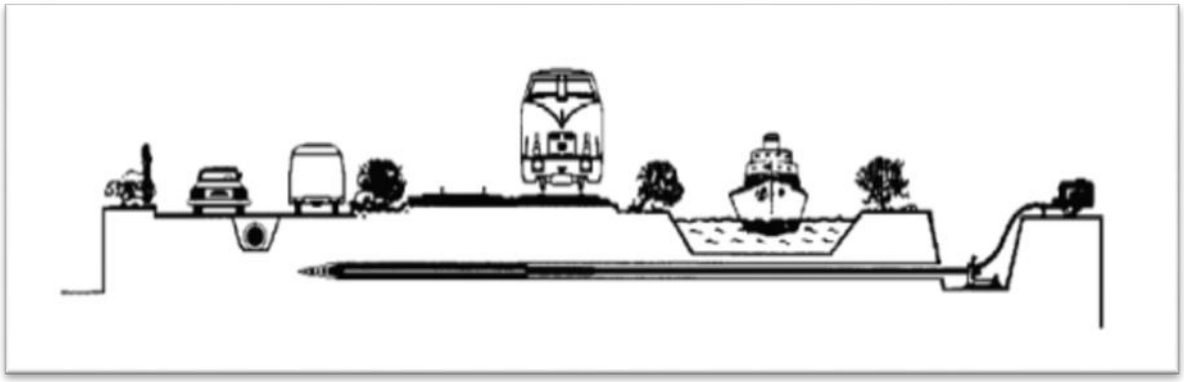


Figure0 4 : Procédé par forage.[2]

On distingue dans le cas de la pose sans la tranchée, le forage directionnel, le forage guidé et le forage horizontal

2.5.1. Forage directionnel

Le nouveau tuyau, généralement installé derrière la machine, est en acier ou thermoplastique long en barres soudées sur chantier ou en touret. Cette technique est applicable pour des diamètres de 100 à 1200 mm et des longueurs pouvant atteindre 200 m [2]

2.5.2. Forage guidé

Le forage guide est assuré par une machine guidée en surface, qui pénètre le sol par effet combiné mécanique d'un foret et d'un jet d'eau sous pression, et tracte un nouveau tuyau généralement en thermoplastique long en barres soudées sur chantier ou en touret. Cette technique est applicable pour des diamètres de 50 à 250 mm et des longueurs n'excédant pas 50 m par tronçon de travail.

2.5.3. Forage horizontal

La technique du forage horizontal est réservée aux diamètres nominaux supérieurs à 1000 mm. Son principe consiste en le maintien de la circulation en préservant la structure des voies de roulement. La réalisation du forage se fait par l'introduction d'une gaine, généralement en acier, dans le sol tout en retirant les déblais eu fur et à mesure grâce à un système de vis hélicoïdales.

Le forage horizontal a de nombreux avantages, notamment le développement des champs inexploitable commercialement autrement, aussi il a pour avantage d'augmenter la

production et aussi d'améliorer le taux de récupération, grâce a un meilleur drainage et en retardant l'arrivée d'eau..[10]

2.6.Traversée d'une rivière (Oued) :

- La pose de canalisation à la traversée d'une rivière demande certains travaux confortatifs en fonction de l'état de la traversée et de l'importance de l'adduction.

- L'existence d'un pont route servira également de support de la canalisation, où celle-ci sera accrochée au tablier.

- La canalisation pourra suivre le lit de la rivière, elle sera posée sur des ouvrages spéciaux et couverte de tout-venant contre les chocs

- Dans le cas de traversée par le fond, on opte pour des canalisations en acier et en polyéthylène du fait de leur élasticité. Les joints type soudés sont maintenus par des butées de béton posées de part et d'autre des joints.

N.B :

Dans notre projet nous avons eu un recours aux méthodes suivantes :

- Pose de canalisations dans un terrain ordinaire le réseau de distribution
- Pose de canalisations dans un terrain peu consistant pour l'adduction dans quelque partie rocheuse

Nous avons choisi ces deux méthodes à cause de la nature de terrains dans lesquels on peut être amené à poser des tuyaux. Les terrains peuvent être classés, en fonction de leurs caractéristiques en fond de fouille, en trois catégories :

- Les terrains stables (graves, sables secs, rochers…),

- Les terrains à faible portance (vases, tourbes, argiles molles, sables saturés d'eau…),

- Les terrains gonflants (argiles gonflantes…). [6]

3. Principe de pose de canalisation :

La pose de canalisation consiste en l'installation correcte de tuyaux ou de conduites souterraines ou aériennes de manière à assurer un fonctionnement fiable et efficace du réseau. Il existe quelques principes, fondamentaux, de pose de canalisation :

- Avant de commencer la pose de la canalisation, il faut une planification soigneuse et une conception appropriée pour cette canalisation.
- Respect des normes et réglementations: La pose de canalisation doit se conformer aux normes techniques et aux réglementations en vigueur dans la région.
- Excavation de tranchées.
- Préparation du lit de pose.
- Pose du tuyau.
- Protection des canalisations : dans certains cas, il peut être nécessaire de protéger les conduites contre les dommages mécaniques, chimiques ou environnementaux
- Tests de pression et d'étanchéité.
- Remblayage et compactage : Après avoir réussi le test, remblayer soigneusement la tranchée avec un matériau approprié et compacter pour éviter tout affaissement futur.
- Nettoyage et restauration du site
- Mise en service.

4. Différentes mises en place des canalisations :

4.1. Mise en Œuvre

1- Exécution de la Tranchée :

L'exécution de la tranchée doit répondre à un certain nombre de règles :

- Lorsque la tranchée doit être ouverte sous une voie de circulation, il est conseillé, dans un premier temps, de découper la chaussée sur l'emprise de la tranchée au moyen d'une scie à sol ou d'un marteau pneumatique afin de ne pas dégrader les parties voisines.
- Lors de l'exécution de la tranchée, on veillera à stabiliser les parois soit par talutage, soit par blindage, et à ne pas déposer les déblais près de la fouille.
- Le fond de fouille doit être débarrassé des matériaux de grosses granulométries, des affleurements de points durs et d'autres éléments susceptibles de porter atteinte à la conduite, puis convenablement dressé et, si nécessaire, compacté.
- Il convient, de plus, d'éliminer les grosses pierres des talus de façon à éviter leur chute accidentelle sur la canalisation une fois posée.
- Le terrassement est ensuite réalisé pour les terrains meubles avec les engins classiques tels que la pelle mécanique à pneus, pour les travaux sur chaussée, ou à chenilles pour les travaux en campagne.

2- Pose de conduites

- Le Lit de pose d'une épaisseur de 10 cm en-dessous de la génératrice inférieure extérieure, en sable de carrière concassé ou grain de riz 3/6.
- L'enrobage d'une épaisseur de 20 cm au-dessus de la génératrice supérieure extérieure, en sable de carrière concassé ou grain de riz 3/6 et mise en place du grillage avertisseur bleu.
- Les remblais sont systématiquement effectués avec des matériaux d'apport conformes à la réglementation en vigueur, compatibles avec les recommandations éventuelles issues de l'étude géotechnique.
- Les tuyaux seront posés avec un minimum de 0.80 m de couverture par rapport à la génératrice supérieure.

- Le compactage des tranchées est effectué conformément à aux prescriptions éditées par des normes de compactage des tranchées.

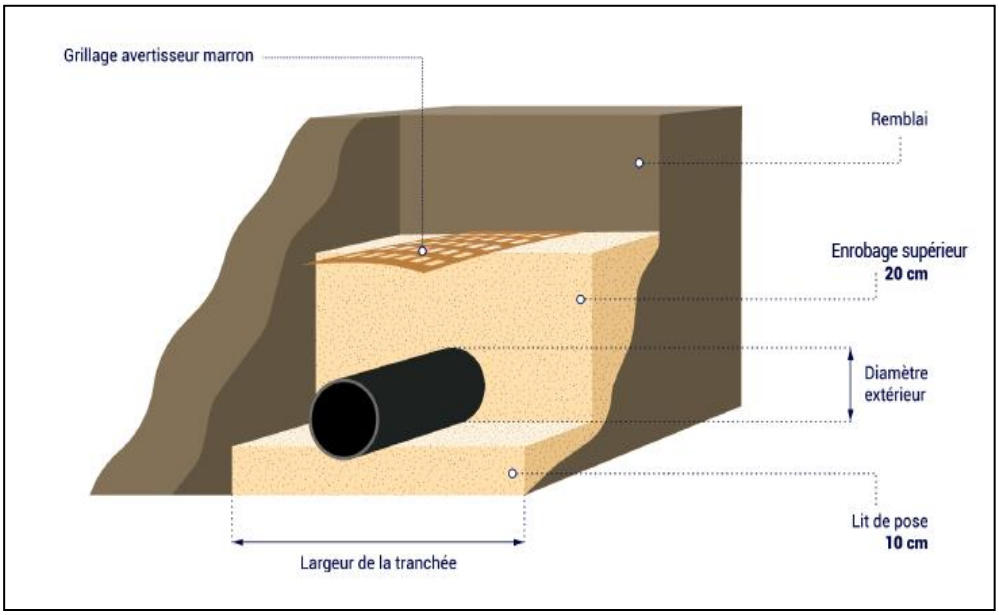


Figure 05 : Coupe 3D de Pose de conduites **[12]**

3-Ancrage des conduites

La conduite est maintenue par des massifs en béton pour éviter qu'elle ne glisse sur un terrain en pente. Chaque élément de la conduite sera maintenu grâce à un massif d'ancrage, qui assurera la stabilité de la canalisation.

4.2.Contrôle de l'étanchéité

1- Suivi et évaluation :

L'équipe de contrôle va contrôler l'exécution du projet grâce à des rapports journaliers d'activité préparés et des rapports mensuels d'activité soumis par l'organe d'exécution. Les rapports porteront sur tous les aspects de l'exécution du projet, y compris sur l'état d'avancement du projet par rapport aux calendriers d'exécution et de décaissement prévus, sur la pertinence et l'opportunité de la mise en œuvre des mesures d'atténuation sociale et environnementale, des indicateurs de performances clés mettant en relief les questions et les problèmes imprévus, ainsi que des mesures correctives à prendre.

2- Epreuve de la Conduite :

L'essai hydraulique d'étanchéité de conduite constitue l'examen final : il permet en particulier de vérifier que le montage des joints a bien été fait correctement. La longueur des tronçons essayés dépend de la configuration du chantier. Il est recommandé de ne pas dépasser des longueurs de 500 m, plus le tronçon d'essai est grand, plus les recherches de fuites éventuelles sont difficiles.

L'épreuve est réalisée, si possible, avant remblaiement complet de la tranchée afin de pouvoir examiner effectivement le tronçon de conduite éprouvé et, en particulier, tous les joints qui devront rester à découvert.

3- Conduite de l'Essai :

La conduite est mise progressivement en eau, afin d'assurer une purge correcte de l'air. Lors de la mise sous pression, il se produit un tassement de la butée. La pression d'épreuve est, en règle générale, la pression maximale de service, pour les conduites d'adduction, est majorée de :

— 50% lorsqu'elle est inférieure à 10 bars,

— 5 bars lorsqu'elle est supérieure ou égale à 10 bars.

Dans tous les cas, cette pression devra être supérieure à 8 bars. La pression d'épreuve est appliquée pendant une durée de 30 mn, sans que la diminution de pression soit supérieure à 0,2 bar.

4- Essai Général du Réseau :

Avant la réception provisoire des travaux, une mise en pression générale du réseau par l'intermédiaire du réservoir, les robinets et vannes de branchement et de raccordement étant fermée. Il est impératif de remplir les conduites lentement, avec un débit de l'ordre de 1/20 à 1/15 de leurs débits normaux prévus. Cette opération est indispensable pour donner à l'air le temps de cheminer, de s'accumuler aux points hauts et enfin de s'échapper par les ventouses. On utilisera les robinets-vannes de vidange pour vérifier l'arrivée progressive de l'eau. Dans un premier temps, ces robinets sont ouverts, ils sont ensuite refermés au fur et à mesure de l'arrivée de l'eau.

L'opération de remplissage étant terminée, le réseau est mis en pression pendant 48 heures. Après cette période, on mesure la perte par rapport à la capacité du réseau; celle-ci ne doit pas dépasser 2%. L'épreuve des conduites d'eau potable est décrite en détail avec un rapport précis.

5- Nettoyage et Désinfection des Conduites :

La procédure nettoyage et désinfection des Conduites à appliquer est la suivante :

- Rinçage de la conduite,
- Vidange,
- Remplissage avec le désinfectant avec contrôle de la concentration,
- Le temps de contact sera de 6 heures minimum,
- Le rinçage : renouveler au moins deux fois le volume du tronçon considéré ; le rejet du désinfectant devra être conforme à la réglementation en vigueur,
- Analyse bactériologique.

Le désinfectant utilisé sera conforme aux directives de santé, déclaré et enregistré auprès des instances de contrôle.

6- Pièces

L'ensemble des pièces (coudes, raccords, vannes, accessoires hydrauliques et branchements) sera relevé en x, y, z. avant remblayage de tous les raccordements.

Les raccordements feront l'objet « d'éclatés » détaillant toutes les pièces et raccords, les plans feront apparaître la canalisation principale ainsi que l'ensemble des éléments affleurant (vannes, ventouses, purges et tout autre ouvrage/équipement particulier) et des pièces de raccordement (coudes, tés, etc.).

Les cotations doivent être positionnées entre un accessoire du réseau et un repère stable. Ces cotations sont au moins de deux (2) par accessoire et leur positionnement et leur taille assurent une bonne lisibilité du plan pour un usage papier ou informatique.

Dans le cadre d'un tronçon de réseau d'une longueur supérieur à vingt (20) mètres et dépourvu d'accessoires remarquables à coté, une cotation sera apposée à chaque changement de direction et à intervalle régulier tous les 20 mètres si le tracé est rectiligne.

5. Equipements en ligne

Dans le réseau il existe plusieurs accessoires installés pour :

- Assurer un bon écoulement ;
- Régulariser les pressions et mesurer les débits ;
- Protéger les canalisations.

1- Les Ventouses

Les ventouses protègent la conduite des effets néfastes engendrés par l'accumulation d'air dans les points hauts ou les points singuliers de la conduite.

Les ventouses ont une triple fonction :

- chasser en permanence l'air accumulé aux points hauts lors de la mise en eau.
- admission d'air à grand débit lors de la vidange de la conduite (protection du réseau contre la mise en dépression en cas de rupture de conduite)
- dégazage à faible débit en exploitation

Les ventouses sont placées dans un regard en béton armé muni d'une ouverture à l'extérieur afin d'évacuer l'air.

Ces appareils, équipés de robinet d'arrêt incorporés auront les caractéristiques suivantes :

- pour canalisation jusqu'à 200 mm : ventouse triple fonction 40mm,
- pour canalisation de 200 à 400 mm : ventouse triple fonction 60 ou 80 mm,
- pour canalisation au-delà de 400 mm : ventouse triple fonctions 100 mm.

Dans le cas de notre étude, Le diamètre nominal de la ventouse sera de 65 mm pour toute la conduite d'adduction.



Figure 06 : Ventouse.[17]

2- Vannes de Vidange

Les vannes de vidange sont des organes de protection du réseau. Elles sont placées aux points bas et sont constituées d'une canalisation piquée sur la génératrice inférieure. Elles permettent de vidanger les canalisations autant lors d'interruption de service qu'en exploitation (réparation ou entretien). Elles seront constituées :

- D'une vanne en fonte,
- D'une conduite de décharge,
- D'un regard de vidange à partir duquel l'eau est évacuée à l'extérieur.

Le diamètre de la vanne de vidange devra être dimensionné en fonction du diamètre de la canalisation et du linéaire concerné et implantée sous rehausses de regard en béton armé recouvert d'un tampon fonte avec marquage « EAU POTABLE » en toute lettre. Le fond du regard sera réalisé en béton lissé.

Tableau n°01 : Diamètre de la conduite à vidanger et leur Diamètre de la purge ou vidange

Diamètre de la conduite à vidanger	Diamètre de la purge ou vidange
Jusqu'au DN 80 mm	DN 40 mm
Entre DN 80 et 150 mm	DN 60 mm
DN 200 à 250 mm	DN 80 mm
DN 300 et plus	DN 100 mm

3- Robinet papillon

La vanne à papillon est une vanne 1/4 de tour tout ou rien qui permet aussi de faire de la régulation. Ces vannes sont particulièrement adaptées pour les services généraux et industriels non visqueux, ses avantages se résument en une manœuvre simple et un montage facile, encombrement et poids réduits, peu de zones de rétention, réglage de débit, double ou triple excentration possibles.

4- Clapet anti-retour

Un clapet anti retour est un dispositif installé sur la conduite permettant de contrôler le sens de circulation de l'eau, qui peut donc circuler dans un certain sens, mais son flux est bloqué si ce sens s'inverse. Un clapet anti-retour est unidirectionnel

Types: clapet anti-retour, clapet à ressort, clapet entre bride, clapet à battant, clapet double battant, clapet à bille, clapet sandwich, clapet à boule inox



Figure 07 : Clapet anti-retour [12]

5- Robinet-Vanne

Les vannes de sécurité installées sur la conduite sont des vannes de sectionnement, capables de couper le débit. Ce sont des vannes dites à fermeture lente, leur manœuvre n'apporte généralement pas de perturbations sensibles dans la conduite. Elles seront placées à des endroits sensibles.

Ils permettent à tout instant d'interrompre l'écoulement de l'eau dans une conduite et facilitent ainsi les interventions sur la conduite.

Les vannes de sectionnement de la conduite principale et les vannes de garde des ventouses ont un corps en fonte ductile surmoulé d'élastomère, à joints à bride conformes aux normes. Elles sont fabriquées et conçues pour être enterrées.

Protection du corps de vannes : revêtement anticorrosion efficace, intérieur et extérieur (époxy ou similaire) de qualité alimentaire

Les raccordements des vannes à brides sur la conduite en PEHD seront effectués par l'intermédiaire de collet électro-soudable avec contre bride (à âme métal).

Les robinet-vannes seront installés en regard en béton armé recouvert d'un tampon fonte avec marquage EAU POTABLE en toute lettre.

6- les vannes de réduction de pression

Elles permettent de ramener la pression à une valeur souhaitée ou réduire la pression d'une valeur prédéterminée.

7- Compteur volumétrique

Le compteur volumétrique d'eau est un appareil de mesure permettant d'évaluer la consommation d'eau de la conduite, il contient un cylindre creux, qui bascule pour alimenter le circuit, il est sensible aux impuretés contenues dans l'eau et il enregistre les faibles débits.

8- Joints de démontage

Les joints de démontage permettent le montage et le démontage simplifié de vannes de sectionnement entre 2 éléments fixes de canalisation. Le système coulissant permet le dégagement simplifié de l'appareil de robinetterie.

6. Les pièces spéciales :

Les pièces spéciales permettent :

- Une déviation d'une partie d'écoulement.
- Une introduction dans la conduite d'un débit supplémentaire.
- Changement de diamètre de la conduite.
- Changement de direction de la conduite.

1- Les cônes :

Les cônes sont utilisés pour relier les conduites de diamètres différents, les accessoires aux conduites. On les rencontre également à l'entrée et à la sortie des pompes, on distingue:

• Des cônes à deux emboitements.

• Des cônes à emboitement et bride.

2- Les croix de jonction :

Les croix de jonction sont utilisées pour croiser des canalisations de sens perpendiculaire. Les deux manchons des croix peuvent avoir des diamètres différents. Elles peuvent être à brides complètement ou à manchons et à brides. On les rencontre au niveau du réseau maillé et ramifié.

3- Les croix de jonction et d'incendie :

Elles ont le même rôle que les précédentes, en plus elles reçoivent les bouches ou les poteaux d'incendie.

4- Les manchons :

On a des manchons à bouts lisses des deux extrémités, à deux emboitements, à emboitement et bout lisse, à deux brides, à brides et bout lisse, à emboitement et bride. On les rencontre surtout au niveau des montages des appareils accessoires (robinet-vannes, au niveau de certains joints).

5- Les coudes :

Il existe des coudes à deux emboitements ou bien à un emboitement et bout lisse. Les deux types de coudes se présentent avec un angle alfa : ¼ (90°), 1/8 (45°), 1/16 (22°30) , 1/32 (11°15)…, ils sont utiles surtout pour les réseaux maillés et ramifiés lorsque la conduite change de direction. Généralement les coudes ou tés sont maintenus par des massifs de butée convenablement dimensionnés.

6- Les tés :

Les tés se présentent soit à trois emboîtements, soit à deux emboitements et brides. Ils sont utilisés dans le but de soutirer un débit d'une canalisation ou d'ajouter un débit complémentaire. Ils sont rencontrés également au niveau des réseaux maillés, ramifiés et des canalisations d'adduction en cas de piquage.

7. Protection anti-bélier

L'étude de la loi de fermeture de la vanne sur la conduite, permet de préserver la conduite gravitaire et de la protéger contre le phénomène du « coup de bélier », la formule de MICHAUD nous donne la valeur maximale de la surpression, la dite formule est :

$$b = \frac{2\ x\ L\ x\ v}{g\ x\ t}$$

Avec :

t : le temps de fermeture du robinet vanne.

L : longueur de l'adduction gravitaire.

V : vitesse moyenne de l'écoulement en régime permanent.

Le temps d'aller et de retour de l'onde est : $t_r = \frac{2*L}{c}$

Avec :

c ; La célérité est calculée par la formule améliorée de Mr. SALAH. B [11]:

C = 826,51 m/s.

La vitesse V=1.63 m/s

D'où : $t_r = 11{,}37s$

$b = 137\ m$

Pour éviter la surpression, de 137m, due au coup de bélier nous avons à utiliser une vanne à fermeture lente (t > $11{,}37s$)

8. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons essayé de faire une approche du de la canalisation dans ses différentes dimensions : la pose de canalisation en ce qui concerne son principe et ses méthodes, les accessoires, les pièces spéciales, ceci dans le but d'assurer l'élaboration la conception d'un bon réseau de distribution.

Chapitre VIII

Organisation de chantier

Chapitre VIII : Organisation de chantier

1- Introduction

L'organisation d'un chantier est l'ensemble des dispositions envisagées pour l'exécution dans les meilleures conditions possibles d'un projet ou d'un travail quelconque, il consiste à prévoir toutes les ressources nécessaires en moyens humains, matériels et matériaux, et demande et impose un rythme de travail pour une bonne utilisation de ses moyens dans le but de rechercher : la rapidité, la qualité et l'économie

Organiser un chantier revient donc à prendre toutes mesures pour que la réalisation du projet fasse:

- en conformité avec les plans établis;
- de bonne qualité;
- aux moindres délais;
- aux moindres coûts;
- sans accidents humains.

2. Définition d'un chantier

Un chantier est un espace sur lequel ont lieu des travaux, il est à la fois le lieu où l'on construit, et la réalisation même de la construction projetée dans un délai donné, donc, il est limité dans le temps et dans l'espace, cet espace est généralement fermé au public.

3. Les étapes principales d'un chantier

1. Étude et Planification :
    - Évaluation des besoins en eau potable de la région ou de la communauté.
    - Analyse de la qualité de la source d'eau et des caractéristiques du terrain.
    - Élaboration d'un plan détaillé incluant les emplacements des conduites, des réservoirs, des stations de pompage, etc.
    - Estimation des coûts et préparation d'un budget pour le projet.
2. Préparation du Site :
    - Identification et préparation des emplacements pour les réservoirs de stockage d'eau, les stations de pompage et autres installations clés.
    - Travaux de terrassement et de nivellement si nécessaire.

- Mise en place des infrastructures temporaires comme les clôtures de chantier et les bureaux temporaires.

3. Construction des Infrastructures :

   - Pose des conduites d'eau potable en fonction du plan conçu.
   - Construction des réservoirs de stockage d'eau, des stations de pompage et des vannes de contrôle.
   - Installation des équipements tels que les pompes, les vannes, les compteurs, les filtres et les dispositifs de désinfection.
   - Raccordement au réseau existant, si nécessaire.

4. Contrôle ‘Qualité et Tests’ :

   - Réalisation de tests de pression et de fuite sur les conduites pour s'assurer de leur étanchéité.
   - Vérification de la qualité de l'eau distribuée à différents points du réseau.
   - Essais de fonctionnement des stations de pompage, des réservoirs et des équipements de traitement.

5. Finalisation et Mise en Service :

   - Achèvement des travaux de construction et de l'ensemble du réseau de distribution.
   - Validation finale de la conformité aux normes sanitaires et de sécurité.
   - Mise en service officielle du système d'alimentation en eau potable, y compris la fourniture d'eau aux utilisateurs finaux

4. Calcul des volumes des travaux :

4.1. Calcul du volume du déblai de réseau :

Selon les caractéristiques du terrain, l’excavation sera réalisée mécaniquement. La profondeur minimale de la tranchée à excaver atteint 1 m pour les raisons suivantes :

Pour garder la fraîcheur de l’eau pendant les grandes chaleurs.

La largeur de la tranchée doit être d’une façon qu’un homme puisse travailler sans

difficulté, et elle est augmentée au diamètre des conduites à mettre en place.

Donc l'excavation nécessite la détermination de plusieurs paramètres tels que :

-Profondeur de la tranchée 'H_{tr}'

-Largeur de la tranchée 'b'

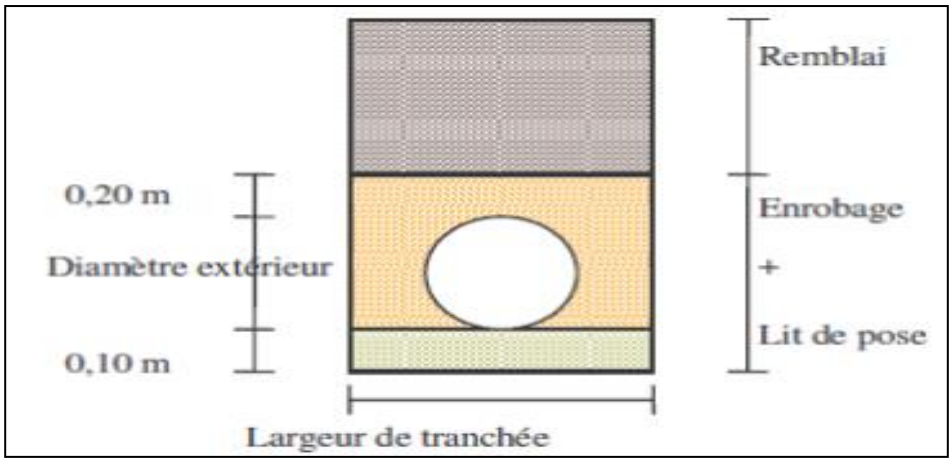


Figure 01 : Schéma d'une tranchée source [5]

1/ la profondeur (H_{tr}) :

La profondeur de la tranchée dépend du diamètre de la conduite.

Elle est donnée par la relation suivante :

$$\mathbf{H_{tr} = D + h + h_l}$$

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

D : diamètre de la conduite (m).

h : hauteur de la génératrice supérieure de la conduite à la surface du sol. On prend :h=1 m.

h_1 : épaisseur du lit de pose $h_1 = 0{,}10$m

D'où :

$$\mathbf{H_{tr} = 1{,}10 + D \ \ (m)}$$

2/ Largeur de la tranchée :

La largeur de la tranchée sera calculée en fonction du diamètre de la conduite on laisse 30cm d'espace de chaque côté de la conduite.

b = D + 0,6 m

b : largeur de la tranchée (m).

D : diamètre de la conduite (m).

3-Calcul du volume du déblai

Vd: le volume du déblai (m^3)

Vd = b*Htr *L

Tableau n°01 : Calcul du volume du déblai du réseau

D (mm)	L (m)	b (m)	H tr (m)	Vd (m3)
50	829,41	0.65	1.150	619,98
63	1788,7	0,663	1.163	1379,21
75	108,9	0.675	1.175	86,371
90	377,7	0,69	1.19	310,12
110	1517,38	0.71	1.21	1303,58
160	725,9	0.76	1.26	695,12
200	317,5	0.8	1.3	330,2
250	4200	0.85	1.35	4819.5
			Totale	9544.08

4.2. Lit de sable :

Le long de la conduite doit être posée sur un lit de sable de 15 cm d'épaisseur

$$V_s = b \times e \times L$$

V_s : volume du lit de sable (m^3).

e : épaisseur du lit de sable, e = 15 cm.

L : longueur de la tranchée (m).

b : Largeur de la tranchée (m).

Les résultats de calcul du volume du lit de sable dans le tableau :

Tableau n°02 : Calcul du volume du lit de sable

D (mm)	L (m)	b (m)	e(m)	V (m^3)
50	829,41	0.65	0.15	80,867475
63	1788,7	0,663	0,15	177,886215
75	108,9	0.675	0.15	11,026125
90	377,7	0,69	0,15	39,09195
110	1517,38	0.71	0,15	161,60097
160	725,9	0.76	0,15	82,7526
200	317,5	0.8	0,15	38,1
250	4200	0.85	0.15	535.5
				1126.83

4.3. Volume de la conduite :

Il s'agit de déterminer le volume occupé par la conduite, comme suit :

$$V_c = S_c * L$$

V_c : volume de la conduite (m3).

Avec :

$$Sc = \frac{\pi * D^2}{4}$$

S_c : section de la conduite (m2).

D : diamètre de la conduite (m).

Tableau n°03: Calcul du volume des conduites.

D (mm)	L (m)	S_c (m^2)	V_c (m^3)
50	829,41	0.002	1,66
63	1788,7	0,0031	5,54
75	108,9	0.0044	0,47
90	377,7	0,0064	2,42
110	1517,38	0,0095	14,41
160	725,9	0,0201	14,59
200	317,5	0,0314	9,67
250	4200	0,0491	206.22
		Totale	255.3

4.4. Remblai compacté

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

$$V_r = V_{exc.} - (Vs + V_c)$$

V_r : volume du remblai.

$V_{exc.}$ volume du déblai (volume excavé).

V_c : volume occupé par la conduite.

V_s : volume du lit de sable.

$V_r = 49.01\ m^3$

4.5. Calcul des volumes des travaux de réservoir projeté :

Dans le système d'alimentation en eau potable de Sidi Bendiaf on a un seul réservoir à projeter de capacité 750 m^3.

4.5.1. Calcul du volume des déblais :

Le volume total des déblais est la somme du déblai de réservoir projeté et des chambres de manœuvres :

$$Vd = \left(\frac{\pi * \text{Dexc}}{4}\right)^2 + (L * l) * hexc$$

Avec :

Vd : volume total des déblais (m^3) ;

Dexc : diamètre d'excavation (m), Dexc = Dext + 2 ;

Dext : diamètre extérieur du radier du réservoir (m), Dext= Dint + (2 × 0,3) ;

Dint : diamètre intérieur du réservoir (m) ;

L : longueur de la chambre de manœuvre (m) ;

l : largeur de la chambre de manœuvre (m) ;

h exc : profondeur d'excavation (m), h exc = 1 m.

Tableau n.4 : Calcul des volumes des déblais pour le réservoir projeté et la chambre de manœuvres.

Reservoirs	Dint (m)	Dext (m)	Dexc (m)	L (m)	l (m)	Vd (m^3)
R	14	14.6	16.6	5	4	236.42

4.5.2. Calcul du volume du tout-venant :

Le volume du tout-venant sera calculé par la formule suivante :

$$Vtv = \frac{\pi * Dexc^2}{4} etv$$

V_{tv} : volume du tout-venant (m^3) ;

e_{tv} : épaisseur de la couche du tout- venant (m), e_{tv} = 0,3 m.

Tableau n°5 : Calcul du volume tout-venant pour le réservoir.

Réservoirs	Dint (m)	Dext (m)	Dexc (m)	e tv	Vtv (m^3)
R projeté	14	14.6	14	0,3	50.22

4.5.3. Calcul du volume du béton de propreté

La pose du béton de propreté sera étendue de 0,6 m des parois extérieurs du réservoir.Le volume du béton de propreté sera calculé par la formule suivante :

$$Vbp = \frac{\pi * Dpb^2}{4} * ebp$$

Avec :

Vbp : volume du béton de propreté (m^3) ;

Dbp : diamètre de la couche du béton de propreté (m), Dbp = Dext + 1,2 ;

e bp : épaisseur de la couche du béton de propreté (m), ebp= 0,15 m.

Tableau n°6 : Calcul du volume du béton de propreté pour le réservoir.

Réservoirs	Dint (m)	Dext (m)	Dbp (m)	e bp	Vpb (m^3)
R projeté	14	14.6	15.6	0,15	28.67

4.5.4. Calcul du volume du béton armé

Les éléments du réservoir projeté, de forme circulaire, sont estimés à l'aide de laformule suivante :

$$VBA = \frac{\pi * (Dext^2 - Dint^2)}{4}$$

VBA : volume du béton armé (m^3) ;

D_{ext} : diamètre extérieur de l'élément du réservoir (m) ;

D_{int} : diamètre intérieur de l'élément du réservoir (m) ;

H : hauteur de l'élément du réservoir (m).

Tableau n°7 : Calcul du volume du béton armé pour le réservoir.

Réservoir	Elément	DEXT (m)	DINT (m)	H (m)	VBA (m^3)
R projeté	Radier	14.6	--	0,45	74.98
	Voile	14.7	14	4	63,11
	Ceinture supérieure	15	14	0,5	11.38
	Acrotère	15	14,64	0,3	2.51
				Total	151.98

Par la suite on calcule le volume du béton armé pour la coupole qui se calcule par la forme suivante :

$$VC = 2 \times \pi \times R \times f \times ec$$

- VC : volume du béton armé de la coupole ;
- f : flèche de la coupole (m), f = 1,5 m ;
- e_C : épaisseur de la coupole (m), e_C = 0,1 m ;
- R : rayon de la coupole (m).

Tableau n°8 : Calcul du volume du béton armé pour la coupole du réservoir.

Réservoir	D (m)	R (m)	VC (m^3)
R projeté	14	17.083	16.1

Le volume total du béton armé du réservoir est :

$$151.98+16.1=168.08\ m^3$$

Le volume du béton armé de la chambre de manœuvre se calcule comme suit :

$$V = L \times l \times h \times N$$

V : volume du béton armé de chaque élément (m^3) ;

L : longueur de chaque élément (m) ;

l : largeur de chaque élément (m) ;

h : hauteur de chaque élément (m) ;

N : nombre des éléments.

Tableau n°9 : Calcul du volume du béton armé de la chambre de manœuvre.

Eléments	L(m)	l (m)	h (m)	N	Vch (m3)
Voiles	5	0,2	0,5	3	1,5
Poteaux	0,3	0,3	3	4	1,08
Ceintures inf. long	5	0,3	0,3	3	1,35
Ceintures inf. larg.	4	0,3	0,3	3	1,08
Ceintures sup. long	5	0,3	0,3	3	1,35
Ceintures sup. larg.	4	0,3	0,45	3	1,62

Dalle supérieure	5	4	0,07	1	1,4
Chape inférieure	5	4	0,07	1	1,4
Total					10.78

Le volume total du béton armé du réservoir et de la chambre de manœuvre est :

V= 168.07 + 10.78 = 178.85 (m3).

4.5.5. Calcul du volume du remblai compacté :

Le volume du remblai compacté est égal au vide restant, après coulage du béton armé des voiles, entre ces derniers et les limites d'excavation.

$$\boldsymbol{V_{rem} = \frac{\pi * (D_{exc}^2 - D_{ext}^2)}{4} * hexc}$$

$\boldsymbol{V_{rem}}$: Volume du remblai compacté (m^3)

$\boldsymbol{hexc}$: Profondeur d'excavation (m), h = 1 m

D_{exc} : diamètre d'excavation (m), $D_{exc} = D_{ext} + 2$

$$\boldsymbol{V_{rem}} = 49.01 m^3$$

5. Devis estimatif

5.1. Coût du réservoir projeté.

Tableau n°10 : Coût des travaux du réservoir projeté :

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Déblais	m^3	236.42	300	70926
Tout venant	m^3	50.22	600	30132
Béton de propreté	m^3	28.67	8 000	229360
Béton armé	m^3	178.85	25 000	4471250
Remblais compactés	m^3	49.01	4000	196035
			Total	4.997.703

5.2. Devis estimatif et quantitatif du projet

L'étude du devis estimatif nous permet d'avoir une idée sur le coût de réalisation de notre projet.

Remarque :

les prix unitaires sont fournis par

- S.A.R.L CANAPEHD Société de production des tubes en plastique
- CHIALI

Tableau n°11: Devis estimatif et quantitatif de projet.

	Désignationdes travaux	**Unité**	**Quantité**	**Prix unitaire(DA)**	**Montant(DA)**
Terrassement	Déblai	m^3	20834.83	500	10417415
	lit de sable	m^3	2489.54	1500	3734310
	remblaiement	m^3	17855.18	400	7142072
Reseau de distribution	50	Ml	829,41	210.60	17674
	63	Ml	1788,7	336.96	602720
	75	Ml	108,9	456.30	49691
	90	Ml	377,7	590.85	223614
	110	Ml	1517,38	865.80	1313747
	160	Ml	725,9	1801.80	1307927
	200	Ml	317,5	2784.60	883921
Adduction	250	Ml	4200	4987.50	20947500
Reservoir	-	-	01	-	4997703
				Somme	30.326.823
				TVA	5.762.096

Le coût global du projet apprêt l'ajoute de TVA qui est de l'ordre 19 % :

Prix totale = 36.088.919 DA

6. Les engins

Il est important de choisir les engins appropriés en fonction de la taille du projet, des conditions du terrain et des exigences spécifiques du réseau d'alimentation en eau potable. En outre, la sécurité des travailleurs et la protection de l'environnement doivent toujours être prises en compte lors de l'utilisation de ces engins sur le chantier.

1. Pelleteuses : Ces engins sont utilisés pour creuser des tranchées afin de poser les tuyaux d'eau potable. Ils permettent également de créer des fosses pour les vannes, les poteaux d'incendie et les autres infrastructures nécessaires.



Figure 02 : Image de Pelleteuses source **[16]**

2. Chargeuses sur pneus : Les chargeuses sur pneus sont utilisées pour déplacer les matériaux tels que les tuyaux, les raccords et les matériaux de construction vers et depuis le chantier.



Figure 03 : Chargeuses sur pneus **[13]**

Compacteurs : Après la pose des tuyaux, les compacteurs peuvent être utilisés pour

compacter et stabiliser le sol autour des tuyaux afin de prévenir les affaissements et les fuites potentielles.



Figure 04 : Compacteur source **[14]**

3. Tracteurs à chenilles : Ils sont utiles pour travailler sur des terrains accidentés ou difficiles d'accès et peuvent être utilisés pour le défrichage et la préparation du terrain.
4. Machines de soudage : Pour les tuyaux en matériaux comme le PVC ou le PEHD, des machines de soudage spécialisées sont utilisées pour connecter les tuyaux de manière étanche.
5. Équipement de levage : Des grues et des treuils peuvent être nécessaires pour installer des équipements lourds tels que les réservoirs d'eau et les structures de soutien.



Figure 05 : Grue **[15]**

7. Planification Des Travaux

Avant de commencer les travaux sur le chantier, il est nécessaire de réaliser une planification. Cela implique une étude théorique visant constamment à trouver la meilleure façon d'utiliser la main-d'œuvre et les autres ressources, tout en respectant un ordre approprié.

L'objectif de la planification est de s'assurer que tout le travail se fait :

- dans un ordre
- sans retard.
- aussi économique que possible.

Nous avons utilisé la méthode des nœud est le calcul se fait à l'aide de la grille qui est représenté dans la figure 07 :

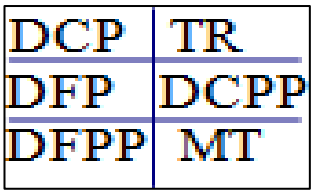


Figure 06 : de la Grille de calcul

Avec :

- TR : temps de réalisation.
- DCP : date de commencement au plus tôt
- DFP : date de finissement au plus tôt
- DCPP : date de commencement au plus tard
- DFPP : date de finissement au plus tard
- MT : marge total

7.1. Adduction

Tableau n°12 : Durée de réalisation des opérations de l'adduction.

Notation	Opération	Durée (jour)
A_1	Préparation de l'espace de travail	3
B_1	Décapage de la couche végétale	5

C_1	Excavation de la tranchée	25
D_1	Preparation de lit de pose	10
E_1	Pose de canalisation	15
F_1	Assemblages des tuyaux et montage du réseau	10
G_1	Essais d'étanchéité	5
H_1	Remblais	10
I_1	Finition générale et nettoyage	4

Tableau n°13 : les opérations des travaux d'adduction

OPERATION	**TR**	**Précède**	**Succède**
A_1	3	B_1	-
B_1	5	C_1,D_1,E_1,F_1	A_1
C_1	10	G_1	B_1
D_1	10	G_1	B_1
E_1	12	G_1	B_1
F_1	8	G_1	B_1
G_1	5	H_1	C_1,D_1,E_1,F_1
H_1	10	I_1	G_1
I_1	4	-	H_1

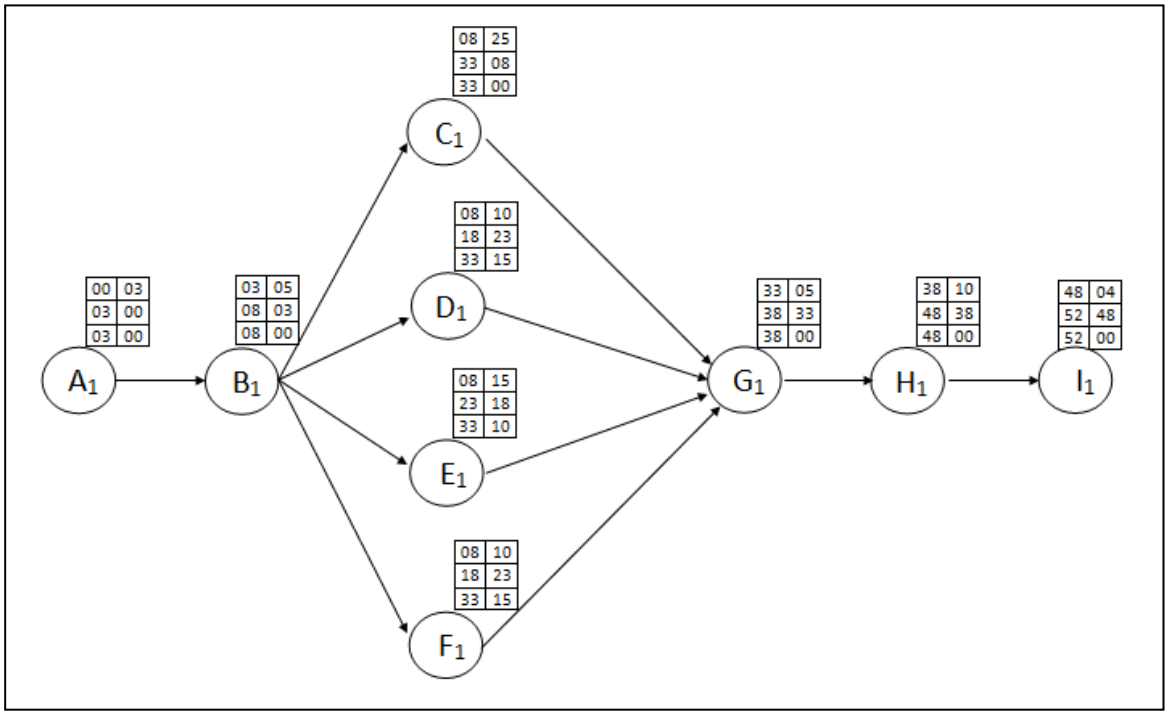


Figure 07 : Réseau à nœuds des travaux de adduction

Le chemin critique : A_1-B_1-C_1-G_1-H_1-I_1-,

TR = 52 jours, donc la durée de réalisation de ce projet est estimée à 1 mois et 22jours

7.2. Réservoirs

Tableau n°14 : Durée de réalisation des opérations des réservoirs.

Notation	Opération	Durée (jours)
A_2	Préparation de l'espace de travail	5
B_2	Excavation	6
C_2	Pose du tout-venant	5
D_2	Coulage du béton de propreté	4
E_2	Coulage du béton armé du radier	15
F_2	Coulage béton armé du voile du réservoir+chambre	15
G_2	Coulage du béton armé de la ceinture supérieur desréservoirs+poteaux des chambres de	10

	manouvre	
H_2	Coulage du béton armé de la coupole+dalle chambres	20
I_2	Remblayage et compactage	5
J_2	Maçonnerie et finition générale	6
K_2	Evacuation des débris et nettoyage	3

Tableau n°15 : les opérations des travaux de réservoir.

OPERATION	TR	Précède	Succède
A_2	5	B_1	-
B_2	6	C_2	A_2
C_2	5	D_2	B_2
D_2	4	E_2	C_2
E_2	15	F_2	D_2
F_2	15	G_2	E_2
G_2	10	H_2	F_2
H_2	20	I_2	G_2
I_2	5	J_2	H_2
J_2	6	K_2	I_2
K_2	3	-	J_2

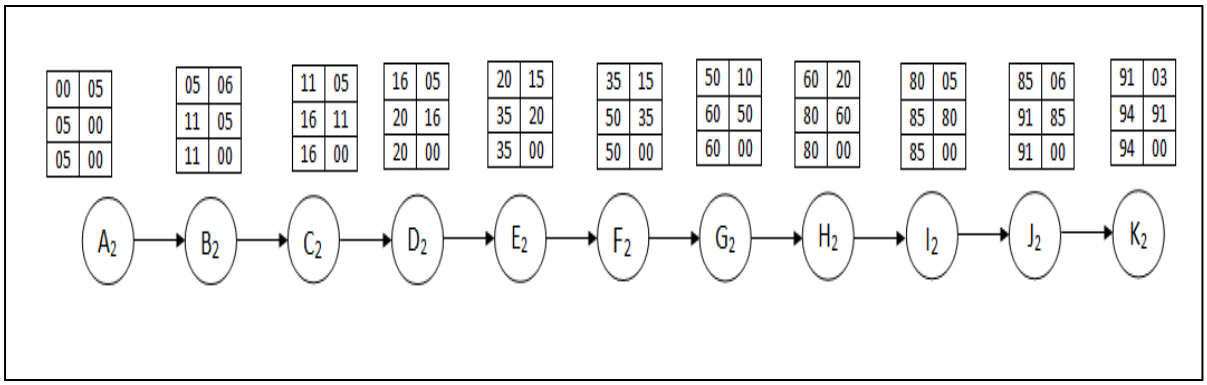


Figure 08 : Réseau à nœuds des travaux de réservoir.

Le réseau a nœud d'une seule tranche sera alors le temps de réalisation: T = 94 jours

donc la durée de réalisation de ce projet est estimée à 3 mois et 4 jours

7.3.Distribution

Tableau n°16: Durée de réalisation des opérations de la distribution

Notation	Opération	Durée (jour)
A_3	Préparation de l'espace	5
B_3	Décapage de la couche	10
C_3	Excavation de la tranchée	50
D_3	Lit de sable	20
E_3	Pose de conduite	25
F_3	Assemblage des conduites	15
G_3	Essais d'étanchéité	10
H_3	Remblais	10
I_3	Travaux finition	5

Tableau n°17: Les opérations des travaux de distribution

OPERATION	TR	Précède	Succède
A_3	5	B_1	-
B_3	10	C_1,D_1,E_1,F_1	A_1
C_3	50	G_1	B_1
D_3	20	G_1	B_1
E_3	25	G_1	B_1
F_3	15	G_1	B_1
G_3	10	H_1	C_1,D_1,E_1,F_1
H_3	10	I_1	G_1
I_3	5	-	H_1

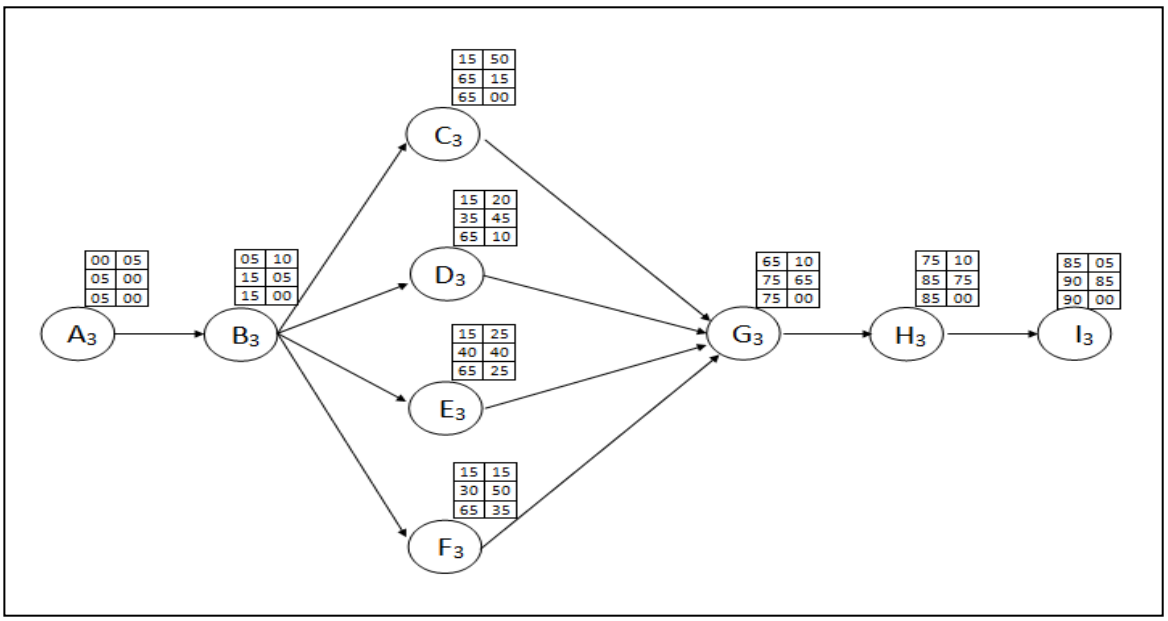


Figure 09 : Réseau à nœuds des travaux de distribution

Le chemin critique : A_3-B_3-C_3-G_3-H_3-I_3,

TR = 90 jours, donc la durée de réalisation de ce projet est estimée à 3 mois

8. Conclusion

Chaque type de réseau de distribution aura ses propres défis et spécificités en matière de travaux sur chantier. Les équipes de professionnels, y compris les ingénieurs, les techniciens et les ouvriers spécialisés, sont impliquées dans l'exécution de ces travaux pour garantir le bon fonctionnement des infrastructures de distribution. Ainsi, notre projet va se réaliser sur une durée totale de six mois et vingt-six jours avec un cout estimé à trente-neuf millions cinquante-six mille quatre cents quatre-vingts et un Dinars Algériens.

Conclusion générale

Dans le cadre de ce projet de fin d'étude, nous nous sommes penchés sur l'étude du fonctionnement actuel du réseau d'alimentation en eau potable de la localité de Sidi Bendiaf, située dans la wilaya de Tlemcen.

Ce travail, nous a permis en premier lieu, d'avoir un aperçu sur l'état actuel du réseau d'alimentation en eau potable de la localité de Sidi Bendiaf, en vérifiant sa performance par la méthode des indicateurs qui nous a permis de faire un diagnostic rapide sur le réseau d'alimentation en eau potable tels que le rendement**,** l'indicedes pertes…

Les résultats obtenus ont montré que ce réseau est défaillant avec des pertes considérables, ce qui nous pousse a affirmé que le réseau nécessite une rénovation.

Pour faire une étude plus détaillée du réseau d'alimentation en eau potable, des simulations sous Epanet de son fonctionnement ont été faites pour les deux cas : cas de pointe et cas de pointe plus incendie, dans le but d'avoir une idée plus globale sur l'écoulement de l'eau dans le système de distribution.

Les résultats du dimensionnement des conduites de distribution et des simulations faites sont revenus comme suit :

- Toutes les conduites sont en PEHD
- Les diamètres varient entre 63 à 250 mm.
- La majorité des vitesses et des pressions ont répondu à la condition aux normes de réalisation de notre projet.

Notre choix a porté sur les diamètres les plus disponibles sur le marché. En ce qui concerne les matériaux des conduites, nous avons opté pour le Poly Ethylène Hautes Densité (PEHD), pour les avantages qu'il présente.

Pour réaliser les différentes parties de ce projet ; adduction, réservoir et le réseau de distribution d'eau potable à la population de la ville de Sidi bendiaf, nous estimons un cout de 39.056.481 DA et une durée de réalisation de :

- Adduction un mois et 22 jours
- Réservoir 3 mois et 4 jours
- Distribution 3 mois

Nous souhaitons avoir répondu à l'objectif fixé pour notre projet de fin d'étude qui est d'apporter des solutions pour assurer une alimentation en eau potable en continu pour la ville de Sidi Bendiaf.

Bibliographie

Bibliographie

1. Abdelbaki, C. (2014). Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un SIG. cas du GUT. Thèse de doctorat. Université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen..
2. A.LENCASTRE : « Hydraulique générale. Tome II ». edition Eyrolled, Paris198
3. DINEPA .,2013: « réhabilitation/remplacement des réseaux d'eau potable ». Guide technique, direction nationale de l'eau potable et de l'assainissement,
4. DUPONT A. « Hydraulique urbaine », Tome 2 Ouvrage de transport élévation et distribution des eaux, Édition Eyrolles, Paris, 1979.
5. Guide technique de l'eau potable, (2014) Prescriptions technique pour la conception et la réalisation des ouvrages d'eau, Montpelier, https://www.montpellier3m.fr/sites/default/files/downloads/files/guide_technique_aep_3m.pdf, consulté le 12/06/2023 à 22 :54
6. Guide de pose et d'utilisation des canalisations en Polyéthylène
7. La pose des canalisations pour l'adduction et la distribution de l'eau potable. (Fondation de l'eau, 1990).
8. M. CARLIER Paris 1972 « Hydraulique générale et appliquée », édition Eyrolles
9. Microsoft Word - GUIDE TECHNIQUE EAU VERSION MODIFIEE fin MAI 2009.doc
10. SEMMOUHI, F OURAK, W. 2017 *Technique de forage horizontal et optimisation de la trajectoire par un trou pilote. Application sur le puits MAMS-1* (Doctoral dissertation).
11. SALAH Boualem, polycopie Alimentation en eau potable , ENSH, Septembre 2014
12. tpdemain.com Les règles d'enrobage des réseaux
13. tunitaly.com.tn/catt-10228-clapets-inox
14. www.mining.komatsu.com
15. www.cat.com
16. www.lesformateursparisiens.com
17. www.omniamachinery
18. www.ramus-industrie.com
19. www.info-carto.dz
20. Alimentation en eau potable, cours HYCHEMI/eau potable, Pr.morarech moad, Faculté de sciences de rebat, Maroc

21. Guide téchnique eau, (2009), Veola environnement, https://rabat.eregulations.org/media/GUIDE%20TECHNIQUE%20EAU%20VERSION%20MODIFIEE%20finMAI%202009.pdf , consulté le 15/09/2023 à 22:52

ANNEXES

Tableau n°1: la consommation horaire pour l'annee 2023

Heures	Ch (%)	Qh (m^3/ h)	Ch cumulé (%)	Qh cumulé (m^3/ h)
0-1	1,00%	7,0063	1,00%	7,0063
1_2	1,00%	7,0063	2,00%	14,0126
2_3	1,00%	7,0063	3,00%	21,0189
3_4	1,00%	7,0063	4,00%	28,0252
4_5	2,00%	14,0126	6,00%	42,0378
5_6	3,00%	21,0189	9,00%	63,0567
6_7	5,00%	35,0315	14,00%	98,0882
7_8	6,50%	45,54095	20,50%	143,62915
8_9	6,50%	45,54095	27,00%	189,1701
9_10	5,50%	38,53465	32,50%	227,70475
10_11	4,50%	31,52835	37,00%	259,2331
11_12	5,50%	38,53465	42,50%	297,76775
12_13	7,00%	49,0441	49,50%	346,81185
13_14	7,00%	49,0441	56,50%	395,85595
14_15	5,50%	38,53465	62,00%	434,3906
15_16	4,50%	31,52835	66,50%	465,91895
16_17	5,00%	35,0315	71,50%	500,95045
17_18	6,50%	45,54095	78,00%	546,4914
18_19	6,50%	45,54095	84,50%	592,03235
19_20	5,00%	35,0315	89,50%	627,06385
20_21	4,50%	31,52835	94,00%	658,5922
21_22	3,00%	21,0189	97,00%	679,6111
22_23	2,00%	14,0126	99,00%	693,6237
23_24	1,00%	7,0063	100,00%	700,63
Total	100,00%	700,63		

Tableau n°02: la consommation horaire pour l'annee 2053

Heures	Ch (%)	Qh (m^3/ h)	Ch cumulé (%)	Qh cumulé (m^3/ h)
0-1	1,00%	23,9306	1,00%	23,9306
1_2	1,00%	23,9306	2,00%	47,8612
2_3	1,00%	23,9306	3,00%	71,7918
3_4	1,00%	23,9306	4,00%	95,7224
4_5	2,00%	47,8612	6,00%	143,5836
5_6	3,00%	71,7918	9,00%	215,3754
6_7	5,00%	119,653	14,00%	335,0284
7_8	6,50%	155,5489	20,50%	490,5773
8_9	6,50%	155,5489	27,00%	646,1262
9_10	5,50%	131,6183	32,50%	777,7445
10_11	4,50%	107,6877	37,00%	885,4322
11_12	5,50%	131,6183	42,50%	1017,0505
12_13	7,00%	167,5142	49,50%	1184,5647
13_14	7,00%	167,5142	56,50%	1352,0789
14_15	5,50%	131,6183	62,00%	1483,6972
15_16	4,50%	107,6877	66,50%	1591,3849
16_17	5,00%	119,653	71,50%	1711,0379
17_18	6,50%	155,5489	78,00%	1866,5868
18_19	6,50%	155,5489	84,50%	2022,1357
19_20	5,00%	119,653	89,50%	2141,7887
20_21	4,50%	107,6877	94,00%	2249,4764
21_22	3,00%	71,7918	97,00%	2321,2682
22_23	2,00%	47,8612	99,00%	2369,1294
23_24	1,00%	23,9306	100,00%	2393,06
Total	100,00%	2393,06		

Tableau n°03 Gamme tubes PEHD et diamètre normalisé

GAMME TUBES PEHD DE PRESSION PN06, PN10, PN16, PN20 ET PN25

		Gamme tubes PEHD de Pression nominale 06 Bars			
	CODE	DIAMETRE (mm)	EPAISSEUR (mm)	PRESSION	CONDITIONNEMENT
P E 1 0 0	640.04.020.09	20	**	06Bars	Rx 100Ml
	640.04.025.09	25	**	06Bars	Rx 100Ml
	640.04.032.09	32	**	06Bars	Rx 100Ml
	640.04.040.09	40	**	06Bars	Rx 100Ml
	640.04.050.09	50	2.0	06Bars	Rx 100Ml
	640.04.063.09	63	2.5	06Bars	Rx 100Ml
	640.04.075.09	75	2.9	06Bars	Rx 100Ml
	640.04.090.09	90	3.5	06Bars	Rx 100Ml
	640.04.110.09	110	4.2	06Bars	Rx 100Ml
	640.04.125.09	125	4.8	06Bars	Tb 6 / 12Ml
	640.04.160.09	160	6.2	06Bars	Tb 6 / 12Ml
	640.04.200.09	200	7.7	06Bars	Tb 6 / 12Ml
	640.04.250.09	250	9.6	06Bars	Tb 6 / 12Ml
	640.04.315.09	315	12.1	06Bars	Tb 6 / 12Ml
	640.04.400.09	400	15.3	06Bars	Tb 6 / 12Ml
	640.04.500.09	500	19.1	06Bars	Tb 6 / 12Ml
	640.04.630.09	630	24.1	06Bars	Tb 6 / 12Ml
	640.04.710.09	710	27.2	06Bars	Tb 6 / 12Ml
	640.04.800.09	800	30.6	06Bars	Tb 6 / 12Ml

Tableau n°04 Gamme tubes PEHD et diamètre normalisé

		Gamme tubes PEHD de Pression nominale 10 Bars			
	CODE	DIAMETRE (mm)	EPAISSEUR (mm)	PRESSION	CONDITIONNEMENT
P E 1 0 0	640.06.020.09	20	**	10Bars	Rx 100Ml
	640.06.025.09	25	**	10Bars	Rx 100Ml
	640.06.032.09	32	2.0	10Bars	Rx 100Ml
	640.06.040.09	40	2.4	10Bars	Rx 100Ml
	640.06.050.09	50	3.0	10Bars	Rx 100Ml
	640.06.063.09	63	3.8	10Bars	Rx 100Ml
	640.06.075.09	75	4.5	10Bars	Rx 100Ml
	640.06.090.09	90	5.4	10Bars	Rx 100Ml
	640.06.110.09	110	6.6	10Bars	Rx 100Ml
	640.06.125.09	125	7.4	10Bars	Tb 6 / 12Ml
	640.06.160.09	160	9.5	10Bars	Tb 6 / 12Ml
	640.06.200.09	200	11.9	10Bars	Tb 6 / 12Ml
	640.06.250.09	250	14.8	10Bars	Tb 6 / 12Ml
	640.06.315.09	315	18.7	10Bars	Tb 6 / 12Ml
	640.06.400.09	400	23.7	10Bars	Tb 6 / 12Ml
	640.06.500.09	500	29.7	10Bars	Tb 6 / 12Ml
	640.06.630.09	630	37.4	10Bars	Tb 6 / 12Ml
	640.06.710.09	710	42.1	10Bars	Tb 6 / 12Ml
	640.06.800.09	800	47.4	10Bars	Tb 6 / 12Ml

Tableau n°05 : Caractéristiques de l'eau. Source : public.iutenligne.net

	Température	Masse volumique	Viscosité dynamique	Viscosité cinématique	Chaleur massique	Conductivité thermique	Coefficient de dilatation
Symbole	T	ρ	μ	ν	c	λ	α
	-	*rhô*	*mu*	*nu*	-	*lambda*	*alpha*
Unité	°C	kg/m³	kg/(m.s)	m²/s	J/(kg.K)	W/(m.K)	K^{-1}
Valeurs	0	999,9	$1,80.10^{-3}$	$1,80.10^{-6}$	4217	0,55	$-7,00.10^{-5}$
	10	999,7	$1,32.10^{-3}$	$1,32.10^{-6}$	4191	0,58	$8,80.10^{-5}$
	20	998,3	$1,01.10^{-3}$	$1,01.10^{-6}$	4181	0,60	$2,06.10^{-4}$
	30	995,7	$8,02.10^{-4}$	$8,05.10^{-7}$	4178	0,61	$3,03.10^{-4}$
	40	992,2	$6,60.10^{-4}$	$6,65.10^{-7}$	4178	0,63	$3,85.10^{-4}$
	50	987,9	$5,55.10^{-4}$	$5,62.10^{-7}$	4180	0,64	$4,57.10^{-4}$
	60	982,9	$4,72.10^{-4}$	$4,80.10^{-7}$	4183	0,65	$5,23.10^{-4}$
	70	977,5	$4,05.10^{-4}$	$4,14.10^{-7}$	4189	0,66	$6,43.10^{-4}$
	80	971,6	$3,52.10^{-4}$	$3,62.10^{-7}$	4196	0,67	$6,98.10^{-4}$
	90	965,2	$3,11.10^{-4}$	$3,22.10^{-7}$	4204	0,68	$7,52.10^{-4}$
	100	958,4	$2,80.10^{-4}$	$2,92.10^{-7}$	4215	0,68	-