

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Alimentation en eau potable de la zone des parcs de la wilaya de Bouira à partir d'un piquage.

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0011-11

APA Citation (APA توثيق):

Chihati, Amina (2011). Alimentation en eau potable de la zone des parcs de la wilaya de Bouira à partir d'un piquage[Mem Ing, ENSH].

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

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...)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

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

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

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

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

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L'HYDRAULIQUE
<<ARBAOUI Abdellah>>**

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

**EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR D'ETAT EN HYDRAULIQUE**

Option : Conception de systèmes d'alimentation en eau potable.

THEME :

**Alimentation en eau potable de la zone des parcs de la
wilaya de Bouira à partir d'un piquage**

**Présenté par :
M^{elle} CHIHATI Amina**

**Promoteur :
Mr SALAH Boualem**

Devant le jury composé de :

Président: M^r O. KHODJET - KESBA

**Examineurs: M^r M. S.BENHAFID
M^r A. AYADI
M^{me} L. TAFAT
M^r R. KERID**

Octobre 2011

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Avant tout à mes chers parents, pour tous les sacrifices qu'ils ont consentis à mon égard et qui m'ont offert toujours un appui sûr par leurs soutiens et leurs encouragements durant toutes ces années de formation.

A ma très chère tante Djamila a qui je souhaite de bonheur et de réussite.

A mes frères : Mouhamed Ali et Alaeddine et mon adorable sœur : Lyna.

A ma deuxième famille à Blida ; mes sœurs : Tarfaia tahani, Chenouf Amel Kerbouche Khalida, et Daci Kaouthar .

A mes amis : Djamila, Khadidja, Salima, Fateh, Zineh, Haoudja, Beya, Hanane, Lilia, Ishak, Aicha, Hakim.

A toute ma grande famille et mes voisins.

A ceux qui m'ont souhaité la réussite au fond de leur cœur.

Amina

Remerciements

Avant tout propos, nous remercions « Dieu » le tout puissant qui nous a donné sagesse et santé pour faire ce modeste travail.

C'est avec un grand plaisir que j'exprime ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à mon promoteur: Mr SALAH BOUALEM. Je lui exprime ma reconnaissance pour ses précieux conseils qui m'ont permis de bénéficier de son expérience et d'acquérir de nombreuses connaissances tout le long de ce travail.

Toute ma reconnaissance est adressée à tous les enseignants et le personnel de l'école nationale supérieure de l'hydraulique qui ont contribué à ma formation.

Également mes sincères remerciements à :

Mr: O. KHODJET - KESBA: qui m'a fait l'honneur de présider mon jury.

Aux membres de jury :

- Mr: M. S. BENHAFID
- Mr: A. AYADI
- Mme : L. TAFAT
- Mr : R. KERID

qui m'ont fait l'honneur d'apprécier et de juger ce travail.

ملخص:

تعاني حاليا المنطقة المعنية بالدراسة من مشكل عويص من حيث التزويد بالمياه الصالحة للشرب. وهذا يعود إلى قدم أنابيب شبكة التوزيع و صغر حجمها. أين سجلنا نسبة تسرب عالية .
و من خلال دراستنا هذه التي تهدف إلى تجديد شبكة التوزيع بصفة شاملة. قدمنا أولا نظرة عامة على الوضعية الحالية لمختلف الينابيع المائية, شبكة التوزيع , وكذلك مختلف منشآت التخزين للمنطقة, ثم انتقلنا إلى حساب الأبعاد الملائمة للشبكة الجديدة و ذلك من اجل تلبية حاجيات سكان المنطقة المدروسة.

Résumé :

La zone des parcs reconnaît actuellement un problème dans le domaine d'alimentation en eau potable. Ce problème est dû essentiellement à l'état vétuste du réseau de distribution sousdimensionné où l'on note une mauvaise conception et un pourcentage élevé des fuites. En vue d'une rénovation totale du réseau, Notre travail consiste d'abord à donner en premier lieu un aperçu général sur la situation actuelle des différentes ressources hydrauliques, réseau et ouvrages de stockage, par la suite procéder à son dimensionnement adéquat pour pouvoir satisfaire les besoins en eau de la dite zone.

Summary:

Parks zone knows at present a problem in the field of the provisionment of drinking water. This problem is due essentially to the old state of the under-sized mains where a bad designing and a high percentage of leaks are observed.

In order to renovate the whole mains, our work consists, at first, in giving, first of all, a general survey about the current situation of the different hydraulic resources, mains and stocking works; later on, in proceeding to its suitable sizing so as to provide for wants of water in the so-called zone.

SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
Chapitre 1 : Présentation de l'agglomération	
1.1. Introduction.....	2
1.2. Situation géographique.....	2
1.3. Situation topographique.....	2
1.4. Situation géologique.....	2
1.5. Séismicité.....	4
1.6. Situation climatologique.....	4
1.6.1. Le climat.....	4
1.6.2. La température.....	4
1.6.3. La pluviométrie.....	5
1.7. Situation hydraulique.....	6
1.7.1. Ressources.....	6
1.7.2. Réservoirs.....	6
1.7.3. Conduite d'adduction.....	7
1.7.4. Réseau de distribution.....	8
Conclusion.....	8
Chapitre 2 : Estimation des besoins en eau potable.	
2.1. Introduction.....	9
2.2. Estimation de la Population future.....	9
2.2.1. Situation démographique.....	9
2.2.2. Evaluation de la population actuelle.....	10
2.2.3. Evaluation de la population future.....	10
2.3. Catégories de consommation de la région d'étude.....	11
2.4. Choix de la norme unitaire de consommation.....	11
2.4.1. Définition.....	11
2.4.2. Critères de choix de la norme.....	11
2.5. Évaluation de la consommation moyenne journalière.....	12
2.5.1. La consommation moyenne journalière domestique.....	12
2.5.2. La consommation moyenne journalière des différents équipements.....	12

2.5.3. Récapitulation de La consommation moyenne journalière totale.....	14
2.6. Etude des variations de la consommation.....	14
2.6.1. Etude de la variation journalière.....	14
2.6.1.1. La consommation maximale journalière ($Q_{\max,j,j}$).....	14
2.6.1.2. La Consommation minimale journalière ($Q_{\min,j,j}$).....	14
2.6.1.3. Récapitulation des variations journalières de la consommation en eau Potable.....	15
2.6.2. Etude de la variation horaire.....	15
Conclusion.....	17

Chapitre 3 : Dimensionnement et conception du réseau de distribution

3.1. Introduction.....	18
3.2. Définition et aspect descriptif.....	18
3.2.1. Les conduites.....	18
3.2.2. Les nœuds.....	18
3.3. Topologie du réseau.....	19
3.3.1. Les réseaux ramifiés.....	19
3.3.2. Les réseaux maillés.....	19
3.3.3. Réseau étagé.....	19
3.4. Conception du réseau :	
3.4.1 Principe du tracé du réseau.....	20
3.4.2. Choix du type de matériau.....	20
3.4.2.1. Les conduites métalliques.....	21
a. Conduites en acier.....	21
b. Les conduites en fonte ductile.....	22
3.4.2.2. Les conduites à base de ciment.....	23
a. Tuyaux en amiante-ciment.....	23
b. Tuyaux en béton.....	23
3.4.2.3. Les conduites en plastiques (thermoplastiques).....	23
a. Les tuyaux en PVC (chlorure de polyvinyle).....	24
b. Les tuyaux en polyéthylène (PE).....	24
3.5. Présentation du logiciel de calcul.....	26
3.5.1. Ce qu'est Water CAD ?.....	26
3.5.2. Avantages.....	27

3.5.3. Capacités pour la modélisation hydraulique.....	27
3.5. Calcul hydraulique du réseau.....	28
3.6.1. Détermination des débits du réseau.....	28
3.6.1.1. Débit en route.....	28
3.6.1.2. Débit spécifique.....	29
3.6.1.3. Les débits aux nœuds (nodaux).....	29
a. cas de pointe.....	30
b. cas de pointe plus incendie.....	32
3.6.2. Répartition arbitraire des débits.....	32
3.6.3. Calcul des paramètres hydrauliques.....	32
3.6.3.1. Cas de pointe.....	33
3.6.3.2. Cas de pointe plus incendie.....	34
3.6.4. Calcul des pressions de service du réseau (au sol).....	35
3.6.4.1. Cas de pointe.....	35
3.6.4.2. Cas de pointe plus incendie.....	36
3.6.5. Interprétation des résultats.....	39
3.6.5.1. Cas de pointe.....	39
3.6.5.2. Cas de pointe plus incendie.....	39
Conclusion.....	39

Chapitre 4 : Accessoires du réseau de distribution

4.1. Introduction.....	40
4.2. Rôle des accessoires.....	40
4.3. Organes accessoires utilisés dans le réseau.....	40
4.3.1. Robinets vannes.....	40
4.3.1.1. Robinet vanne à coin (à opercule).....	41
4.3.1.2. Vannes papillons.....	41
4.3.1.3. Clapets anti retour.....	42
4.3.1.4. Vannes de décharge.....	43
4.3.1.5. Robinets de branchement.....	43
4.3.2. Ventouses.....	44
4.3.3. Poteaux d'incendie.....	44
4.3.4. Les raccords.....	45
4.3.4.1. Soudure bout à bout.....	45

4.3.4.2. Les raccords électro- soudables.....	45
4.3.4.3. Les raccords mécaniques.....	47
a. Les coudes.....	47
b. Les tés.....	48
c. Les croix de jonction.....	48
d. les manchons	48
4.3.5. Organes de mesure	48
4.3.5.1. Mesure de débit.....	48
4.3.5.2. Mesure de pression	49
4.3.6. By-pass.....	49
Conclusion.....	50

Chapitre 5 : Pose de canalisation et organisation de chantier

5.1. Introduction.....	51
5.2. Choix et type de pose de canalisation pour l'agglomération.....	51
5.1.1. Pose de canalisation en terre.....	51
5.1.2. Pose à proximité d'une conduite d'assainissement.....	52
5.1.3. Pose des conduites en traversées des routes.....	52
5.2. Utilisation des Butées et verrouillage.....	53
5.2.1. L'utilisation de massifs de butées en béton.....	53
5.2.2. Verrouillage.....	53
5.3. Les différents travaux de mises en place des canalisations.....	55
5.3.1. Implantation du tracé des tranchées sur le terrain.....	55
5.3.1.1. Matérialisation.....	55
5.3.1.2. Nivellement.....	55
5.3.2. Excavation des tranchées.....	55
5.3.2.1. Enlèvement de la couche végétale.....	55
5.3.2.2. Réalisation des fouilles.....	55
a. Largeur de la tranchée.....	55
b. La profondeur de la tranchée.....	56
c. Lit de pose.....	57
d. L'assise.....	58
5.3.3. Pose des conduites.....	58
5.3.4. Epreuve de joints et de la canalisation.....	59

5.3.5. Remblayage des tranchées.....	59
5.3.5.1. Le remblai d'enrobage.....	59
5.3.5.2. Le remblai supérieur.....	60
5.3.6. Nivellement et compactage.....	60
5.3.7. Désinfection du réseau.....	61
5.4. Définitions des engins de terrassement utilisés.....	61
5.4.1 Pelle hydraulique.....	62
5.4.2. Dozer.....	62
5.4.3. Chargeur.....	63
5.4.4. Compacteur (vibrateur de sol).....	64
Conclusion.....	64

Chapitre 6 : Protection et sécurité du travail

6.1. Introduction.....	65
6.2. Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique.....	65
6.2.1. Facteurs humains.....	65
6.2.2. Facteurs matériels.....	66
6.3. Liste des conditions dangereuses.....	66
6.4. Liste des actions dangereuses.....	66
6.5. Mesures préventives pour éviter les causes des accidents.....	67
6.5.1. Protection individuelle.....	67
6.5.2. Autre protections.....	67
6.6. Protection collective.....	67
6.6.1. Equipement de mise en œuvre du béton.....	67
6.6.2. Engin de levage.....	67
6.6.3. Appareillage électrique.....	68
Conclusion.....	68

Chapitre 7: Gestion du réseau de distribution

7.1. Introduction.....	69
7.2. Défaillances.....	69
7.2.1. Les différents types de défaillances.....	69
7.2.1.1. Les pertes.....	69
a. Pertes par fuites.....	69

b. Les pertes dites « administratives ».....	70
7.2.1.2. Les casses (ruptures).....	70
7.1.1.3. Dégradation de la qualité de l'eau.....	71
7.3. Diagnostic.....	73
7.3.1. Phase enquête et recueil de données.....	73
7.3. 2. Phase analyse de données.....	74
7.3.3. Analyse et détermination des paramètres du diagnostic.....	74
7.3.4. Estimation des coûts.....	74
7.4. L'entretien.....	74
7.4.1. Les type d'entretien.....	74
7.4.1.1. Entretien préventif systématique.....	74
7.4.1.2. Entretien exceptionnel.....	75
7.4.2. Entretien du réseau de distribution.....	75
7.4.2.1. Recherche et réparation des fuites.....	75
a. Détection des fuites.....	75
b. Réparation des fuites.....	76
7.4.2.2. Le comptage.....	77
7.4.3. Entretien du réservoir.....	77
7.4.3.1. Un contrôle hebdomadaire.....	77
7.4.3.2. Contrôle semestriel.....	77
7.4.3.3. Vidange et Nettoyage au moins une fois par an.....	77
7.4.4. Dispositions et moyens d'intervention.....	78
7.4.4.1. Moyens humains.....	78
7.4.4.2. Moyens matériels.....	78
Conclusion.....	79
Conclusion générale.....	80

Liste des tableaux

Chapitre 1 : Présentation de l'agglomération

Tableau 1.1 : Les températures minimale, maximale et moyenne de la région.

Tableau 1.2 : La pluviométrie moyenne mensuelle de la région d'étude.

Tableau 1.3 : Caractéristiques du réservoir d'Erich de distribution.

Tableau 1.4 : Présentation du tronçon réservoir-piquage de l'adduction.

Chapitre 2 : Estimation des besoins en eau potable.

Tableau 2.1 : Tableau estimatif de la population à l'année de référence de la zone des parcs

Tableau 2.2 : Population future de la zone des parcs.

Tableau 2.3 : Consommation moyenne de la population.

Tableau 2.4 : Besoins en eau des différents équipements de la zone des parcs.

Tableau 2.5 : Récapitulatif de la consommation moyenne journalière.

Tableau 2.6 : Récapitulatif des débits maximums et minimums journaliers.

Tableau 2.7 : Variations du débit horaire de la consommation en eau potable.

Chapitre3 : Dimensionnement et conception du réseau de distribution

Tableau 3.1 : Récapitulatif des débits de calcul (cas de pointe).

Tableau 3.2 : Calcul des débits aux nœuds qs(cas de pointe)

Tableau 3.3 : Caractéristiques hydrauliques et géométriques des tronçons (cas de pointe)

Tableau 3.4 : Caractéristiques hydrauliques et géométriques des tronçons (cas de pointe plus incendie)

Tableau 3.5 : Caractéristiques hydrauliques et géométriques des nœuds (cas de pointe)

Tableau 3.6 : Caractéristiques hydrauliques et géométriques des nœuds (cas de pointe plus incendie)

Chapitre 5 : Pose de canalisation et organisation de chantier

Tableau 5.1 : Produits de désinfection (Doses et temps de contacte).

Chapitre 7: Gestion du réseau de distribution

Tableau 7.1 : Récapitulatif des résultats d'analyse d'eau de barrage Tilesdit.

Liste des figures

Chapitre 1 : Présentation de l'agglomération

Figure 1.1 : Carte administrative de Bouira.

Figure 1.2 : Carte géologique de Bouira.

Figure 1.3 : Schéma représentatif de l'adduction (barrage-réservoir).

Chapitre 3 : Dimensionnement et conception du réseau de distribution

Figure 3.1 : Corrosion des conduites métallique

Figure 3.2 : Débit et pression pour le cas de pointe.

Figure 3.3 : Débit et pression pour le cas de pointe+incendie.

Chapitre 4 : Accessoires du réseau de distribution

Figure 4.1 : Robinets vanne à opercule.

Figure 4.2 : Robinets vanne papillon.

Figure 4.3 : Clapet à double battant.

Figure 4.4 : Clapet à simple battant.

Figure 4.5 : Bouche d'incendie ou de lavage.

Figure 4.6 : Bout à bout « bouteuse »

Figure 4.7 : Raccordement par accessoires électro-soudables

Figure 4.8 : Assemblages par électro soudage

Figure 4.9 : Les coudes .

Figure 4.10 : Les tés.

Figure 4.11 : Manomètre.

Chapitre 5 : Pose de canalisation et organisation de chantier

Figure 5.1 : Pose à proximité d'une conduite d'assainissement.

Figure 5.2 : Traversée d'une route au moyen d'une gaine.

Figure 5.3 : Les butées.

Figure 5.4 : Verrouillage.

Figure 5.5 : Schéma d'une tranchée avec une conduite circulaire.

Figure 5.6 : Lit de pose.

Figure 5.7 : Appui des conduites

Figure 5.8 : Remblayage des tranchées.

Figure 5.9 : Pelle hydraulique

Figure 5.10 : Bulldozer

Figure 5.11 : Chargeur

Listes des planches :

1-Plan de masse de la zone des parcs W.Bouira.

2-Profil en long de la conduite principale du réseau de distribution.

3-Les accessoires dans un réseau d'Alimentation en eau potable.

INTRODUCTION

GENERALE

Introduction générale :

En tant qu'élément de base indispensable à toute forme de vie et de développement, l'eau demeure dans son devenir et ses effets, un sujet de questionnement de première importance.

Cette ressource vitale devient de plus en plus insuffisante dans le monde entier ; cela est dû à son inégale répartition, aux faibles précipitations et à la forte croissance démographique, aux quelles s'ajoutent l'effet de pollution des ressources en eau et les graves sécheresses.

Devant de telles situations, l'Algérie, en tant que pays déficitaire, s'est engagée dans des vastes programmes dans le secteur hydraulique, elle a établi un plan quinquennal 2010-2014, qui consiste à réaliser une soixantaine d'infrastructures hydrauliques, portant ainsi le nombre total de barrages dans le pays à 104, et 25 systèmes de transfert d'eau, et optimiser le taux de raccordement aux réseaux d'AEP en le portant à 98% en 2014, après avoir atteint 78% en 1999 et 93% en 2009.

Mais cela ne suffit pas pour régler le problème de manque d'eau, pour cette raison le programme a accordé aussi une attention très particulière à lutter contre le gaspillage et les pertes tout en veillant à concevoir des systèmes de protection des ressources et des systèmes judicieux d'adduction, de stockage et de distribution, ainsi que la maintenance et l'entretien de ces derniers.

Dans le cadre de notre projet de fin d'études, nous essayons d'abord d'examiner les considérations énumérées ci-dessus, ensuite nous focaliserons notre étude sur la conception d'un nouveau réseau de distribution d'eau potable de la zone des parcs de la Wilaya de Boiura.

Notre région d'étude est alimentée actuellement à partir d'un piquage, au moyen d'un réseau existant depuis une trentaine d'années. Ce réseau a été conçu à cette époque pour satisfaire une demande moyenne journalière de 4.6l/s.

L'évaluation des différents besoins en eau potable de la région indique qu'à long terme ce débit sus cité s'avère insuffisant pour répondre aux besoins de l'agglomération.

Par ailleurs les visites répétées sur site révèlent que le réseau est vétuste, en mauvais état, et sous dimensionné : Les habitants ne pourront être satisfaits en matière d'eau potable par l'actuel réseau selon les instances hydrauliques concernées. Ceci conclut qu'une rénovation de ce réseau s'impose en conséquence.

chapitre 1

Présentation de l'agglomération

Chapitre -1-

PRESENTATION DE L'AGGLOMERATION**1.1. Introduction :**

L'agglomération reconnaît actuellement un problème majeur dans le domaine d'alimentation en eau potable vu l'accroissement démographique et le développement incessant des équipements sanitaires. Dans ce contexte l'actuel chapitre portera sur, l'étude de toutes les caractéristiques du lieu et les facteurs qui influent sur la conception du projet. Parmi ces facteurs, nous citons : les données relatives à l'agglomération, les données hydrauliques propres au réseau d'alimentation en eau potable et des ressources en eau, ainsi que la connaissance de la géologie et la topographie du site qui nous permettra de mener à bien notre travail.

1.2. Situation géographique :

Le chef lieu de la wilaya de Bouira est découpé en 37 plans d'occupation (POS) et parmi ces POS nous avons la zone des parcs qui est concernée par notre étude. Ce POS est situé au Nord Est de la commune avec une superficie de 45ha. Celle-ci est limitée par :

- Le parc des loisirs au nord.
- Le centre ville au sud
- Les 56 Logements à l'Est
- Les 140 Logements à l'Ouest.

Pour bien éclaircir notre situation géographique, on présente la carte administrative de la commune de Bouira (figure 1.1)

1.3. Situation topographique :

La ville de Bouira se caractérise par une claire différence en terme de pente entre ces régions. Cette valeur varie entre 2° et 20°, et comme notre POS fait partie de la région Nord Est, il présente une pente de (5° à 10°). D'autre part le levé topographique du POS indique une altitude minimale de 516m et une autre maximale de 556m.

1.4. Situation géologique :

Notre POS se situe dans la zone des alluvions anciennes indiqué sur la carte géologique (figure 1.2).

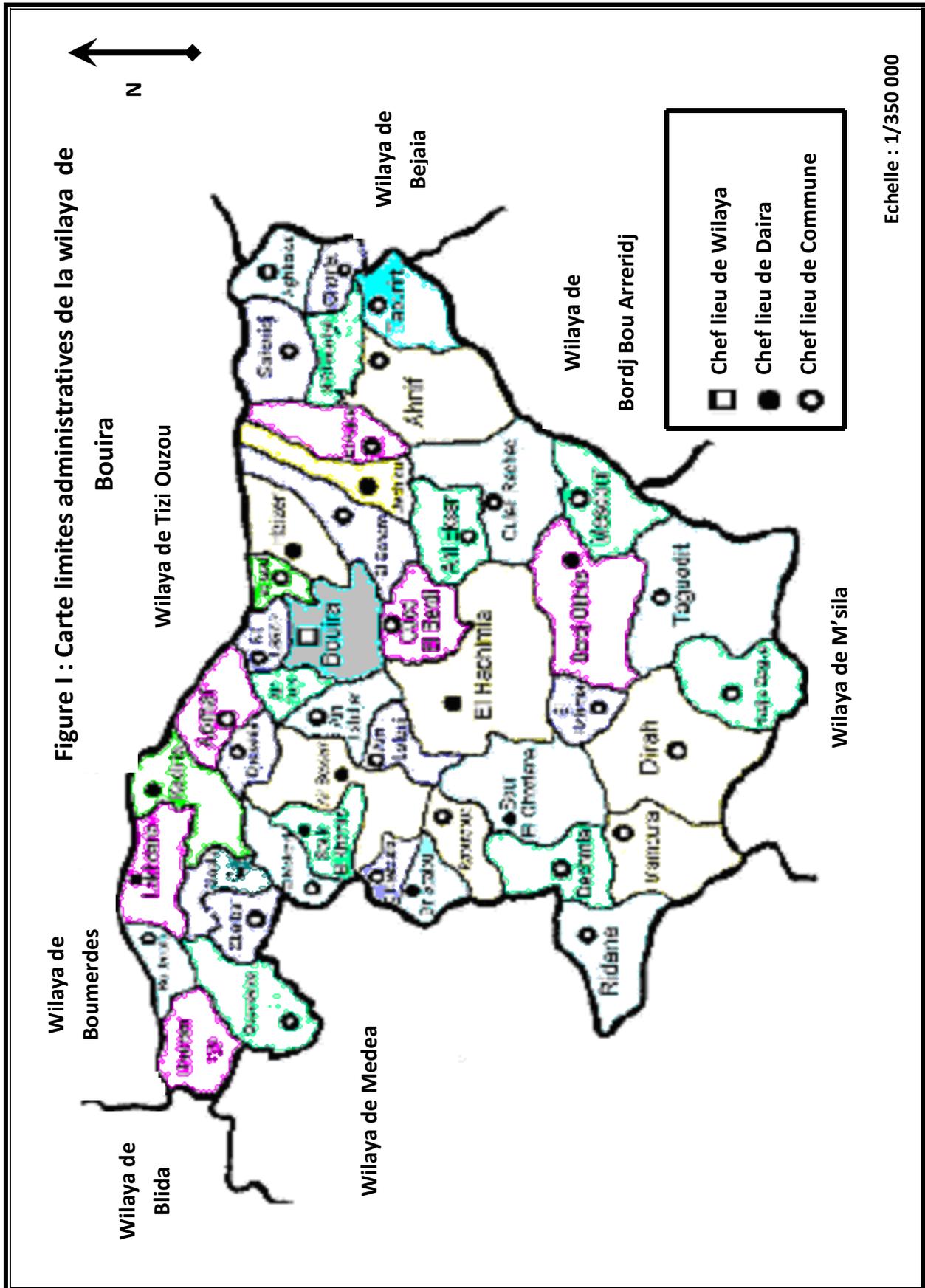


Figure 1.1 : Carte administrative de Bouira (APC Bouira)

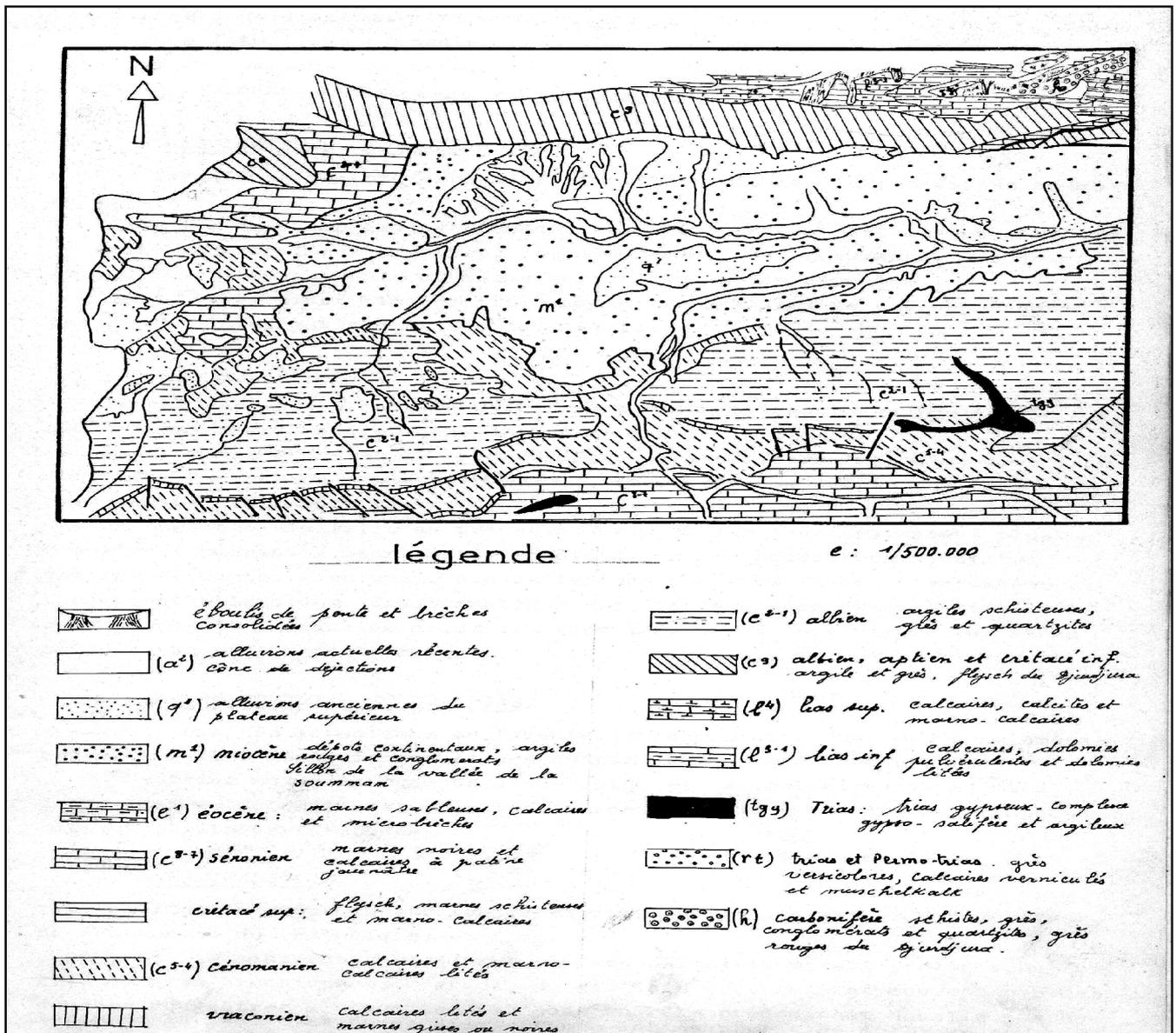


Figure 1.2 : Carte géologique de Bouira (DHW Bouira)

1.5. Séismicité

L'Algérie est découpée en quatre zones sismiques. D'après le découpage, la willaya de Bouira se trouve dans la zone deux (2) c'est-à-dire une zone à moyenne séismicité.

1.6. Situation climatologique :

1.6.1. Le climat :

Le climat de La région de Bouira est du type méditerranéen tempéré sec et chaud en été, pluvieux et humide en hiver.

1.6.2. La température :

Les données recueillies à la station de Bouira font ressortir une température moyenne

annuelle de 16.35°C. Dans le tableau ci après, nous représentons les températures moyennes mensuelles ainsi que les températures maximales et minimales pour des onze dernières années relevées à la station de Bouira.

Tableau 1.1 : les températures minimale, maximale et moyenne de la région

Mois	Jan.	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov	Déc.	T _{Moyenne} annuelle
T _{max} (°C)	12.5	14.1	16.4	18.4	23.9	29.7	33.9	34.7	29.4	23.1	17.8	13.8	22
T _{min} (C°)	4.4	4.65	5.8	7.2	11.3	16.0	18.7	19.6	16.8	8.4	8.4	5.6	10.7
T _{moy} (°C)	8.55	9.35	11.1	12.8	17.6	20.5	24.95	26.7	23.1	17.85	13.1	9.7	16.35

Source : station météorologique d'AinBessem (2010).

A partir des valeurs montrées dans le tableau ci-dessus, on peut distinguer deux saisons :

-Une saison froide, allant de Novembre à Avril, avec une température moyenne inférieure à la moyenne annuelle. Le mois de Janvier représente le mois le plus froid avec une température moyenne de 8.55°C.

-Une saison chaude, allant de Mai à Octobre, avec une température moyenne supérieure à la moyenne annuelle. Le mois le plus chaud est marqué par le mois d'Aout avec une température moyenne de 26.7°C.

Le minimum des températures est atteint au mois de janvier avec 4.4°, tandis que le maximum est enregistré au mois d'aout avec 34.7°C.

1.6.3. La pluviométrie :

Les précipitations montrent un rythme pluviométrique mensuel et annuel irrégulier d'une année à l'autre, pouvant dépasser 600mm/an. la quantité annuelle des pluies dépasse, en moyenne, les 440 mm (onze dernières années).les précipitations moyennes mensuelles ainsi que saisonnières sont représentées dans le tableau I.2 ci après :

Tableau I.2 : La pluviométrie moyenne mensuelle de la région d'étude.

Saison	Automne			Hiver			Printemps			Eté			P _{moy} annuelles
Mois	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	
P(mm)	36	32.7	45.2	45.8	67.7	53.4	41.6	45.1	37.7	17.5	7.3	5.1	440.5

Source : station météorologique d'AinBessem (2010).

Dans ce tableau on remarque que le mois le plus pluvieux correspond au mois de janvier de 67,7mm et le mois le moins pluvieux correspond au mois d'aout de 5,1mm.

1.7. Situation hydraulique :

1.7.1. Ressources :

Actuellement toute la région concernée s'alimente à partir du barrage de Tilesdite, suivant le schéma de la (figure1.3) Ce dernier assure la satisfaction des besoins en eau potable de la commune de Bouira à court, moyen et long terme (source : la DHW)

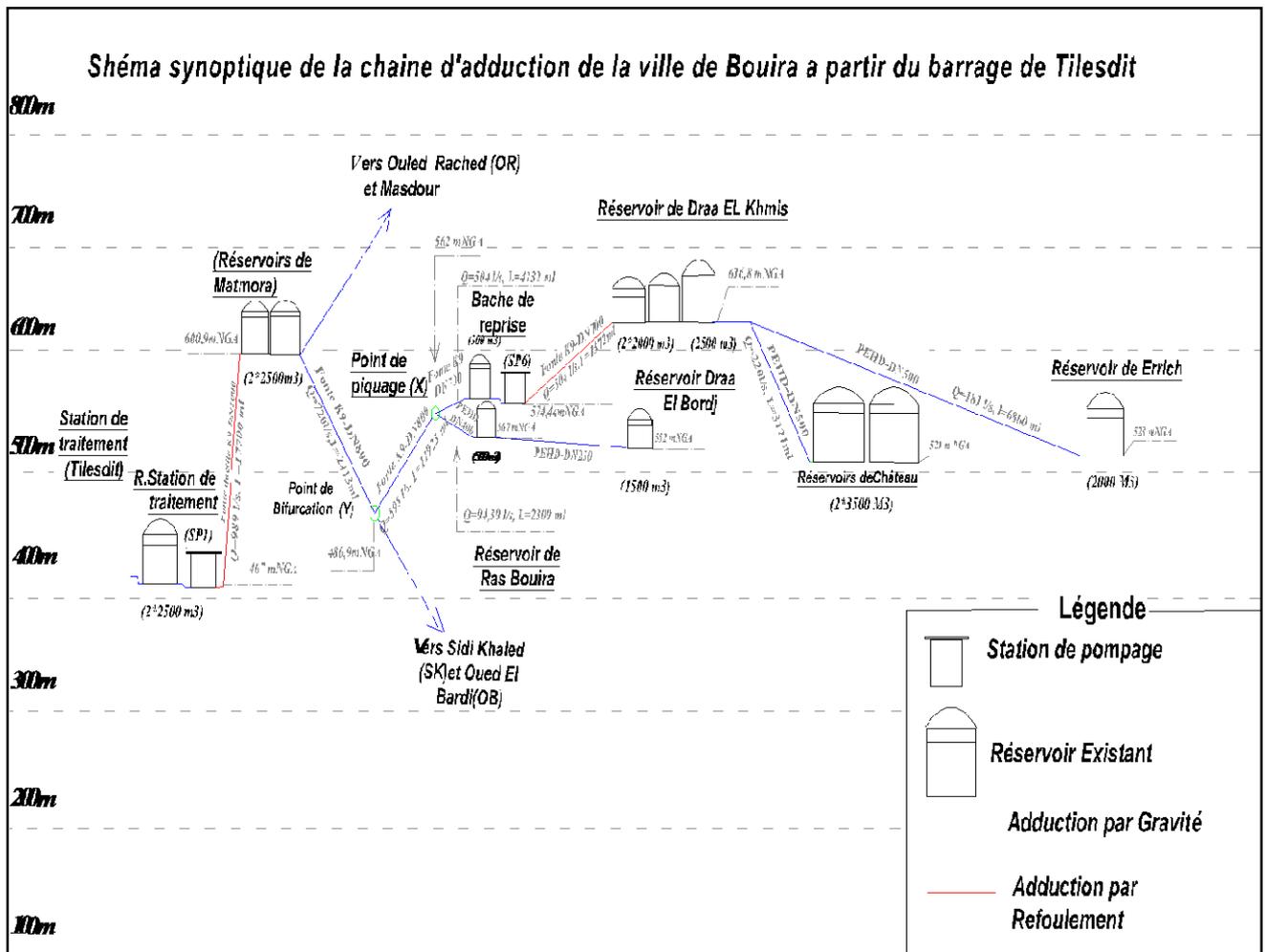


Figure 1.3 : schéma représentatif de l'adduction (barrage-réservoir) (DHW Bouira)

1.7.2. Réservoirs :

La zone des parcs est alimentée à partir d'un piquage. Ce piquage se trouve au niveau d'une adduction de type gravitaire qui prend départ à partir du réservoir d'Erlich de volume 2*1000m³. Ce réservoir est alimenté par une autre adduction gravitaire, de diamètre 400mm

venant du réservoir de Draa EL khemis de volume $(2*2000m^3+2500m^3)$. Les caractéristiques du réservoir d'Erich sont représentées dans le tableau 1.3 ci-après :

Tableau 1.3: Caractéristiques du réservoir d'Erich de distribution.

Réservoir d'Erich	Capacité (m ³)	Cote terrain naturel (m)	Cote trop plein (m)	Observations
	2000	602	606	-Bon Etat

NB : le réservoir est déjà dimensionné de telle façon à satisfaire les besoins en eau à l'horizon 2035 de toute l'agglomération desservie par ce dernier (la partie Nord du chef lieu de la wilaya de Bouira) y compris notre zone d'étude.

1.7.3. Conduite d'adduction :

Le tronçon de l'adduction reliant le réservoir d'Erich au point de piquage présente les caractéristiques citées dans le tableau 1.4 ci-après :

Tableau 1.4 : présentation du tronçon réservoir-piquage de l'adduction

<i>L'adduction</i>	<i>matériau</i>	<i>diamètre (mm)</i>	<i>Longueur (m)</i>	<i>Profondeur de tranchée (m)</i>	<i>Accessoires</i>	
					<i>Type</i>	<i>Longueur à partir du réservoir (m)</i>
<i>Réservoir-piquage</i>	<i>Fonte</i>	<i>500</i>	<i>1738.4</i>	<i>(1.45-2)</i>	<i>Vanne de vidange</i>	<i>45.72</i>
					<i>Ventouse</i>	<i>84.06</i>
					<i>Vanne de vidange</i>	<i>999.28</i>
					<i>ventouse</i>	<i>1122.86</i>
					<i>ventouse</i>	<i>1457.94</i>
					<i>Vanne de vidange</i>	<i>1506.15</i>
					<i>Ventouse</i>	<i>1553.96</i>
					<i>Vanne de vidange</i>	<i>1603.29</i>
					<i>Ventouse</i>	<i>1738.4</i>
<i>Fonte</i>	<i>400</i>	<i>465.56</i>	<i>(1.45-1.99)</i>	<i>ventouse</i>	<i>1955.76</i>	
				<i>Vanne de vidange</i>	<i>2023.96</i>	
				<i>Ventouse</i>	<i>2203.96</i>	
<i>Fonte</i>	<i>200</i>	<i>87.04</i>	<i>1.45m</i>	<i>Ventouse</i>	<i>2291</i>	

NB : De même comme pour le réservoir d'Errich cette adduction est dimensionnée pour satisfaire les besoins à l'horizon 2035 de toute la partie Nord du chef lieu de la wilaya de Bouira y compris notre région d'étude (zone des parcs).

Au point de piquage on a une cote de terrain égale a 557,16m avec une pression au sol égale a 27,22m, ce qui donne une cote piézométrique de 584,38m (source : DHW Bouira).

1.7.4. Réseau de distribution :

Plusieurs visites effectuées sur site, ont révélé que le réseau existant de distribution de la dite agglomération est de type ramifié, en amiante ciment et vétuste. C'est un réseau formé de trois branches de diamètre 400 mm. Selon les constats de la gestion quotidienne, ce réseau ne répond plus aux besoins en eau potable (sous dimensionné). Les fuites représentent un pourcentage qui peut atteindre environ 50% de la consommation journalière. Ces fuites sont issues le plus souvent à partir des points de raccordement et des joints disloqués. En plus de ses effets cancérigènes la rénovation de ce réseau s'impose dans sa totalité.

Conclusion :

Après avoir recensé les différentes informations qui sont très utiles et nécessaires pour la suite de l'étude des chapitres de notre projet. Il est à noter que les conditions hydrauliques de l'alimentation de la dite agglomération à partir d'un piquage sont réunies du point de vue débit et cote piézométrique. Nous allons donc, procéder dans le chapitre qui suit au calcul des besoins en eau de notre agglomération.

Chapitre 2

Estimation des besoins en eau potable

Chapitre -2-

ESTIMATION DES BESOINS EN EAU POTABLE**2.1. Introduction :**

Afin d'estimer avec plus d'exactitude possible la quantité d'eau nécessaire à la consommation de notre agglomération, on procède, dans ce chapitre, à l'évaluation de ses besoins en eau potable. Ceci en se basant sur les données du recensement national de la population, les statistiques relatives au taux de natalité, les caractéristiques économiques de l'agglomération et le plan d'urbanisme.

Cette évaluation varie considérablement en fonction de l'évolution démographique, des caractéristiques et des habitudes de la population, du climat de la région, de la taille de la localité, ainsi que du rythme des activités humaines.

2.2. Estimation de la Population future :

Les réseaux d'alimentation en eau potable sont conçus pour satisfaire les besoins à long terme, c'est pour cette raison qu'on doit estimer la population à un horizon futur en se basant sur la formule des intérêts composés ci-après :

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

Avec :

P_n : la population à l'horizon de calcul.

P_0 : Population à l'année de référence.

α : Taux d'accroissement de la population en %.

n : Nombre d'années séparant les deux horizons.

2.2.1. Situation démographique:

Conformément à la loi 90.29 du 1^{er} Décembre 1990 relative à l'aménagement et à l'urbanisme, modifiée par la loi 04-05 du 14 Aout 2004, le plan d'aménagement et d'urbanisme divise le territoire de la commune de Bouira en quatre secteurs :

- secteurs urbanisés U.
- secteurs à urbanisés AU.
- secteurs à urbanisés futur UF.
- secteurs non urbanisés NF.

Notre POS fait partie des secteurs urbanisés, il inclut des parties à rénover, à restructurer et à projeter. Il comporte 1760 logements collectifs dont 620 sont existants et 1140 sont projetés. Parmi les logements existants nous avons 120 logements occupés (source : APC Bouira). Tous ces logements sont réservés aux habitants des bidonvilles venant des autres POS (U et AU). Selon l'Assemblée populaire communale (APC) de Bouira, le programme d'urbanisme exige le déménagement de ces habitants et la démolition de leurs bidonvilles avant décembre 2013, et par conséquent tous les 1760 logements de notre POS seront occupés avant cette date (décembre 2013).

2.2.2. Evaluation de la population actuelle:

Pour éviter toute sous-estimation de la population future, nous supposons pour le calcul que les 1760 logements sont habités en totalité, avec un taux d'occupation (TOL) de 6 personnes par logement (d'après le recensement général de la population et de l'habitat effectué en 2008), D'où :

$$\text{Le nombre d'habitants} = \text{TOL} * \text{nombre de logements}$$

Tableau 2.1 : Tableau estimatif de la population à l'année de référence de la zone des parcs

nombre de logements	TOL (pers/logt)	Le nombre d'habitants
1760	6	10560

2.2.3. Evaluation de la population future :

Le choix de l'horizon dépend de la durée de vie du réseau d'Alimentation en eau potable, qui est fonction des matériaux des conduites du réseau et de son entretien, pour notre étude nous considérons une durée de 20ans.

Selon le dernier recensement général de la population et de l'habitat effectué en 2008, le taux d'accroissement de la ville de Bouira est égal à 1.05 %.

Par application de la formule (1), Les résultats sont indiqués dans le tableau 2.2 ci-après :

Tableau 2.2: Population future de la zone des parcs

Nombre d'habitants Année 2011	Taux d'accroissement(%)	Nombre d'années	Nombre d'habitants année 2031
10560	1.05	20	13024

2.3. Catégories de consommation de la région d'étude :

La quantité et la qualité d'eau potable à garantir pour une agglomération sont fonction du type de consommateurs existants. C'est pour cette raison que nous devons recenser toutes les catégories de consommation rencontrées au niveau de notre agglomération.

Pour notre cas, nous avons les:

- Besoins domestiques.
- Besoins scolaires.
- Besoins sanitaires.
- Besoins administratifs.
- Besoins socioculturels.

2.4. Choix de la norme unitaire de consommation :**2.4.1. Définition :**

La dotation ou la norme de consommation est définie comme étant la quantité quotidienne d'eau que doit utiliser l'être humain dans ces différents besoins à savoir, la consommation urbaine, l'irrigation domestique, consommation publique et pertes. Elle est généralement évaluée en litre par habitant et par 24 heures, par mètre carré de surface de végétaux, par mètre cube, par tonne de productivité, par tête d'animal, par véhicule.....etc.

2.4.2. Critères de choix de la norme :

La norme de consommation 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.

2.5. Évaluation de la consommation moyenne journalière :

La consommation moyenne journalière désignée par $Q_{\text{moy.j}}$ est donnée par :

$$Q_{\text{moy.j}} = \frac{1}{1000} * \text{Dot} * N \dots \dots \dots \text{en (m}^3/\text{j)} \quad (2)$$

Avec :

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

N: nombre de consommateurs

Dot: dotation moyenne en litre/jour/consommateur.

2.5.1. La consommation moyenne journalière domestique:

La dotation varie pour les petites agglomérations de 60 à 100 l/j/hab et de 100 à 200 l/j/hab pour les grandes agglomérations.

Il est jugé qu'une dotation de 150 litres/jour/habitant sera suffisante pour satisfaire les besoins de toute la population pour le long terme (source : la D.H.W de Bouira).les résultats sont représentés dans le tableau 2.3 ci après :

Tableau 2.3 : Consommation moyenne de la population

Horizon	Nombre D'habitants	Dotation (l /j/hab)	débit moy (m^3 /j)	Débit moy (l /s)
2031	13024	150	1953.6	22.61

2.5.2. La consommation moyenne journalière des différents équipements :

Notre plan d'occupation (POS) possède des équipements existants, projetés, et d'autres en cours de réalisation. De ce fait la direction de l'Hydraulique de la wilaya (DHW) a fait recours à une étude technico-économique, pour estimer les besoins des équipements polyfonctionnels et ceux des terrains non aménagés, (les valeurs sont indiquées dans le tableau 2.4 ci-après):

Tableau 2.4 : Besoins en eau des différents équipements de la zone des parcs :

Equipement	unité	Nombre d'unité	Dotation (l/j/unité)	Qmoy (l/j)	Qmoy (m ³ /j)
Equipements scolaires					
Ecoles primaires	élève	420	10	4200	4.2
CEM (Cantine)	élève	530	20	10600	10.6
2 Lycées(Cantine)	élève	1240	50	62000	62
Crèche	enfant	80	20	1600	1.6
CFPA	élève	420	20	8400	8.4
Equipements sanitaires					
centre de santé	malade	50	20	1000	1
Equipements culturels					
Centre culturel	fidèle	100	10	1000	1
Bibliothèque	lecteur	140	15	2100	2.1
Mosquée	fidèle	700	20	14000	14
Equipement polyfonctionnel	unité	01	1800	1800	1.8
Equipements administratifs					
Direction des forets	employé	72	15	1080	1.08
Direction de culture		54	15	810	0.8
Direction de tourisme		24	15	360	0.36
Agence foncière		35	15	525	0.525
Inspection des travaux		46	15	690	0.690
Protection civile		35	15	525	0.525
La Poste		34	15	510	0.510
Le tribunal		63	15	945	0.945
La DLEP		56	15	840	0.840
La DUC		62	15	930	0.930
La DAS		60	15	900	0.900
La MUNATEC		32	15	480	0.480
L'EDIED		25	15	375	0.375
La SNTA		122	15	1830	1.830
Equipements de loisirs					
Jardin publique	m ²	15000	4	60000	60
Salle de sport	vestiaire	01	10000	10000	10
Autres					
6 Terrains à aménager	unité	01	16000	16000	16
totale				203500	203.5

2.5.3. Récapitulation de La consommation moyenne journalière totale :

Les résultats de l'évaluation des besoins moyens journaliers de la zone des parcs à l'horizon 2021 sont représentés dans le tableau 2.5 ci-après:

Tableau 2.5 : Récapitulatif de la consommation moyenne journalière.

Désignation Des Besoins	Horizon 2031	
	Débit Moy. Jr (m ³ /j)	Debit Moy.Jr (l/s)
Besoins Domestiques	1953.6	22.61
Besoins Equipements	203.5	2.36
TOTAL	2157.1	24.97

2.6. Etude des variations de la consommation :

2.6.1. Etude de la variation journalière :

En fonction des jours, des semaines et des mois, la consommation en eau potable n'est pas constante, et sa variation présente des maximums et des minimums. Elle est caractérisée par des coefficients d'irrégularité maximum $K_{max,j,jr}$ et minimum $K_{min,j}$. [1]

2.6.1.1. La consommation maximale journalière ($Q_{max,j,j}$) :

C'est la consommation d'eau maximale du jour le plus chargé de l'année : il s'obtient par la relation suivante :

$$Q_{max,j} = K_{max,j} * Q_{moy,j}$$

Avec :

$Q_{moy,j}$: consommation moyenne journalière (m³/j)

$K_{max,j}$: coefficient d'irrégularité journalière maximum, $K_{max,j} = (1,1 \text{ et } 1,3)$.[1]

NB : pour notre étude on prend $K_{max,j} = 1,3$;

2.6.1.2. La Consommation minimale journalière ($Q_{min,j,j}$) :

C'est la consommation d'eau minimale du jour le moins chargé de l'année. Il s'obtient par la relation suivante :

$$Q_{min,j} = K_{min,j} * Q_{moy,j}$$

Avec :

$Q_{moy,j}$: consommation moyenne journalière (m³/j)

$K_{max,j}$: coefficient d'irrégularité journalière minimum , $K_{min,j}=(0,7-0,9)$

NB : pour notre étude on prend $K_{min,j}=0,7$.

2.6.1.3. Récapitulation des variations journalières de la consommation en eau potable :

Les consommations moyennes, minimales et maximales journalières sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 2.6: Récapitulatif des débits maximums et minimums journaliers.

Horizons	Q _{moy j}		K _{maxj}	Q _{max j}		K _{minj}	Q _{min j}	
	m ³ /j	l/s		m ³ /j	l/s		m ³ /j	l/s
2031	2157.1	24.97	1,3	2804.23	32.46	0,7	1509.97	19.58

2.6.2. Etude de la variation horaire :

Le débit moyen subit non seulement des variations journalières mais aussi des variations horaires. Pour calculer le débit correspondant à chaque heure nous utilisons l'annexe 2.1 qui montre le pourcentage horaire du débit maximum journalier.et cela en fonction du nombre d'habitants donc :

$$Q_h = (P\% * Q_{moy,j})/100.....en (m^3/h)$$

Avec :

Q_h = débit horaire nécessaire

P% = pourcentage horaire.

Les résultats sont représentés dans le Tableau 2.7 ci-après :

Tableau 2.7: Variations du débit horaire de la consommation en eau potable

Heures	Consommation totale $Q_{max,j} = 2804.23 m^3/j$		Consommation cumulée	
	%	m ³ /h	%	m ³ /h
0-1	1.5	42.06	1.5	42.06
1-2	1.5	42.06	3	84.13
2-3	1.5	42.06	4.5	126.19
3-4	1.5	42.06	6	168.25
4-5	2.5	70.11	8.5	238.36
5-6	3.5	98.15	12	336.51
6-7	4.5	126.19	16.5	462.70
7-8	5.5	154.23	22	616.93
8-9	6.25	175.26	28.25	792.19
9-10	6.25	175.26	34.5	967.46
10-11	6.25	175.26	40.75	1142.72
11-12	6.25	175.26	47	1317.99
12-13	05	140.21	52	1458.20
13-14	05	140.21	57	1598.41
14-15	5.5	154.23	62.5	1752.64
15-16	06	168.25	68.5	1920.90
16-17	06	168.25	74.5	2089.15
17-18	5.5	154.23	80	2243.38
18-19	05	140.21	85	2383.60
19-20	4.5	126.19	89.5	2509.79
20-21	04	112.17	93.5	2621.96
21-22	03	84.13	96.5	2706.08
22-23	02	56.08	98.5	2762.17
23-24	1.5	42.06	100	2804.23

NB : D'après le tableau 2.7 ci-dessus nous avons :

- Un débit de pointe $Q_{max,h} = 175.26 m^3/h$ entre 8h et midi.
- Un débit minimum $Q_{min,h} = 42.06 m^3/h$ entre 23h et 4h du matin.

2.7. Conclusion :

A travers ce chapitre, nous avons procédé d'une façon estimative et approchée les différentes catégories de consommateurs rencontrés dans notre agglomération ainsi que les besoins en eau potables qui leurs correspondent. Cette estimation trouve sa justification du fait que nous ne connaissons pas les habitudes de la population vue qu'elle est semi rurale. Nous avons ainsi déduit les différents débits variables dans le temps qui vont nous servir comme base de données pour le dimensionnement de notre système d'alimentation en eau potable appelé à garantir la consommation en eau potable de l'agglomération en question.

Chapitre 3

Dimensionnement et conception du réseau de distribution

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DU RESEAU DE DISTRIBUTION

3.1. Introduction :

Comme déjà cité au paravent notre agglomération reconnaît actuellement un réseau de distribution très vétuste et qui nécessite une rénovation à part entière. C'est pour cette raison que nous procéderons à travers ce chapitre au dimensionnement du nouveau réseau et à sa conception, afin d'acheminer l'eau aux usagers en quantité et qualité satisfaisantes.

3.2. Définition et aspect descriptif:

Le réseau de distribution est un système de conduites connectées entre elles. Cet enchaînement de conduites permet l'arrivée de l'eau vers les consommateurs, et cela à travers des branchements pratiqués sur ce dernier. Les réseaux de distribution sont constitués par :

3.2.1. Les conduites :

Une conduite est un tronçon de tuyau permettant l'acheminement de l'eau d'un point à un autre point du réseau. Chaque conduite est caractérisée par :

- Une longueur donnée L .
- Un diamètre D .
- Un coefficient de rugosité ε traduisant la perte de charge
- Un sens d'écoulement.
- Un état : ouvert, fermé.

3.2.2. Les nœuds :

Les nœuds représentent les points de jonction entre les conduites. Ils correspondent à des points d'entrée ou de sortie de débits d'eau. Il existe deux catégories de nœuds :

- **Les nœuds à débit fixe :** Ces nœuds se caractérisent par une cote au sol connue et un débit connu (demande), l'inconnue est la pression au nœud qui doit être calculée.
- **Les nœuds à charge fixe :** ce sont des nœuds où la charge est fixée ou dont la cote piézométrique est connue. Pour ces nœuds le débit doit être calculé.

3.3. Topologie du réseau :

La topologie du réseau est la représentation schématique des différents nœuds d'un réseau et de leurs liaisons physiques (conduites). La disposition des nœuds et des conduites dépend de la localisation des abonnés, présence de routes, obstacles naturels, présence d'autres réseaux. En terme de topologie, nous distinguons :

3.3.1. Les réseaux ramifiés :

Ce type de réseau se présente selon une structure arborescente à partir du nœud à charge fixée assurant la mise sous pression. Cette configuration est justifiée par la dispersion des abonnés.

Cependant, ce type de topologie réduit la fiabilité du réseau dans le cas d'une rupture d'une conduite, privant en eau les utilisateurs en aval du point de rupture. Elle caractérise généralement les réseaux de distribution d'eau en milieu rural.

3.3.2. Les réseaux maillés :

Ce type de réseau est constitué d'une série de tronçons disposés de telle manière à décrire des boucles fermées. Cette configuration caractérise les réseaux de distribution d'eau en milieu urbain où il existe une concentration des abonnés.

Contrairement aux réseaux ramifiés, la présence de boucles ou de mailles dans les réseaux maillés réduisent les risques de coupure en cas de rupture de conduites, car ils assurent une distribution en retour en cas d'avarie.

Dans la réalité les deux configurations coexistent dans un même réseau. En milieu rural, le réseau sera formé par plus de ramifications, alors qu'en milieu urbain on constatera plus de mailles.

3.3.3. Réseau étagé :

Si la topographie du territoire desservi accuse de trop fortes dénivellations, on provoque de fortes pressions aux points les plus bas dans le cas d'une distribution à partir d'un réservoir et, par conséquent les normes de pressions ne seront pas respectées.

En effet, on doit réduire la pression en installant des réservoirs intermédiaires, alimentés par le premier. Ces réservoirs permettent de créer diverses zones indépendantes les unes des autres en ce qui concerne le niveau de la pression.

NB : Dans le but d'une étude purement technico-économique, pour meilleure exploitation de l'infrastructure et pour une distribution raisonnable de l'eau, nous avons opté pour un réseau combiné contenant plus de mailles que de ramification.

3.4. Conception du réseau :

3.4.1. Principe du tracé du réseau :

Le tracé se fait comme suit :

- Tout d'abord, il faut repérer les consommateurs importants.
- repérer les quartiers ayant une densité de population importante ;
- déterminer l'itinéraire (sens) principal pour assurer la distribution à ces consommateurs
- suivant ce sens, tracer les conduites principales en parallèle ;
- Ces conduites principales doivent être bien réparties pour avoir une bonne distribution d'eau.
- Pour alimenter l'intérieur des quartiers, les conduites principales sont reliées entre elles par des conduites secondaires pour former des boucles (mailles).

3.4.2. Choix du type de matériau :

Les conduites constituant l'élément principal du réseau, leur choix doit répondre à deux types d'exigences :

- **Exigences techniques :**

- Résistance aux attaques chimiques, aux pressions et à la résistance des charges mobiles ;
- Adaptation aux terrains de pose ;
- Bonne étanchéité ;
- Facilité d'entretien et mise en service.

- **Exigences économiques :**

- le prix de la fourniture et du transport ;
- la disponibilité sur le marché local.

Les différents types de conduites qui peuvent être utilisées sont :

- Métalliques : fonte (grise ou ductile), acier.
- à base de ciment : béton armé, amiante ciment.
- En matière thermoplastiques : chlorure de polyvinyle (PVC), polyéthylène (PEHD, PEMD et PEBD).

3.4.2.1. Les conduites métalliques :

a. Conduites en acier

L'acier est un constituant de fer combiné au carbone, le pourcentage de carbone est compris entre 0,1 % et 1,5 % .L'acier utilisé dans la fabrication des tubes et raccords est de l'acier doux, soudable.

Ces tuyaux peuvent être obtenus, soit par laminage à chaud sous soudure, à partir d'un bloc de métal transformé peu à peu par plusieurs laminages (jusqu'au diamètre 400 mm), soit à partir de tôles mises en forme à la machine et soudées longitudinalement à l'arc électrique (du diamètre 350 mm et au dessus), soit encore à partir de bandes enroulées en hélices et soudées sur le bord à l'arc électrique (du diamètre 150 mm jusqu'au diamètre 600 mm).

La pression de service dans ces tuyaux peut atteindre :

- 60 bars pour les diamètres compris entre 40 et 150mm.
- 50 bars pour les diamètres compris entre 180 et 270mm.
- 40 bars pour les diamètres compris entre 300 et 400mm. [2].

• Les avantages des canalisations en acier :

- ils n'ont pas besoin comme les tuyaux en fonte de posséder des pièces spéciales (joints présentant une certaine élasticité).
- ils sont soudables.
- ils présentent une bonne étanchéité.
- ils peuvent supporter des pressions élevées.
- ils sont disponibles sur le marché.
- ils sont plus légers que les tuyaux en fonte, d'où l'économie sur le transport, mais ils sont plus lourds que les tuyaux en matières plastiques.
- par leur élasticité, ils s'adaptent aux reliefs plus ou moins accidentés.
- La longueur courante de ces tuyaux varie entre 6 à 16 mètre suivant les diamètres.

• Les inconvénients des tuyaux en acier :

- la sensibilité à la corrosion qui exige une protection extérieure et intérieure.
- la faible durée de vie estimée à 20 ans.

b. Les conduites en fonte ductile :

La fonte est un alliage de fer et de carbone, dont la proportion varie entre 2,2 à 4 %. La fonte ductile est obtenue en additionnant, au moment de la coulée, une très faible quantité de magnésium dont la présence au sein de la fonte, provoque la cristallisation de graphite sous une forme sphéroïdale au lieu de cristaux aplatis comme dans la fonte ordinaire.

[3]

• Les avantages des canalisations en fonte ductile :

- Résistance aux pressions élevées ;
- La fonte permet de supporter des pressions de service atteignant 50 bars pour les tuyaux ne dépassent 600mm de diamètre, et 40 bars pour les tuyaux de diamètre supérieur.
- Les longueurs courantes de ces tuyaux sont 6m pour les petits et moyens diamètres (jusqu'à 800mm) et 7m à 8,25 à partir de 800mm de diamètre.
- Très rigide et solide.
- Bonne résistance aux forces intérieures.

• Les inconvénients des canalisations en fonte ductile :

- la sensibilité à la surcharge et aux mouvements du sous sol qui provoquent le déboîtement des conduites.
- la fragilité.
- la non disponibilité sur le marché.
- la nécessité de pièces spéciales car les conduites sont généralement assemblées par raccords à emboîtement et à brides. Ces derniers sont réalisés au moyen de joints en plomb, de bague en caoutchouc ou de préparations spéciales.
- Lourds et très chères.
- Grande sensibilité à la corrosion.



Figure 3.1 : Corrosion des conduites métallique

3.4.2.2. Les conduites à base de ciment :

a. Tuyaux en amiante-ciment :

Des tuyaux constitués de ciment Portland de haute qualité, d'amiante (minérale cristallisé d'origine magmatique) et d'eau. Ces tuyaux sont reliés à l'aide d'un manchon coulissant, des raccords en amiante-ciment mobile aux deux extrémités également des raccords résistants à la traction. Lorsque les tuyaux en amiante-ciment sont exposés à une corrosion extérieure, il faut les protéger avec un enduit, selon les prescriptions du fournisseur. Comme l'amiante est un matériau cancérigène, nous observons une réserve concernant ce type de tuyaux.

b. Tuyaux en béton :

Tuyaux précontraints avec raccords spéciaux selon les prescriptions, des bagues sont utilisées d'étanchéité de section circulaire. Lors de l'introduction du tuyau dans le manchon, le centrage doit faire l'objet d'une attention particulière (socles en béton, dispositifs de guidage sont recommandés).

Lors de remblayage, Il faut éviter à tout prix un tassement inégal pour des tuyaux qui se suivent. Il est recommandé, immédiatement après l'essai d'étanchéité des raccords, de caler avec du béton les tuyaux assemblés.

3.4.2.3. Les conduites en plastiques (thermoplastiques) :

La matière plastique est un nom collectif qui désigne un groupe de matières composées de gigantesques molécules que l'on appelle des macromoléculaires, obtenues par

voie synthétique et qui ont été transformées plastiquement au cours d'une ou plusieurs phases de leurs compositions

Les conduites d'eau potable en matières thermoplastiques sont principalement réalisées :

- En chlorure de polyvinyle dur (PVC dur) ;
- En polyéthylène dur ou souple (PE dur, PE souple).

a. Les tuyaux en PVC (chlorure de polyvinyle) :

Le PVC est un dérivé de l'éthylène. Le monomère est le chlorure de vinyle de formule : CH_2CHCl . Le PVC est une poudre blanche, le point de fusion se situe à 150°C et le produit se ramollit à 75°C ,

• Les avantages des tuyaux en PVC :

- Les tubes en PVC sont 5 à 8 fois plus légers que les tubes traditionnels (acier fonte) ;
- La finition des surfaces internes des tubes (lisses) réduit considérablement les pertes de charges comparativement à d'autres matériaux.
- Une faible rugosité qui se maintient au long des années.
- Une bonne résistance chimique à la solution saline, acide et solution oxydable.
- Le PVC ne subit ni entartrage ni corrosion grâce à son inertie chimique.
- Pose de canalisation facile.
- Les tuyaux ont une longueur de 4 à 6m.

• Les inconvénients des tuyaux en PVC :

- le risque de rupture.
- Une pression nominale inférieure à 20 m.
- Ils sont rigides.

b. Les tuyaux en polyéthylène (PE) :

Le polyéthylène est issu des hydrocarbures, il résulte de l'association de nombreuses molécules simples (Éthylène) selon une réaction de polymérisation, qui a lieu dans un réacteur chimique sous une pression et une température donnée, en présence de

catalyseurs et donnent ainsi naissance à des mélanges solides : résines de base appelées polymères. (Figure)

On distingue deux familles :

- Polyéthylène basse densité (PEBD) : $0,915\text{g/cm}^3 < d < 0,930\text{g/cm}^3$;
- Polyéthylène haute densité (PEHD) : $0,945\text{g/cm}^3 < d < 0,960\text{g/cm}^3$.

Les points de fusion pour les deux se situent respectivement à 115°C et 130°C

• Les avantages des tuyaux en polyéthylène :

- le PEHD résiste pratiquement à tous les liquides corrosifs tels que les solutions salines, les acides, les bases,...etc. Les tubes PEHD ont un excellent comportement en véhiculant des eaux très agressives et très chargées ;
- l'élasticité et la flexibilité des tubes leur permettent d'absorber les affaissements de terrains éventuels dus à des mouvements du sous-sol, de supporter d'importantes surcharges inhérentes à la circulation routière, et de diminuer les effets provoqués par des ruptures accidentelles ;
- l'excellente finition des surfaces internes des tubes (PEHD) permet de les définir comme étant « Hydrauliquement lisses » ; une telle caractéristique réduit considérablement les pertes de charge des conduites (PEHD), par rapport aux conduites conçues avec d'autres matériaux ;
- Ils sont faciles à poser, avec la possibilité d'enroulement pour les petits diamètres ;
- Ces tubes sont facilement manipulés et transportés grâce à leur légèreté ; Les tubes sont environ 4 fois plus légers que les tubes fabriqués avec des matériaux traditionnels ;
- Ils répondent parfaitement aux normes de potabilité ;
- Ils sont peu onéreux ;
- Tous les appareils tels que les vannes, les ventouses et les pompes, se montent facilement sur les tubes en PEHD, grâce à des systèmes adéquats.
- Fiable au niveau des branchements, pas de fuites ;
- Se raccorde facilement aux réseaux existants (fonte, acier...etc.) ;
- Durée de vie théorique de 50 ans ;
- Résiste à l'entartrage et à la corrosion ;

- La longueur courante de ce type de conduites est : des tubes de 6 et 12 mètres pour les diamètres de 110 à 400 mm et des rouleaux de 50,100 et 200 mètres Du diamètre 20 à 90 mm [4].

• Les inconvénients des tuyaux en polyéthylène :

Toutefois, malgré les avantages cités, les tuyaux en PEHD résistent peu aux hautes pressions (pression nominales maximale 30 bars).

NB : Suite aux inconvénients que présentent les matériaux métalliques et à base de ciment :

- L'acier:
 - Sa grande sensibilité à la corrosion ;
 - Une durée de vie moyennement de 20 ans.
- La fonte :
 - Faible résistance aux surcharges et aux mouvements des sous sol qui provoquent le déboîtement des tuyaux.
- l'aiment ciment :
 - Effet cancérogènes.
- le béton :
 - l'électrolyse.

Nous avons opté pour des canalisations en matériaux plastiques, et puisque le PEHD, présente plus d'avantages que le PVC (résiste mieux aux remblais et aux fortes pressions) nous l'avons choisi pour notre réseau.

3.5. Présentation du logiciel de calcul :

Dans le domaine de l'AEP, les logiciels les plus utilisés dans notre pays sont : LOOP et PORTEAU. Au cours de ces dernières années, les possibilités nouvelles offertes par les ordinateurs, ont permis l'apparition de nouveaux logiciels plus performants et offrant une meilleure gestion des réseaux de distribution. Parmi ces logiciels : EPANET, WaterSAFE, WaterGEMS, StromCAD, WaterCAD...etc. Pour notre étude nous allons utiliser WaterCAD

3.5.1. Ce qu'est Water CAD ?

WaterCAD est un logiciel de simulation du comportement hydraulique (calcul hydraulique d'un réseau d'adduction ou de distribution d'eau potable) et qualitatif de l'eau de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression. Watercad pour objectif une

meilleure compréhension de l'écoulement et de l'usage de l'eau dans les systèmes de distribution. Il peut être utilisé pour différents types d'application dans l'analyse des systèmes de distribution. En voici quelques exemples : définition d'un programme de prélèvement d'échantillons, calage d'un modèle hydraulique, simulation du chlore résiduel, et estimation de l'exposition de la population à une substance.

3.5.2. Avantages :

1. le réseau étant sous Watercad, il suffit d'un double clique sur n'importe quel élément du réseau (réservoir, nœud, tronçon, pompe, vanne...etc.) pour vous donner les informations le concernant ;

2. il permet de faire entrer le graphique de consommation, par conséquent, il offre la possibilité d'analyser le réseau à n'importe qu'elle heure de la journée ;

3. il permet à l'utilisateur d'isoler une partie du réseau en vue de l'étudier séparément du reste et de tirer des conclusions ;

4. Il permet de créer dans un seul fichier, plusieurs scénarios (cas de pointe, cas de pointe plus incendie,...etc.) ;

5. Amélioration de la représentation graphique. Aux graphes d'évolution et aux courbes de niveau disponibles, s'ajoute la possibilité d'afficher des profils longitudinaux de tuyaux ;

6. Calcul de la consommation d'énergie pour les pompes et du coût de l'énergie en ayant rentré les courbes de rendement de chaque pompe et les prix de l'énergie aux différents moments de la journée ou des valeurs par défaut. L'application génère un rapport détaillé sur la consommation énergétique de toute la période de simulation.

7. WaterCAD fournit un environnement intégré pour l'édition de données de réseau, pour l'exécution de simulations hydrauliques et de simulations qualité, et pour l'affichage des résultats sous plusieurs formats (des cartes avec des codes couleurs, des tableaux et des graphiques.

3.5.3. Capacités pour la Modélisation Hydraulique :

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

1. La taille du réseau étudié est illimitée.
- 2 Il inclut les pertes de charge singulières aux coudes, aux tés,...etc.
3. Il peut modéliser des pompes à vitesse fixe ou variable

4. Il peut calculer l'énergie consommée par une pompe et son coût
5. Il peut modéliser différents types de vannes, comme des clapets anti retour, des vannes de contrôle de pression ou débit, des vannes d'arrêt, etc.
6. Les réservoirs peuvent avoir des formes variées (le diamètre peut varier avec la hauteur).
7. Il peut y avoir différentes catégories de demandes aux nœuds chacune avec une caractéristique propre.
- 8 Il peut modéliser des consommations dépendantes de la pression (buses par exemple).
9. Le fonctionnement de station de pompage peut être piloté par des commandes simples, (heures de marche/arrêt en fonction du niveau d'un réservoir). .
10. Pour calculer les pertes de charge dues à la friction, il dispose des formules de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, et Chezy-Manning.

NB : Dans le cadre du mémoire, nous utilisons pour le calcul des pertes de charge linéaires dans les conduites, la formule empirique de Hazen-Williams représentée ci-après :

$$H_L = (10.674 * L * Q^{1.852}) / (C^{1.852} * D^{4.871})$$

Où :

H_L : perte de charge linéaire, en mètre

Q : débit en m^3/s

L : longueur de la conduite en mètre.

D : diamètre de la conduite en mètre.

C : coefficient de rugosité de Hazen-Williams (dans notre cas il est pris= 160).

3.6. Calcul hydraulique du réseau :

Le calcul hydraulique du réseau projeté, se fera pour deux cas de pointe et de pointe plus incendie.

3.6.1. Détermination des débits du réseau:

3.6.1.1. Débit en route :

Il est défini comme étant le débit réparti uniformément le long d'un tronçon du réseau, il est donné par la formule suivante :

$$\sum Q_r = Q_{\text{cons}} - \sum Q_{\text{conc}} \dots \dots \dots \text{en [l/s]}$$

Avec :

$\sum Q_r$: débit route global.

Q_{cons} : débit de consommation.

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

3.6.1.2. Débit spécifique :

Le débit spécifique est défini comme étant le rapport entre le débit route et la somme des longueurs de tous les tronçons assurant le service en route.

$$Q_{spi} = \sum Q_r / \sum L_i \dots \dots \dots \text{en} [l/s / m]$$

Avec :

Q_{spi} = débit spécifique (l/s/m)

$\sum L_i$ = somme des longueurs des tronçons du réseau en mètre (m).

Les résultats donnés par les deux formules précédentes sont récapitulés dans le tableau 3.1 ci-après :

Tableau 3.1 : Récapitulatif des débits de calcul (cas de pointe).

Heures de pointe	Q_{cons}		Q_{conc} (l/s)	Q_{route} (l/s)	$\sum L_i$ (m)	Q_{spi} (l/s/m)
	m^3/h	(l/s)				
		175.26	48.68	0	48.68	5295.68

3.6.1.3. Les débits aux nœuds (nodaux) :

Le débit au nœud est celui qui est concentré à chaque point de jonction des conduites du réseau, il doit être déterminé à partir de la relation suivante :

$$Q_{n,i} = 0.5 \sum Q_{ri-k} + \sum Q_{conc} \dots \dots \dots \text{en} [l/s]$$

Avec :

$Q_{n,i}$: débit au nœud i (l/s)

$\sum Q_{ri-k}$: somme des débits en route des tronçons reliés au nœud i (l/s)

$\sum Q_{conc}$: somme des débits concentrés au nœud (l/s) qui sont nuls.

a. cas de pointe :

Tableau 3.2 : Calcul des débits aux nœuds (cas de pointe)

Nœuds	Tronçon	Longueur (m)	Qspec (l/s/m)	Qrout (l/s)	Qnoeud (l/s)
1	1-2	38,59	0,0091	0,35	0,17
2	2-1	38,59	0,0091	0,35	2,22
	2-3	137,58	0,0091	1,26	
	2-11	270,87	0,0091	2,48	
3	3-2	137,58	0,0091	1,26	1,94
	3-4	286,44	0,0091	2,63	
4	4-3	286,44	0,0091	2,63	3,42
	4-5	121,46	0,0091	1,11	
	4-7	339,09	0,0091	3,11	
5	5-4	121,46	0,0091	1,11	1,33
	5-11	83,03	0,0091	0,76	
	5-16	86,27	0,0091	0,79	
6	6-7	119,61	0,0091	1,09	2,28
	6-8	110,03	0,0091	1,01	
	6-16	267,21	0,0091	2,45	
7	7-4	339,09	0,0091	3,11	2,1
	7-6	119,61	0,0091	1,09	
8	8-6	110,03	0,0091	1,01	2,11
	8-12	228,47	0,0091	2,10	
	8-17	121,15	0,0091	1,11	
9	9-12	159,36	0,0091	1,46	4,55
	9-14	337,9	0,0091	3,10	
	9-18	493,41	0,0091	4,53	1,49
10	10-11	54,49	0,0091	0,50	
	10-14	271,22	0,0091	2,49	
11	11-2	270,87	0,0091	2,48	1,87
	11-5	83,03	0,0091	0,76	
	11-10	54,49	0,0091	0,50	

Suite du tableau 3.2 :

Nœuds	Tronçon	Longueur (m)	Qspec (l/s/m)	Qrout (l/s)	Qnoeud (l/s)
12	12-8	228,47	0,0091	2,10	4,64
	12-9	159,36	0,0091	1,46	
	12-13	284,33	0,0091	2,61	
	12-19	341,07	0,0091	3,12	
13	13-12	284,33	0,0091	2,61	1,96
	13-14	69,54	0,0091	0,63	
	13-15	74,4	0,0091	0,68	
14	14-9	337,9	0,0091	3,10	3,11
	14-10	271,22	0,0091	2,49	
	14-13	69,54	0,0091	0,63	
15	15-13	74,4	0,0091	0,68	0,87
	15-16	115,59	0,0091	1,06	
16	16-5	86,27	0,0091	0,79	2,15
	16-6	267,21	0,0091	2,45	
	16-15	115,59	0,0091	1,06	
17	17-8	121,15	0,0091	1,11	1,59
	17-22	148,89	0,0091	1,36	
	17-26	77,4	0,0091	0,71	
18	18-9	493,41	0,0091	4,53	2,85
	18-24	128,57	0,0091	1,18	
19	19-12	341,07	0,0091	3,12	2,60
	19-22	143,27	0,0091	1,31	
	19-24	84,56	0,0091	0,77	
22	22-17	148,89	0,0091	1,36	2,08
	22-19	143,27	0,0091	1,31	
	22-23	162,12	0,0091	1,49	
23	23-22	162,12	0,0091	1,49	0,74

Suite du tableau 3.2 :

Nœuds	Tronçon	Longueur (m)	Qspec (l/s/m)	Qrout (l/s)	Qnoeud (l/s)
24	24-18	128,57	0,0091	1,18	1,62
	24-19	84,56	0,0091	0,77	
	24-25	139,7	0,0091	1,28	
25	25-24	139,7	0,0091	1,28	0,64
26	26-17	77,4	0,0091	0,71	0,35

b. cas de pointe plus incendie :

Ce cas est homologue au cas de pointe mais seulement, mise à part le nœud 2 considéré comme le plus défavorable où l'on doit assurer un débit supplémentaire d'incendie (17l/s).

3.6.2. Répartition arbitraire des débits :

Il suffit d'injecter la longueur, le coefficient de rugosité des conduites, le débit et la cote du terrain naturel de chaque nœud, pour obtenir la répartition arbitraire des débits.

La répartition arbitraire des débits est faite selon les principes de la méthode de HARDY CROSS qui repose sur les deux lois suivantes :

1^{ère} loi : pour le même nœud la somme des débits entrants est égale à celle des débits sortants (équation de la continuité $\sum Q=0$).

2^{ème} loi : la somme algébrique des pertes de charge dans la même maille est nulle ($\sum H_L=0$).

Connaissant le débit arbitraire, nous pourrions déduire les diamètres de chaque tronçon du réseau à travers l'abaque (voir annexe 3.1).

3.6.3. Calcul des paramètres hydrauliques :

Après avoir introduit les diamètres avantageux dans Watercad, nous avons eu les résultats des deux cas (pointe et pointe plus incendie) représentés respectivement dans les tableaux (3.3 - 3.5) et (3.4 - 3.6) ci-après :

3.6.3.1. Cas de pointe :

Tableau 3.3 : Caractéristiques hydrauliques et géométriques des tronçons (cas de pointe)

tronçon	Nœud de départ	Nœud d'arrivée	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Matériel	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)	Gradient (m/m)
P-1	1	2	38,59	250	PEHD	48,68	0,99	0,003
P-2	2	3	137,58	160		12,47	0,62	0,002
P-3	3	4	286,44	125		10,53	0,86	0,005
P-4	4	5	121,46	75		-1,57	0,35	0,002
P-5	6	7	119,61	100		-6,57	0,84	0,006
P-6	7	4	339,09	100		-8,67	0,91	0,006
P-7	6	8	110,03	125		10,82	0,88	0,005
P-8	5	11	83,03	160		-17,14	0,85	0,004
P-9	11	2	270,87	200		-33,82	1,08	0,004
P-10	10	11	54,49	160		-14,81	0,74	0,003
P-11	8	12	228,47	90		1,69	0,38	0,002
P-12	12	9	159,36	63		-0,64	0,2	0,001
P-13	8	17	121,15	110		7,02	0,74	0,004
P-14	18	9	493,41	90		-3,36	0,53	0,003
P-15	17	26	77,4	63		0,35	0,11	0,0006
P-16	17	22	148,89	90		5,08	0,8	0,006
P-17	22	23	162,12	63		0,74	0,24	0,001
P-18	22	19	143,27	90		2,26	0,36	0,001
P-19	19	20	89,49	75		-2,09	0,47	0,003
P-20	20	21	111,43	75		-2,09	0,47	0,003
P-21	19	24	84,56	75		1,75	0,4	0,002
P-22	24	18	128,57	63		-0,51	0,16	0,0008
P-23	24	25	139,7	63		0,64	0,21	0,001
P-24	21	12	140,15	75		-2,09	0,47	0,004
P-25	9	14	337,9	110		-8,54	0,9	0,006
P-26	14	10	271,22	125		-13,32	1,09	0,007
P-27	13	15	74,4	90		-4,7	0,74	0,005
P-28	14	13	69,54	75		1,66	0,38	0,003
P-29	13	12	284,33	90		4,41	0,69	0,007
P-30	5	16	86,27	140		14,25	0,93	0,005
P-31	16	6	267,27	90		6,52	1,03	0,01
P-32	15	16	115,59	90		-5,57	0,88	0,011

3.6.3.2. Cas de pointe plus incendie :

Tableau 3.4 : Caractéristiques hydrauliques et géométriques des tronçons (cas de pointe plus incendie)

tronçon	Nœud de départ	Nœud d'arrivée	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Matériel	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)	Gradient (m/m)
P-1	1	2	38,59	250	PEHD	65,68	1,34	0,005
P-2	2	3	137,58	160		12,17	0,61	0,002
P-3	3	4	286,44	125		10,23	0,83	0,005
P-4	4	5	121,46	75		-1,07	0,24	0,001
P-5	6	7	119,61	100		-5,78	0,74	0,005
P-6	7	4	339,09	100		-7,88	1	0,008
P-7	6	8	110,03	125		10,55	0,86	0,005
P-8	5	11	83,03	160		-17,24	0,86	0,004
P-9	11	2	270,87	200		-34,12	1,09	0,004
P-10	10	11	54,49	160		-15,01	0,75	0,003
P-11	8	12	228,47	90		1,66	0,26	0,001
P-12	12	9	159,36	63		-0,69	0,22	0,001
P-13	8	17	121,15	110		6,79	0,71	0,004
P-14	18	9	493,41	90		-3,47	0,55	0,003
P-15	17	26	77,4	63		0,35	0,11	0,0006
P-16	17	22	148,89	90		4,85	0,76	0,006
P-17	22	23	162,12	63		0,74	0,24	0,001
P-18	22	19	143,27	90		2,03	0,32	0,001
P-19	19	20	89,49	75		-2,21	0,5	0,003
P-20	20	21	111,43	75		-2,21	0,5	0,003
P-21	19	24	84,56	75		1,64	0,37	0,002
P-22	24	18	128,57	63		-0,62	0,2	0,001
P-23	24	25	139,7	63		0,64	0,21	0,001
P-24	21	12	140,15	75		-2,21	0,5	0,005
P-25	9	14	337,9	110		-8,71	0,92	0,006
P-26	14	10	271,22	125		-13,52	1,1	0,008
P-27	13	15	74,4	90		-4,76	0,75	0,005
P-28	14	13	69,54	75		1,7	0,39	0,003
P-29	13	12	284,33	90		4,51	0,71	0,007
P-30	5	16	86,27	140		14,84	0,96	0,005
P-31	16	6	267,27	90		7,06	1,11	0,011
P-32	15	16	115,59	90		-5,63	0,89	0,011

3.6.4. Calcul des pressions de service du réseau (au sol) :

3.6.4.1. Cas de pointe :

Tableau 3.5 : Caractéristiques hydrauliques et géométriques des nœuds (cas de pointe)

Nœuds	Demande (L/s)	Côte (m)	côte piézométrique (m)	Pression(m)
1	0,17	557,16	584,38	27,22
2	2,22	554,69	584,27	29,5
3	1,94	547,92	584	36
4	3,42	543,74	582,62	38,8
5	1,33	546,09	582,83	36,7
6	2,28	541,6	579,78	38,1
7	2,1	541,76	580,5	38,7
8	2,11	535,13	579,23	44
9	4,55	532,51	578,9	46,3
10	1,49	547,31	582,98	35,6
11	1,87	547,47	583,12	35,6
12	4,64	536,25	578,78	42,4
13	1,96	540,66	580,76	40
14	3,11	540,63	580,96	40,2
15	0,87	543,66	581,16	37,4
16	2,15	543,79	582,41	38,5
17	1,59	527,58	578,71	51
18	2,85	523,08	577,48	54,3
19	2,6	526,31	577,6	51,2
22	2,08	525,24	577,79	52,4
23	0,74	530,14	577,63	47,4
24	1,62	522,3	577,42	55
25	0,64	519	577,31	58,2
26	0,35	527,46	578,7	51,1

3.6.4.2. Cas de pointe incendie :

Tableau 3.6 : Caractéristiques hydrauliques et géométriques des nœuds (cas de pointe plus incendie)

Nœuds	Demande (L/s)	Côte (m)	côte piézométrique (m)	Pression(m)
1	0,17	557,16	584,38	27,22
2	19,22	554,69	584,19	29,4
3	1,94	547,92	583,93	35,9
4	3,42	543,74	582,63	38,8
5	1,33	546,09	582,73	36,6
6	2,28	541,6	579,24	37,6
7	2,1	541,76	579,8	38
8	2,11	535,13	578,71	43,5
9	4,55	532,51	578,67	46,1
10	1,49	547,31	582,87	35,5
11	1,87	547,47	583,03	35,5
12	4,64	536,25	578,53	42,2
13	1,96	540,66	580,6	39,9
14	3,11	540,63	580,8	40,1
15	0,87	543,66	581	37,3
16	2,15	543,79	582,28	38,4
17	1,59	527,58	578,22	50,5
18	2,85	523,08	577,16	54
19	2,6	526,31	577,22	50,8
22	2,08	525,24	577,38	52
23	0,74	530,14	577,22	47
24	1,62	522,3	577,06	54,7
25	0,64	519	576,96	57,8
26	0,35	527,46	578,2	50,6

Les caractéristiques hydrauliques et géométriques pour les deux cas sont représentées dans les figures 3.2et 3.3 ci-après :

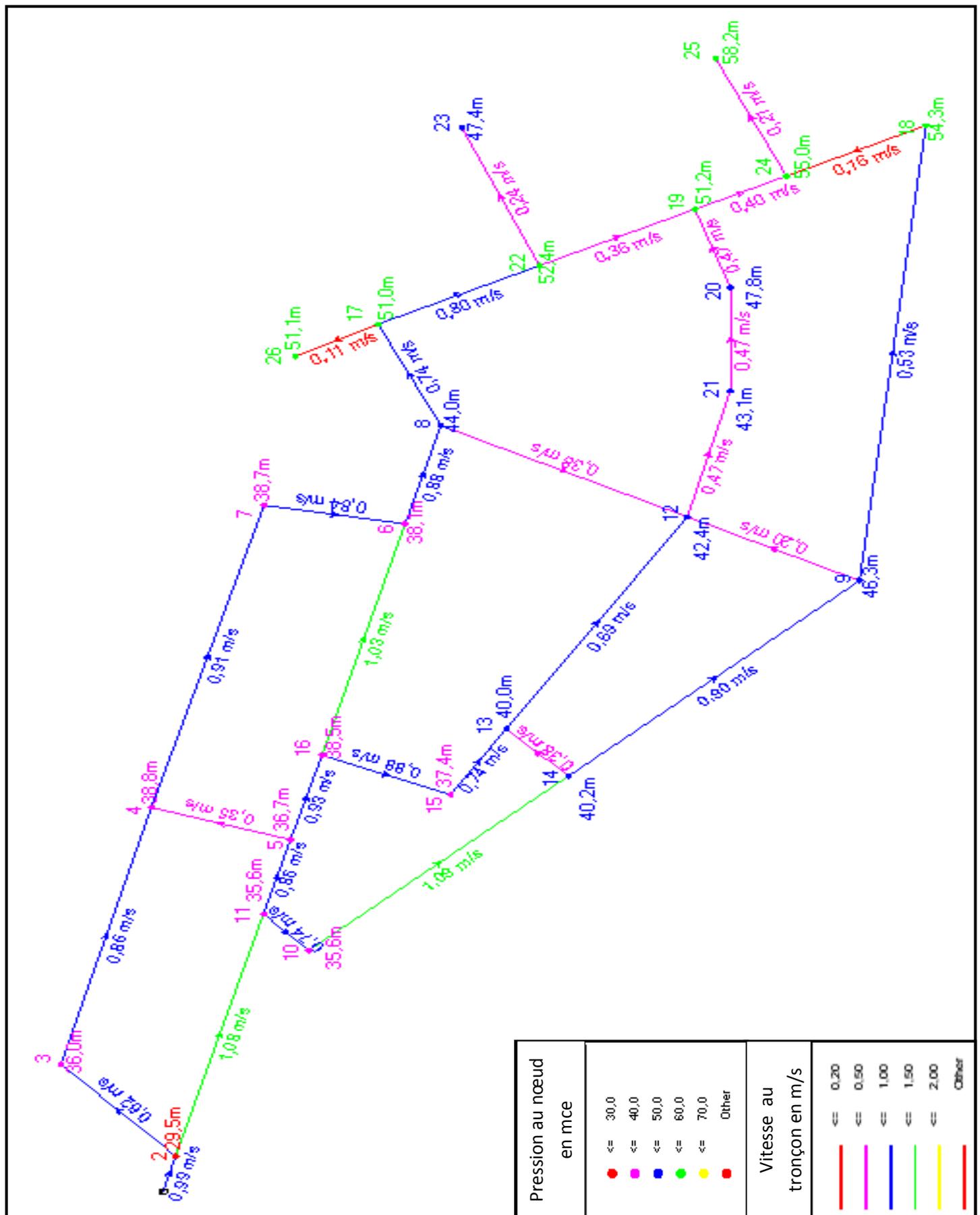


Figure 3.2: Vitesse et pression pour le cas de pointe

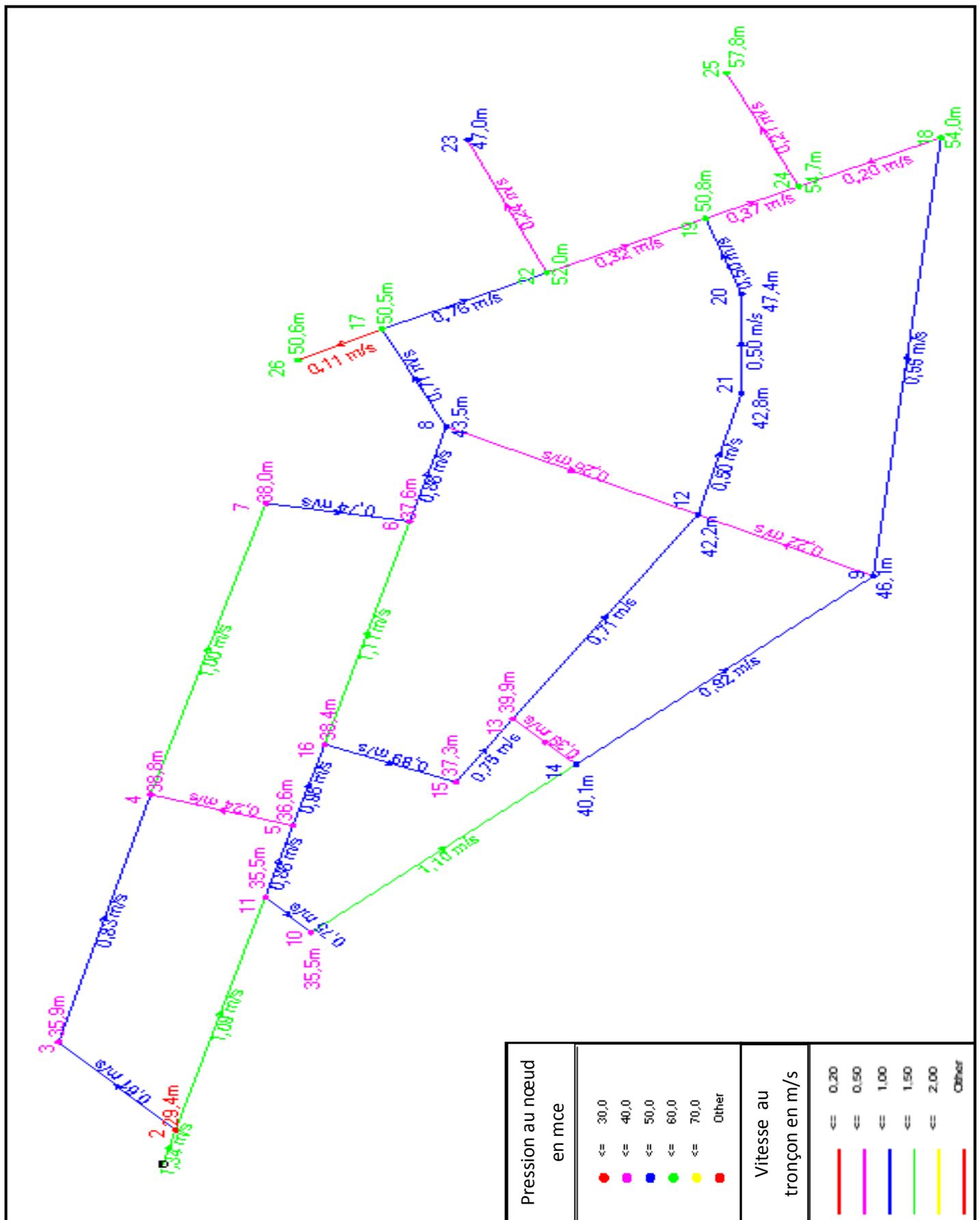


Figure 3.3: Vitesse et pression pour le cas de pointe+incendie

3.6.5. Interprétation des résultats :

3.6.5.1. Cas de pointe :

- **Les vitesses :** Des vitesses faibles (inférieure à 0,50 m/s) ont été recensées pour quelques tronçons, et ceci peut conduire à la formation des dépôts de nature minérale à l'intérieure de ces derniers. Mais ce problème ne peut être évité, dans tous les cas nous nous trouvons dans l'obligation de cibler des pressions au sol en relation avec le niveau de construction au détriment des vitesses. Tout ce qu'on peut faire c'est de recommander des curages périodiques et systématiques des conduites et ceci par l'ouverture, soit des vannes de vidanges, soit des poteaux d'incendie.

- **Les pressions :** Des pressions au sol qui ne dépassent pas les 60 m sur nœuds de notre réseau sont acceptables pour cela des manœuvres de fermeture partielles de vanne sur les conduites ne seront pas nécessaires de même pour les réducteurs de pressions automatiques seront inutile.

3.6.5.2. Cas de pointe plus incendie :

- **Les vitesses :** Dans notre cas le point le plus défavorable (le nœud 2) se situé en tête du réseau chose qui est rare, et cela parce que il procède relativement une cote de terrain naturelle très élevée. C'est pour cette raison toutes les vitesses sont similaires à celles trouvées dans le cas de pointe, sauf celles du tronçon P-1 reliant le point de piquage au point défavorable (noeud2), là où la vitesse a augmenté pour atteindre 1.34m/s (une vitesse qui répond toujours aux recommandations).

- **Les pressions :** Nous remarquons que les pressions dans ce cas sont légèrement faibles par rapport au sas de pointe (les même observations). En effet, la condition d'incendie se trouve satisfaite largement avec une pression de service égale à 29.4m de colonne d'eau et une vitesse équivalente à 1,34 m/s.

Conclusion :

A travers ce chapitre nous avons dimensionné notre réseau en utilisant le logiciel watercad. Il a été obtenu des vitesses et des pressions conformes aux normes. Ces résultats trouvés nous permettent de satisfaire la demande sans avoir des problèmes de fonctionnement du réseau. Ces résultats nous permettent aussi de déduire que les conditions de pression et de débit fourni par l'adduction au point de piquage sont tres favorable.

Chapitre 4

Accessoires du réseau de distribution

- Chapitre 4 -

ACCESOIRES DU RESEAU DE DISTRIBUTION

4.1. Introduction :

Dans ce chapitre, nous allons présenter quelques accessoires complétant l'ossature et la conception d'un nouveau réseau de distribution projeté pour l'agglomération. Un réseau sans accessoires ne pourra jamais fonctionner à son bon rendement maximum notamment quand il est vétuste. C'est dans ce sens que les pièces et les appareils accessoires sont nécessairement utiles notamment pour mieux gérer un système d'alimentation en eau potable en général.

4.2. Rôle des accessoires:

Les organes et les accessoires jouent un rôle prépondérant dans le bon fonctionnement du réseau, ils sont installés pour :

- Assurer un bon écoulement d'eau.
- Protéger les canalisations.
- Changer la direction des conduites.
- Raccordement des conduites.
- Changer le diamètre.
- Soutirer les débits.
- Régulariser les pressions et mesurer les débits.

4.3. Organes accessoires utilisés dans le réseau :

Les accessoires qui seront mis en place sont :

4.3.1. Robinets vannes :

Ce sont des appareils de sectionnement permettant l'isolement des différents tronçons du réseau lors d'une réparation sur l'un d'entre eux. Ils permettent aussi le réglage des débits, leur manœuvre s'effectue :

- manuellement à partir du sol au moyen d'une clé dite « béquille » celle ci est introduite dans une bouche à clé placée sur le trottoir (facilement accessible).
- électriquement pour des robinets de grande dimension,
- commandes hydrauliques et pneumatiques par vérin ou moteur à air.

On distingue plusieurs types de vannes qui satisfont à des besoins variés :

4.3.1.1. Vanne à coin (à opercule) :

Ce sont des appareils de sectionnement fonctionnant soit en ouverture totale, soit en fermeture totale. La vanne est une sorte de lentille épaisse qui s'abaisse ou s'élève verticalement à l'aide d'une vis tournant dans un écran fixé à la vanne. Les diamètres varient entre 40 à 300 mm

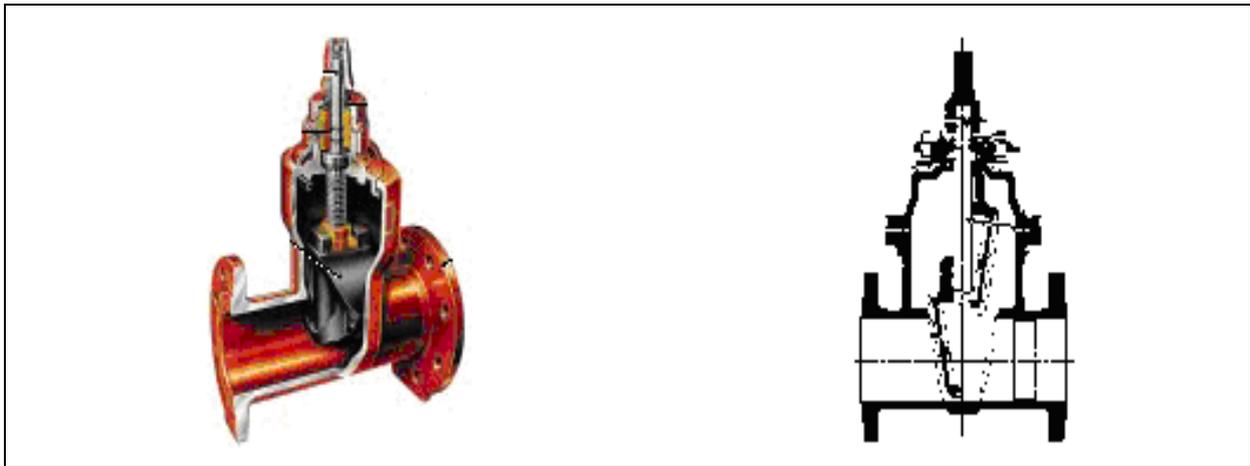


Figure 4.1: Robinets vanne à opercule (D'après document Pont-à-Mousson)

NB : Ils sont placés au niveau de chaque nœud, (en respectant la règle $(n-1)$ où n est le nombre de conduites aboutissant au nœud),

4.3.1.2. Vannes papillons :

Ce sont des appareils de réglage de débit et de sectionnement et dont l'encombrement est faible. Il s'agit d'un élément de conduite traversé par un axe déporté entraînant, en rotation, un disque obturateur appelé papillon. Ce type de robinet permet un arrêt automatique et rapide en cas de rupture de conduite. Les diamètres sont plus importants, ils varient de 100 à 2500 mm parfois plus, cette vanne occasionne une faible perte de charge

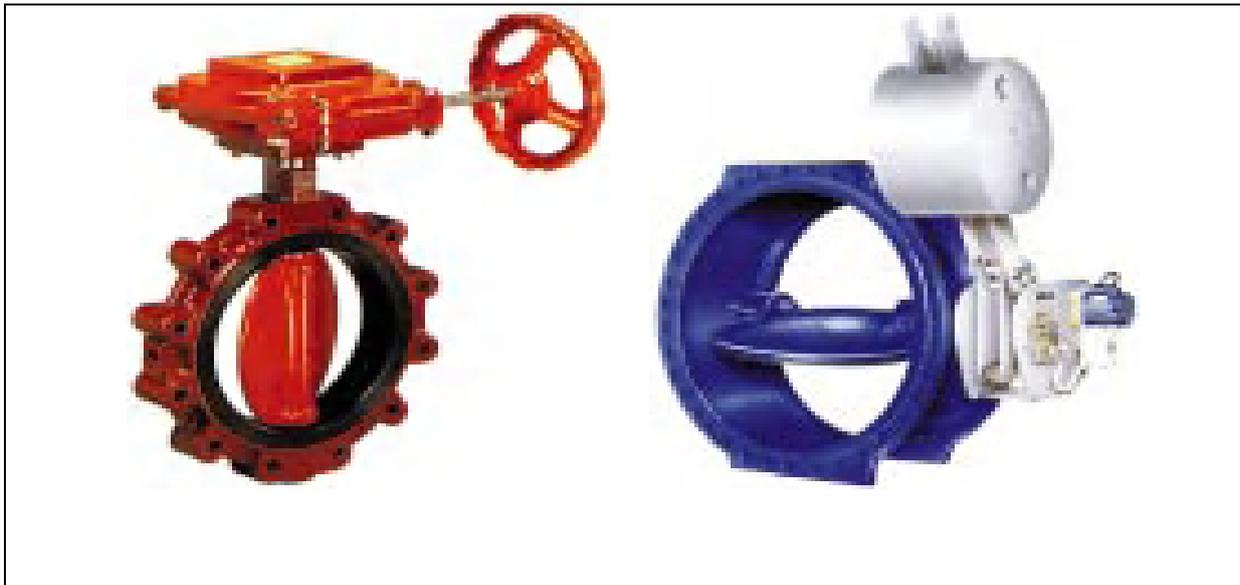


Figure 4.2: Robinets vanne papillon (D'après document Pont-à-Mousson)

NB : Pour notre réseau, on place ce type de robinet au niveau du point de piquage.

4.3.1.3. Clapets anti retour :

Le clapet anti retour est, en apparence, un appareil simple. Schématiquement, il fonctionne comme une porte. C'est un accessoire permettant l'écoulement du liquide dans un seul sens. On trouve des clapets à double battant, papillon, à contrepoids, tuyère.....etc.

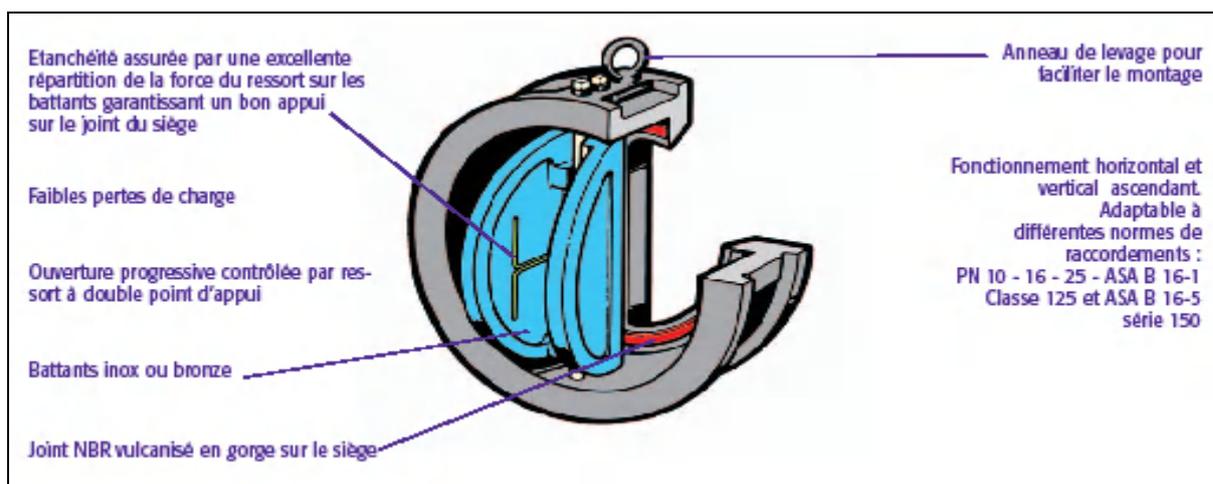


Figure 4.3: Clapet à double battant (D'après document Danfoss Socla)

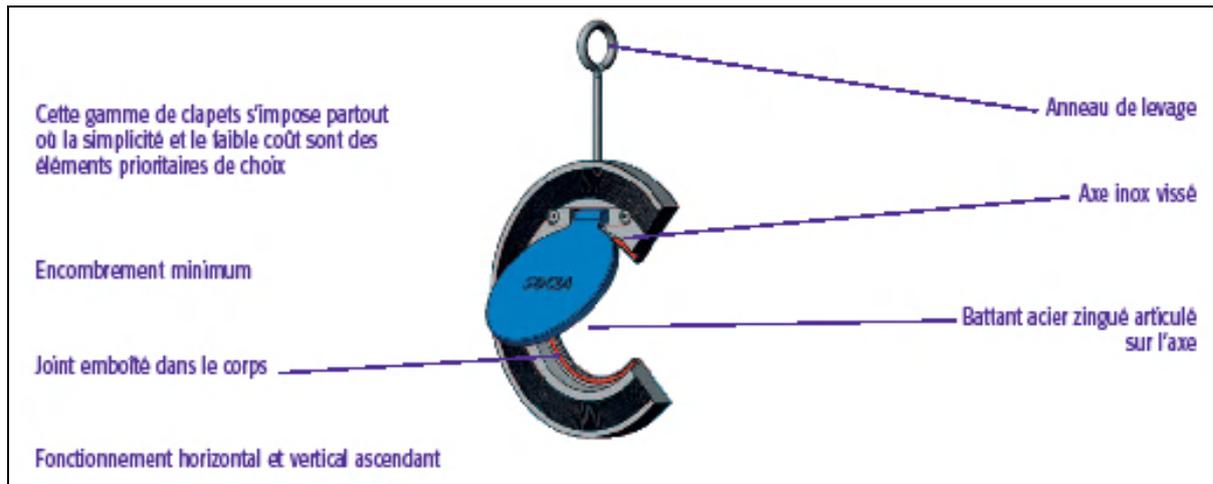


Figure 4.4: Clapet à simple battant (D'après document Danfoss Socla)

NB : Dans notre cas, on prévoit l'installation d'un clapet anti retour là où sont installés les compteurs a un seul sens obligeant ainsi l'écoulement dans le sens indiqué par le compteur.

4.3.1.4. Vannes de décharge :

C'est un robinet disposé au point bas du tracé en vue de la vidange de la conduite. La vidange se fait soit dans un égout (cas d'un réseau urbain), soit dans une fossé ou en plein air (cas d'une conduite compagne). Ce robinet sera posé dans un regard en maçonnerie facilement accessible.

NB : Dans notre cas on prévoit ces vannes aux points bas des conduites formant les mailles et au niveau des nœuds 23, 25 et 26 qui représentent les extrémités aval des ramifications. pour vidanger, nettoyer et réparer ces dernières.

4.3.1.5. Robinets de branchement :

On distingue :

- les robinets d'arrêt qui sont placés à l'aval des points de raccordement des branchements. Leur rôle est d'isoler le particulier du réseau

- Les robinets de prise pour soutirer les débits, ils joueront également le rôle de dégazage

4.3.2. Ventouses :

Ce sont des appareils de dégazage mis en place aux points hauts de la canalisation et servant à l'évacuation de l'air occlus. L'évacuation de l'air se fait par l'intermédiaire d'une ventouse qui peut être manuelle ou automatique.

NB : Pour le cas d'un réseau de distribution, ils sont remplacés par des robinets de prise ils ne sont donc pas nécessaires au niveau du réseau de distribution.

4.3.3. Poteaux d'incendie :

Les poteaux d'incendie sont plus nombreux et rapprochés lorsque les débits d'incendie sont plus élevés. Les poteaux d'incendie doivent comporter au moins deux prises latérales de 65mm de diamètre auxquelles on ajoute une prise frontale de 100 mm si le débit d'incendie dépasse 500 l/min ou si la pression de l'eau est faible. Les poteaux d'incendie doivent être reliés aux conduites du réseau par des conduites de raccordement d'au moins 150 mm de diamètres dotées d'une vanne d'isolement. La distance qui sépare deux poteaux d'incendie est de 50m à 200m.

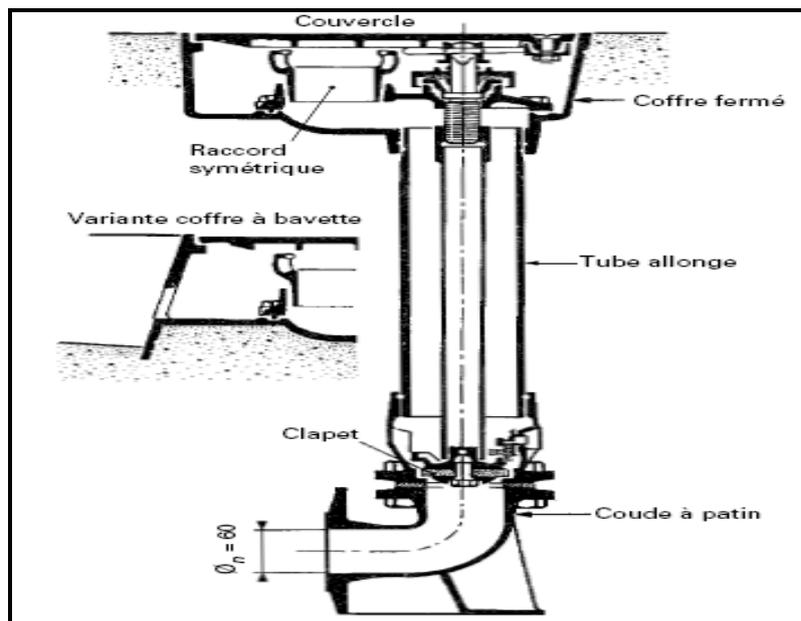


Figure 4.5: Bouche d'incendie ou de lavage (D'après document Pont-à-Mousson).

NB : Dans notre cas, on prévoit l'installation de poteaux d'incendie chaque 200m, au niveau des conduites véhiculant au minimum un débit 17 l/s sous une pression minimale de 1 bar. On veille à choisir le côté de la rue de façon à minimiser la longueur de leurs branchement à la conduite de distribution.

4.3.4. Les raccords :

Notre réseau est en PEHD, pour ce type de matériau il existe trois types de raccords :

4.3.4.1. Soudure bout à bout

Le soudage bout à bout par élément chauffant est utilisé pour assembler les tubes et raccords en PE d'épaisseur identique. Ce procédé consiste à porter à la température $T = 230^{\circ}\text{C}$ de soudage, par un outil chauffant (miroir), les extrémités des tubes et/ou raccords pendant six minutes.

Après avoir retiré l'outil chauffant, les extrémités plastifiées sont mises en contact et sont maintenues en pression de 50 bars l'une contre l'autre jusqu'à un cycle complet de refroidissement qui est de 43 minutes.

Une bonne soudure bout à bout, reconstitue parfaitement la continuité de la canalisation avec une résistance mécanique identique. Le soudage bout à bout ne peut être effectué qu'à partir du diamètre 90 mm [4].



Figure 4.6 : Bout à bout « bouteuse »

4.3.4.2. Les raccords électro- soudables :

Les raccords électro soudables sont équipés d'un fil résistant intégré au voisinage de la surface, qui, après assemblage, se trouvera au contact du tube. Des bornes situées à l'extérieur de la zone de soudage permettent le raccordement de cette résistance à une source d'énergie.

Après grattage, nettoyage et positionnement des pièces à raccords, la tension est appliquée aux bornes du raccord et la puissance électrique provoque une fusion de surface des deux

pièces à assembler. Un mélange intime ente le tube en PE et le raccord assure la cohésion et une étanchéité parfaite entre eux. Ce type de raccordement est très recommandé.

Selon les statistiques mondiales, ce nouveau système assure zéro fuite, néanmoins, il demande certaines précautions à prendre lors de montage [4].

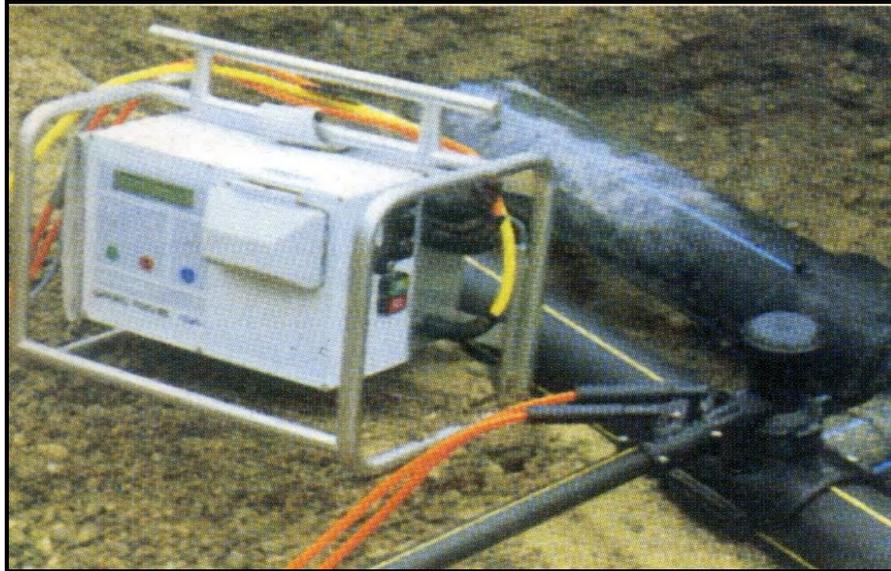


Figure 4.7 : Raccordement par accessoires électro-soudables

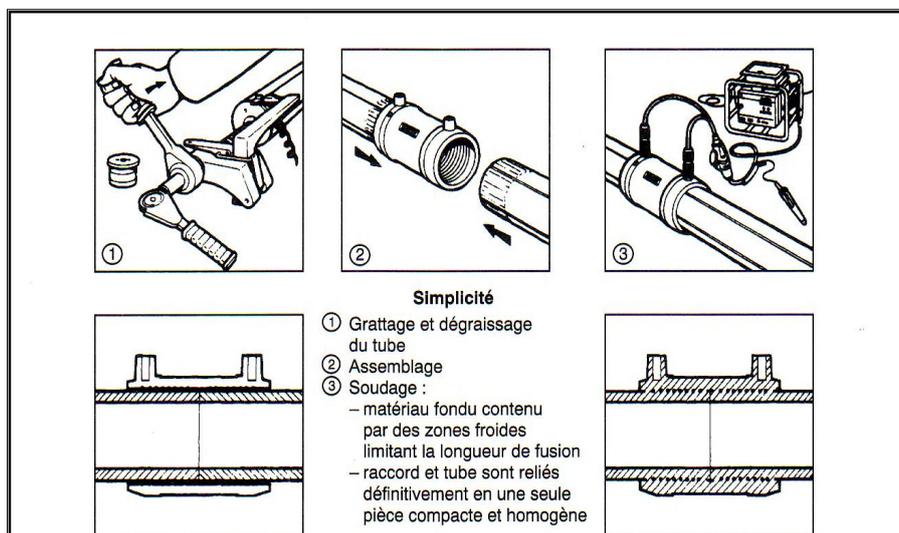


Figure 4.8 : Assemblages par électro soudage

4.3.4.3. Les raccords mécaniques :

Ces raccords sont soit en matière plastique, soit métallique, ils sont couramment utilisés jusqu'au DN 63 mm et existe à des diamètres supérieurs à 90 mm maximum.

Après coupe, ébavurage et chaufreinage des tubes, le montage s'effectue tout simplement par emboîtement et serrage de raccord. [4]

Il existe donc une gamme de raccords en polyéthylène destinés à :

- La déviation d'une partie d'écoulement.
- L'introduction dans la conduite d'un débit supplémentaire ou son soutirage.
- Le changement de diamètre de la conduite.
- Le changement de direction de la conduite.
- L'assemblage des tubes.

Pour notre réseau on aura besoin de :

a. Les coudes :

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

On y distingue des coudes à deux emboîtements ou bien à emboîtements et à bout lisse ; les deux types de coude se présentent avec un angle α de : 1/4 (90°), 1/8(45°), 1/16 (22°30'), 1/32(11°15').

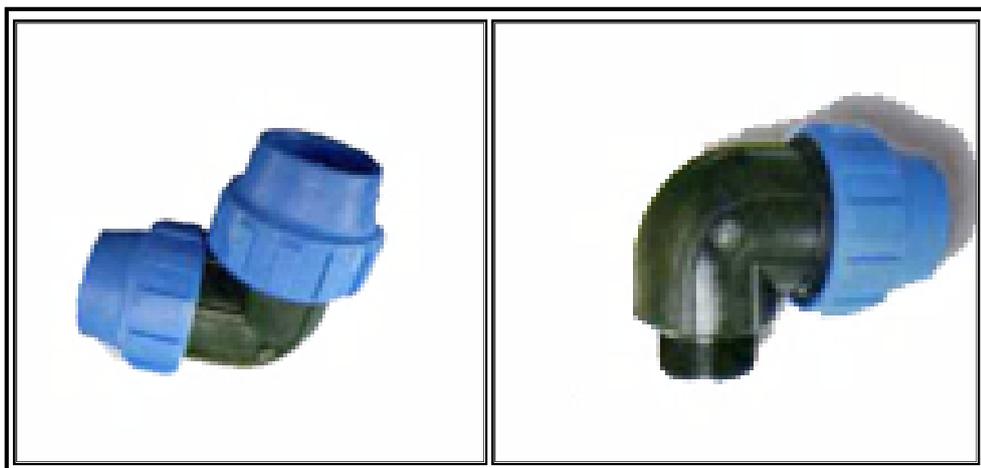


Figure 4.9 : Les coudes

b. Les tés :

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



Figure 4.10 : Les tés

c. Les croix de jonction:

Elles sont utilisées au niveau des nœuds pour le croisement des deux conduites perpendiculaires.

d. les manchons :

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

4.3.5. Organes de mesure :**4.3.5.1. Mesure de débit :**

Le réseau de distribution nécessite l'emplacement des appareils de mesure de débit, qui seront installés en des points adéquats, et servent à l'évaluation du rendement du réseau de distribution et le contrôle de la consommation.

On distingue des appareils traditionnels tel que le diaphragme, le venturi et la tuyère, et d'autres modernes qui sont les plus utilisés comme les débits mètre et les compteurs.

NB : On prévoit pour notre cas, l'installation des compteurs à double sens au niveau des mailles, et des compteurs à un seul sens au point de piquage et au niveau des ramifications.

4.3.5.2. Mesure de pression :

Les appareils les plus utilisés sont :

- **Manomètres à aiguilles :** Dans les manomètres à aiguille, le mouvement est transmis à l'aiguille soit par un secteur denté soit par un levier soit par une membrane. L'avantage de cette transmission est la facilité d'étalonnage et son inconvénient réside dans usure rapide de la denture surtout si le manomètre subit des vibrations (figure 4.11).

- **Manomètres à soufflet :** Ce sont des manomètres dont l'organe actif est un élément élastique en forme de soufflet. Sous l'effet de la pression, le soufflet se déforme dans la direction axiale. Les manomètres à soufflet présentent l'avantage d'éliminer le danger de gel et leur inconvénient réside dans leur sensibilité aux vibrations et au surchauffage.



Figure 4.11: Manomètre (d'après document BAMO)

NB : Dans notre cas on prévoit un manomètre au point de piquage et au niveau des conduites quelque soit leur diamètre.

4.3.6. By-pass : [5]

Le by-pass est utilisé pour :

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

NB : Dans notre cas, un by-pass est placé au niveau du point de piquage pour remplir les deux premiers rôles

Conclusion

Afin d'assurer un bon fonctionnement du réseau, les accessoires doivent être installés soigneusement, pour cela les raccordements seront effectués par des personnes qualifiées et compétentes. Pour assurer la longévité de ces appareils un entretien périodique et une bonne gestion sont nécessaires.

Chapitre 5

Pose de canalisation et organisation de chantier

-Chapitre 5-**POSE DE CANALISATION ET ORGANISATION DE CHANTIER****5.1. Introduction :**

La pose de canalisation joue un rôle très important dans leur stabilisation, et leur durabilité, et par conséquent dans la durée de vie du réseau et son bon fonctionnement. Dans ce contexte, et dans le but d'obtenir une meilleure coordination des travaux sur terrain, nous allons exposer la pose de canalisation en général, à effectuer dans notre agglomération, une chronologie des travaux à entreprendre, ainsi que les engins de terrassement qui vont être utilisés pour la mise en place des conduites.

5.2. Choix et type de pose de canalisation pour l'agglomération :

Afin de répondre au critère de bonne mise en œuvre, il existe plusieurs variantes de pose de conduites :

- la Pose en terre;
- la Pose en mauvais terrains ;
- la Pose en galerie ;
- la Pose en pentes ;
- la Pose des conduites traversées des routes et voies ferrées
- la Pose en immersion (cours d'eau) ;
- la Pose à proximité d'une conduite d'assainissement
- la Passage de ponts
- la Pose sans tranchée ouverte

Le choix s'effectue en fonction de : la topographie du terrain et sa nature, la disposition des lieux et des différents obstacles qui peuvent être rencontrés. Selon ces facteurs on opte pour les poses suivantes :

5.1.1. Pose de canalisation en terre :

Ce choix est justifié par la présence du réseau dans un terrain ordinaire en sa totalité. Dans ce type de pose on procède à l'enfouissement des canalisations dans une tranchée de largeur et profondeur suffisante (détaillé ci-après) avec établissement des niches, et cela va nous permettre de les protéger contre les dégradations extérieures, de conserver la fraîcheur de l'eau et de les mettre à l'abri du gel.

NB : tous les tronçons seront posés en terre d'une façon ordinaire sauf quelques uns, dont on a suggéré les poses citées ci-dessous.

5.1.2. Pose à proximité d'une conduite d'assainissement :

Ce cas concerne, les tronçons P-1 ,P-9,P-8, P-30,P-31 ,P-7,P-13,P-15,P-16,P-18, P-21, P-22 qui seront posées dans la même tranchée que les conduites d'assainissement, dans ce cas il faut veiller à ce que les tuyaux d'eau potable soient posés au dessus des tuyaux d'eau usée sur un rayon de 30m, comme l'indique la figure 5.1 ci après :

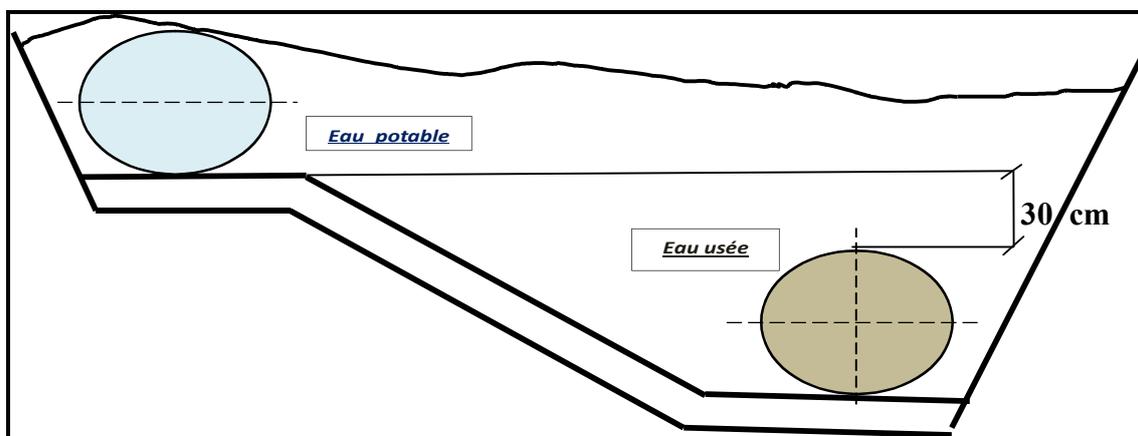


Figure 5.1: Pose à proximité d'une conduite d'assainissement.

5.1.3. Pose des conduites en traversées des routes :

Cette pose sera appliquée pour les tronçons P-2, P-4, P-17 et P-23, pour qu'il n'y ait plus de transmission des vibrations dues aux charges et pour amortir les chocs qui peuvent nuire aux conduites et causer des ruptures, par suite des infiltrations nuisibles, on prévoit les solutions suivantes :

-Des gaines : ce sont des buses de diamètre supérieur dans lesquelles les conduites sont introduites.

-Par enrobage dans le béton : dans ce cas les conduites sont couvertes de béton.

NB : dans notre cas nous allons opter pour la traversée au moyen des gaines (voir Figure 5.2)

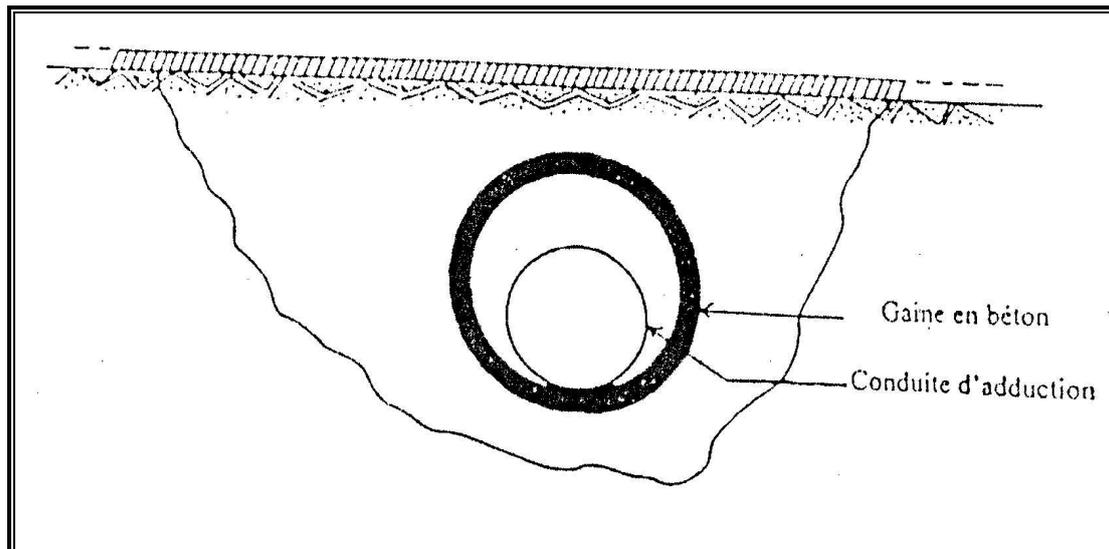


Figure 5.2: Traversée d'une route au moyen d'une gaine. [6]

5.2. Utilisation des Butées et verrouillage :

Tout système de canalisation véhiculant un fluide sous pression subit d'importantes contraintes : des forces de poussées apparaissent aux changements de direction par exemple.

Pour éviter tout risque de déboîtement, il convient essentiel de rééquilibrer ces efforts, soit en réalisant des massifs de butée en béton, soit en verrouillant le système de canalisations [7].

5.2.1. L'utilisation de massifs de butées en béton :

Est la technique la plus communément utilisée pour reprendre les efforts de poussée hydraulique d'une canalisation à emboîtement sous pression, différents types de massifs en béton peuvent être conçus selon la configuration de la canalisation, la résistance de la nature de sol, la présence ou non de nappe phréatique. Le massif reprend les efforts dus à une poussée hydraulique soit par :

- Frottement sur le sol (massif poids) ;
- Appui sur le terrain en place (massif butée).

En pratique, les massifs en béton sont calculés en tenant compte des forces de frottement et de la résistance d'appui sur le terrain.

5.2.2. Verrouillage :

Le verrouillage des joints à emboîtement est une technique alternative aux massifs en béton pour reprendre les efforts de poussées hydrauliques. Elle est essentiellement employée lorsqu'il existe des contraintes d'encombrement.

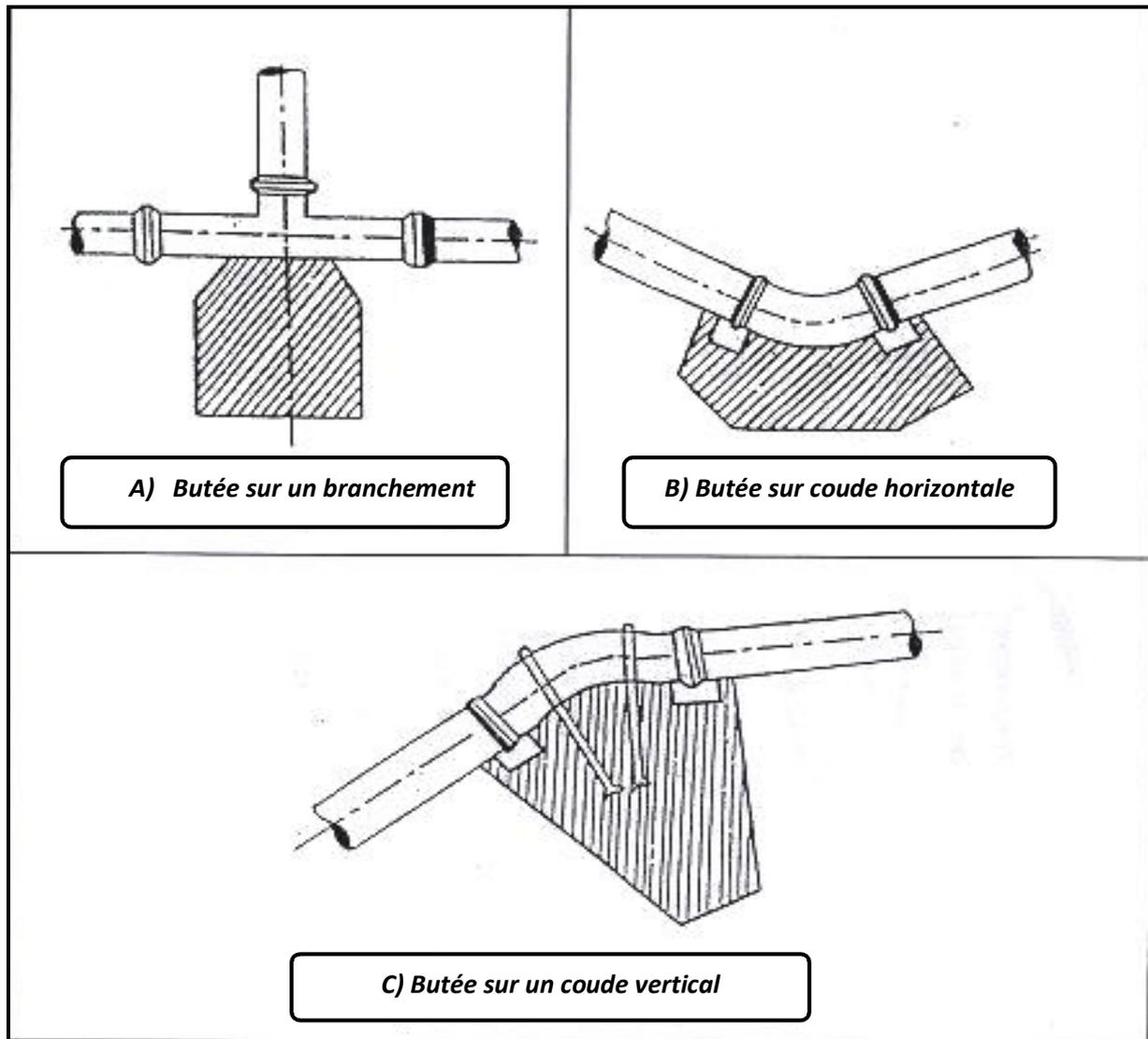


Figure 5.4 : Les butées. [8]

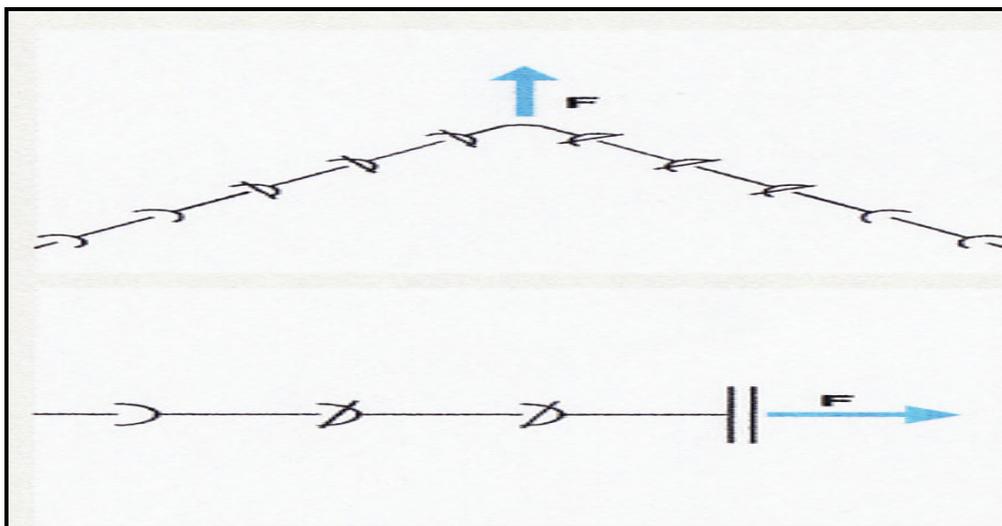


Figure 5.3: Verrouillage. [7]

NB : pour notre cas on opte pour le verrouillage sur tout le réseau mise à part au niveau des deux coudes et du piquage, ou l'on prévoit des butées en béton.

5.3. Les différents travaux de mises en place des canalisations :

5.3.1. Implantation du tracé des tranchées sur le terrain :

5.3.1.1. Matérialisation :

On matérialise l'axe de la tranchée sur le terrain avec des jalons placés en ligne droite et espacés de 50 m. On effectue ce travail en mesurant sur le plan leurs distances par des repères fixés où des bornes. La direction des axes et leurs extrémités sont ainsi bien déterminée.

5.3.1.2. Nivellement :

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

5.3.2. Excavation des tranchées :

Cette opération se divise en deux étapes :

5.3.2.1. Enlèvement de la couche végétale :

Pour la réalisation de cette opération, on opte pour un dozer (voir figure5.10).

5.3.2.2. Réalisation des fouilles :

La réalisation de la tranchée et le remblaiement dépendent des paramètres suivants :

- Environnement ;
- Caractéristiques de la conduite (type de joint et diamètre) ;
- Nature du terrain (avec ou sans eau) ;
- Profondeur de pose.

NB : on choisi d'utiliser la pelle hydraulique pour la réalisation des fouilles (figure5.9).

a. Largeur de la tranchée :

Elle doit être au minimum 0.60 m pour faciliter les travaux. Elle sera calculée en fonction du diamètre de la conduite, en laissant 0.30 m d'espace de chaque côté de celle-ci. (Figure 5.5). La largeur de la tranchée est donnée par la formule suivante :

$$B = D + (2 \times 0,30) \dots \text{en (m)}$$

Avec :

B : largeur de la tranchée (m) ;

D : diamètre de la conduite (m).

b. La profondeur de la tranchée :

La profondeur doit être suffisante. Elle varie de 0.60 m à 1.20 m pour assurer la protection de la conduite contre les variations de la température et le risque d'écrasement sous l'effet des charges et des surcharges (Figure5.5).

On peut calculer la profondeur de la tranchée en utilisant la formule suivante :

$$H = D + H1 + H2 \dots \text{en (m)}$$

Avec :

H : la profondeur de la tranchée (m);

H1:profondeur du lit de pose prise égale à 0.2 m ;

H2:distance verticale séparant la génératrice supérieure de la conduite à la surface du sol (m)

D : diamètre de la conduite (mm).

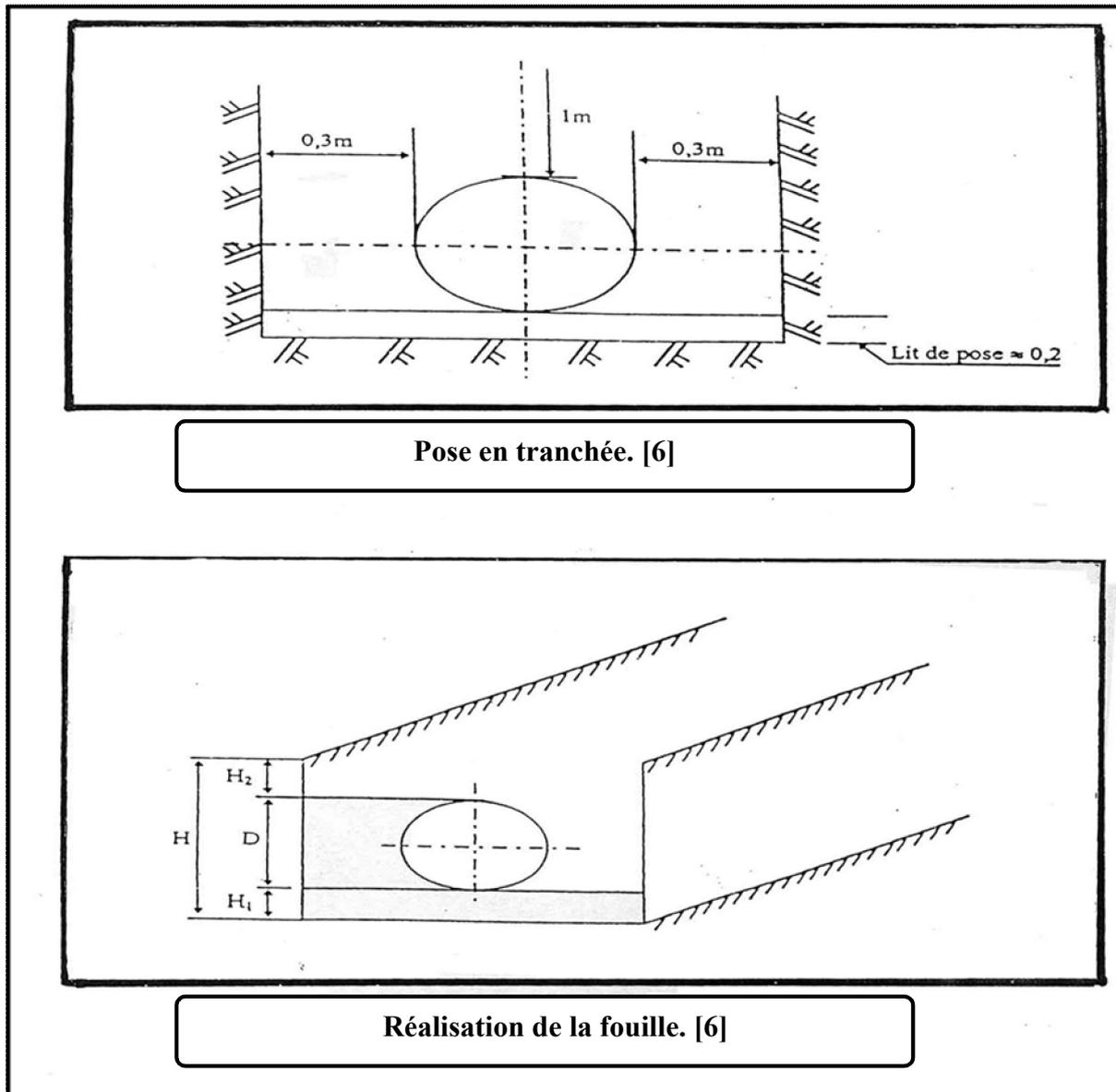


Figure 5.5 : Schéma d'une tranchée avec une conduite circulaire

c. Lit de pose :

Avant la pose de conduite, nous procédons à la pose d'un lit de sable de 0,15 m à 0,2 m d'épaisseur nivelée suivant les côtes du profil en long. Dans notre cas il sera constitué par le le gravier puisque le terrain est de nature ordinaire.

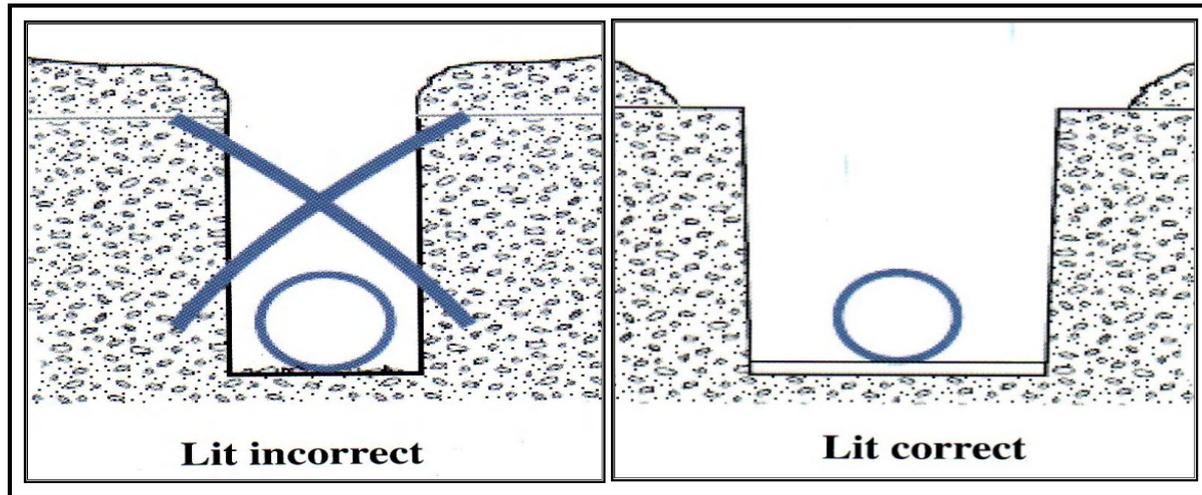


Figure 5.6 : Lit de pose. [7]

d. L'assise :

Au dessus du lit de pose et jusqu'à la hauteur de l'axe de la canalisation, le matériau de remblai est poussé sous les flancs de la canalisation et compacté de façon à éviter tout mouvement de celle-ci et lui constituer l'assise prévue.

L'ensemble du lit de pose et l'assise constituent l'appui [9].

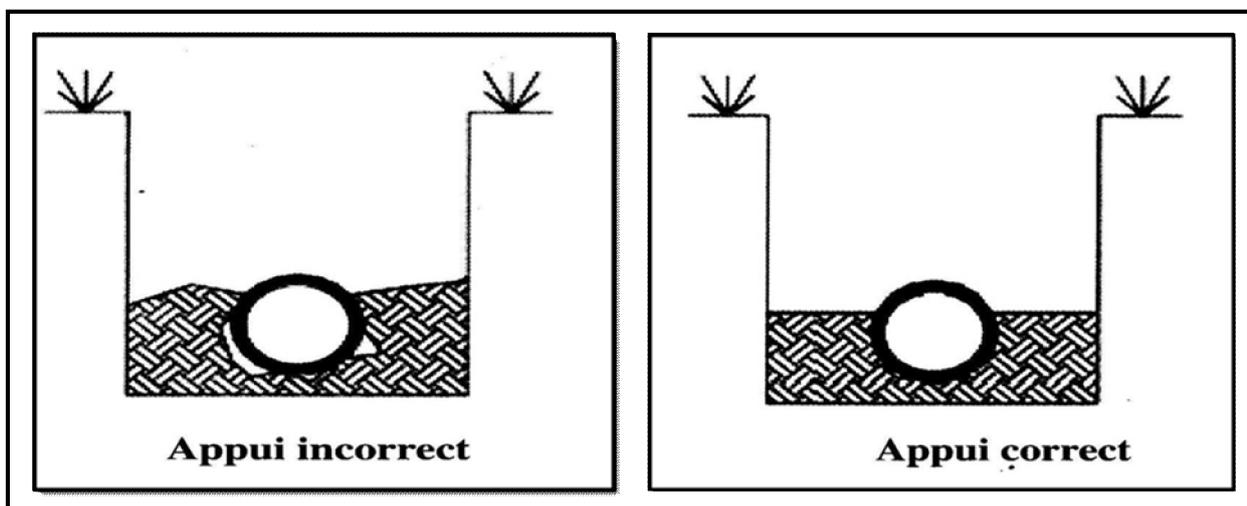


Figure 5.7 : Appui des conduites. [7]

5.3.3. Pose des conduites :

1-Avant la descente des conduites aux fouilles, on procède à un triage des conduites de façon à écarter celles qui ont subi des chocs.

2-la descente des tuyaux doit être manipulée avec soin, ils seront posés lentement soit manuellement soit mécaniquement à l'aide d'un pose tube dans le fond de la fouille.

3-Chaque élément posé dans la tranchée doit être présenté dans l'axe de l'élément précédemment posé, et au cours de la pose, il faut vérifier régulièrement l'alignement des tuyaux afin d'avoir une pente régulière entre deux regards, pour y opérer correctement on effectue des visées à l'aide des nivelettes tous les 80 m environ

4- Tous les débris liés à la pose doivent être retirés de l'intérieur du tuyau avant ou juste après la réalisation d'un emboîtement. Ceci peut être effectué en faisant passer un goupillon le long du tuyau ou à la main, selon le diamètre.

5- A chaque arrêt de travail un bouchon temporaire doit être solidement appliqué sur l'extrémité ouverte de la canalisation pour éviter l'introduction des corps étrangers. Cela peut faire flotter les tuyaux en cas d'inondation de la tranchée, auquel cas les tuyaux doivent être maintenus au sol par un remplissage partiel de la tranchée ou par étayage temporaire.

NB : puisque nous avons des petits diamètres (inférieur à 250mm) on va faire descendre les conduites de manuellement.

5.3.4. Epreuve de joints et de la canalisation :

Pour plus de sécurité l'essai de pression des conduites et des joints se fait avant le remblaiement, on l'effectue à l'aide d'une pompe d'essai (pompe d'épreuve), qui consiste au remplissage en eau de la conduite sous pression de 1,5 fois la pression de service à laquelle sera soumise la conduite en cours de fonctionnement.

Cette épreuve doit durer 30 minutes environ où la variation ne doit pas excéder 0,2 bar.

5.3.5. Remblayage des tranchées :

Le remblai une fois les épreuves réussies, la mise en place du remblai bien tassé est effectuée manuellement en utilisant la terre des déblais, (tout élément indésirable étant exclu). Le remblaiement doit être fait par couche de 20 à 30 cm.

Sachant que le remblayage des tranchées comporte en général deux phases principales :

5.3.5.1. Le remblai d'enrobage :

Comprend le lit de pose, l'assise, le remblai de protection. Le remblai directement en contact avec la canalisation, jusqu'à une hauteur uniforme de 10cm au dessus de sa génératrice supérieure, doit être constitué du même matériau que celui de lit de pose.

5.3.5.2. Le remblai supérieur :

L'exécution du remblai supérieur peut comporter la réutilisation des déblais d'extraction de la fouille, si le maître de l'ouvrage l'autorise.

Ceux-ci seront toute fois expurgés des éléments de dimension supérieure à 10 cm, des débris végétaux et animaux, des vestiges de maçonnerie et tout élément pouvant porter atteinte à la canalisation [9].

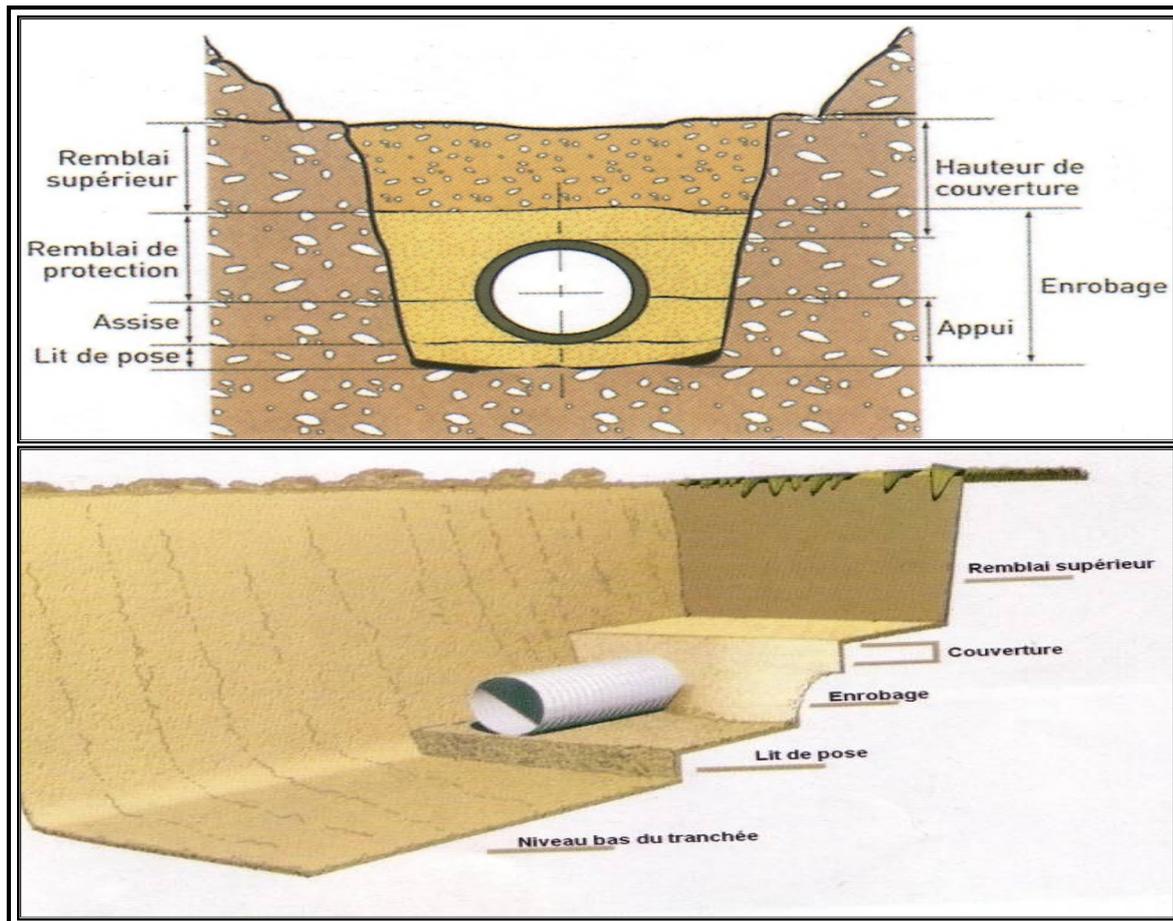


Figure 5.8: Remblayage des tranchées. [9]

NB : nous utiliserons un chargeur pour le remblayage (voir figure 5.11).

5.3.6. Nivellement et compactage :

Une fois le remblai fait, on procède au nivellement qui consiste à étaler les terres qui sont en monticule, ensuite au compactage pour augmenter la densité des terres et éviter le tassement par la suite.

NB : nous optons pour un compacteur (vibrateur de sol) pour le compactage.

5.3.7. Désinfection du réseau :

Lors de la pose, la terre ou les poussières peuvent être introduites à l'intérieur des conduites, pour éliminer ces corps étrangers, il est indispensable de procéder à un nettoyage et un rinçage du réseau avant de livrer l'eau à la consommation publique.

Les principaux produits susceptibles d'être utilisés comme désinfectants sont :

- Le permanganate de potassium (KMnO_4) ;
- Hypochlorite de calcium (ClOCa) ;
- L'hypochlorite de sodium (ClONa ou eau de javel).

Avec un temps de contact qui dépend du produit utilisé et de sa dose introduite ; en fin on procède au rinçage à l'eau claire.

Tableau5.1 : Produits de désinfection (Doses et temps de contact).

Désinfectants utilisés	Temps de contact minimum en heures	Dose de désinfectant (mg / l)	Précautions
Eau de Javel	24	90 à150	-Se dégrade rapidement à la lumière. -Neutraliser le chlore avant le rejet pour les grandes quantités
Hypochlorite de calcium	24 – 1,2 – 0,5 – instantané	10 – 50 – 150 – 10.000	-Ne pas utiliser en milieu confiné -Neutraliser le chlore avant le rejet pour les grandes quantités
Permanganate de potassium	24	50	-A préparer au moins 24 heures d'avance -Ne pas rejeté directement dans les eaux de surface (forte coloration)

Remarque : Lorsque le réseau désinfecté a été convenablement rincé à l'eau claire, des prélèvements de contrôle sont faits immédiatement par le laboratoire agréé chargé de la surveillance des eaux, et si les résultats sont défavorables, l'opération est renouvelée dans les mêmes conditions.

5.4. Définitions des engins de terrassement utilisés :

Le matériel utilisé est le matériel classique des chantiers de travaux publics. L'utilisation de gros engins mécaniques va réduire considérablement le prix et le temps des terrassements dont l'incidence, dans la construction des chantiers, se trouve ainsi sensiblement diminuée.

Les engins que nous allons utiliser sont :

- Une pelle hydraulique ;
- Un dozer ;
- Un chargeur ;
- Un vibreur du sol pour le compactage des fouilles et des tranchées.

5.4.1 Pelle hydraulique :

Les pelles sont des engins de terrassement qui conviennent à tous les terrains même durs,

La pelle peut porter divers équipement qui en font un engin de travail à plusieurs fins : Godet normal pour travail en butée. Godet rétro pour travail en fouille et en tranché. Godet niveleur pour travail de décapage ou de nivelage. Benne preneuse pour terrassement en fouille ou déchargement de matériaux (sable, pierres...). Dragline pour travail en fouille.

Pour une pelle équipée en rétro ou pelle hydraulique le godet est porté par un bras simplement articulé et actionner par des vérins hydraulique.



Figure 5.9 : Pelle hydraulique

5.4.2. Dozer :

Le bulldozer est une pelle niveleuse montée sur un tracteur à chenille ou à pneus. L'outil de terrassement est une lame profilée portée par deux bras articulés qu'un mécanisme hydraulique permet d'abaisser ou de lever.

Si la lame est en position basse l'engin fait des terrassements par raclage avec une profondeur de coupe de 20 à 30cm.

En mettant la lame en position intermédiaire, on peut régaler des tas de déblais en couche d'épaisseur de 20 à 30cm également.

La position haute est une position de transport (hauteur de la lame au dessus du sol de 75cm à 1m).



Figure 5.10: Bulldozer.

5.4.3. Chargeur :

C'est un tracteur à pneus muni de godet de chargement et de déchargement à l'avant, on l'utilisera pour remblayer les fouilles, les casiers et la tranchée après pose de la conduite.



Figure 5.11: Chargeur

5.4.4. Compacteur (vibrateur de sol) :

C'est un engin peu encombrant, composé de deux petits cylindres d'environ 30 cm de diamètre muni d'un guidon. Cet engin sert au compactage des remblais des surfaces étroites telles que les fouilles des semelles, les casiers entre ceintures inférieures du bâtiment et les tranchées.

Conclusion :

A travers ce chapitre, nous avons défini tous les travaux qui vont avoir lieu sur chantier, et la manière dont il faut procéder. Mais cela ne suffit pas parce que le levage, la manutention de tuyaux, et les travaux dans les tranchées, sont des opérations dangereuses. Donc ces opérations doivent être réalisées par un professionnel maîtrisant les procédures, Pour que la qualité des tuyaux et raccords ne soient pas détériorés lors de la pose et l'emboîtement, et pour que la procédure d'emboîtement ne soit pas compromise.

Chapitre 6

Protection et sécurité du travail

-Chapitre 6-**PROTECTION ET SECURITE DU TRAVAIL****6.1. Introduction :**

Les problèmes et les accidents du travail qui en découlent ont une grande incidence sur le plan financier, sur le plan de la protection et surtout sur le plan humaine. C'est la raison pour laquelle un certain nombre de dispositions est pris afin de permettre aux travailleurs d'exercer leur profession dans les bonnes conditions.

Donc la sécurité du travail est l'une des principales conditions pour le développement, elle peut devenir dans certain cas une obligation contraignante.

L'essentiel objectif de la sécurité d'un travail sera la diminution de la fréquence et de la gravité des accidents dans les chantiers, d'où le domaine hydraulique couvre un large éventuel lors de la réalisation d'un projet en alimentation en eau potable.

Les différentes phases d'exécution des travaux sont:

- Travaux d'excavation et de terrassements (pose des conduites, implantation des réservoirs de

stockage, station de pompage etc.).

- Réalisation d'un forage (creusement, équipement, essai de pompage et protection).
- Travaux de construction (génie civil) tels que le bétonnage, ferrailage et autre phase de

réalisation concernent l'implantation des réservoirs de stockage et des stations de pompage, pour cela il faut que les ingénieurs hydrauliciens doivent résoudre tous les problèmes qui concernent la sécurité et la protection du travail dans leur étude.

NB : pour notre cas nous avons seulement les travaux qui concernent la pose de canalisation.

6.2. Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique :

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

6.2.1. Facteurs humains :

- Manque de contrôle et négligence
- La fatigue des travailleurs, manque de maîtrise et de responsable.
- Encombrement dans les différentes phases d'exécution des travaux

- Erreurs de jugement ou de raisonnement.
- Importance durant les différentes phases de réalisation.
- Suivre un rythme de travail inadapté.

6.2.2. Facteurs matériels :

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

Durant chaque phase de la réalisation d'un projet en alimentation en eau potable, le risque de produire un accident est éventuellement, soit dans la phase des travaux de terrassement, soit dans la réalisation des travaux de bétonnage, soit dans les installations électriques ou des installations sous pressions soit après la finition du projet (travaux d'entretien des pompes, des installations, etc.) [10]

6.3. Liste des conditions dangereuses :

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

6.4. Liste des actions dangereuses :

- Intervenir sans précaution sur des machines en mouvement.
- Intervenir sans précaution sur des installations sous pression, sous tension.
- Agir sans prévenir ou sans autorisation.
- Neutraliser les dispositifs de sécurités.

- Ne pas utiliser l'équipement de protection individuelle.
- Mauvaise utilisation d'un outillage ou engin.
- Importance durant les opérations de stockage.
- Adopter une position peu sûre.
- Travailler dans une altitude inappropriée.
- Suivre un rythme de travail inadapté.
- Plaisanter ou se quereller.

6.5. Mesures préventives pour éviter les causes des accidents :

6.5.1. Protection individuelle :

Pour mieux protéger contre les dangers pendant l'exercice de certaines professions, il est indispensable d'utiliser les dispositifs de protection individuelle (casques, gans, chaussures, lunette protectrice etc.)[10]

6.5.2. Autre protections :

- Toute tranchée creusée en agglomération ou sous route sera protégée par une clôture visiblement signalée de jour comme de nuit (chute de personnes et d'engins).
- Prévenir les concernés avant d'entreprendre des travaux d'excavations des tranchées et vérifier la stabilité du sol.
- Les travailleurs œuvrant à la pioche ou la pelle sont tenus à laisser une distance suffisante entre eux.

6.6. Protection collective :

6.6.1. Equipement de mise en œuvre du béton :

L'entrepreneur ou bien le chef de chantier doit mettre en évidence les points suivants :

- Application stricte des règlements de sécurité.
- Affectation rugueuse du personnel aux commandes des points clés d'une installation moderne.

6.6.2. Engin de levage :

La grue, pipe layer et autres engins par leurs précisions et possibilité de manutention variés, constituent la pose de travail où la sécurité n'admet pas la moindre négligence, alors le technicien responsable veillera à :

- Affecter des personnes qui comptent.

- Procéder aux vérifications périodiques des engins selon la notice du constructeur.
- Délimiter une zone de sécurité autour des engins de levage et en particulier à éviter tout stationnement sous une charge levée.

6.6.3. Appareillage électrique :

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

Conclusion :

Ce chapitre nous a permis de savoir comment faire les travaux pour réaliser un réseau d'alimentation en eau potable sur un chantier dans les meilleures conditions et le bon fonctionnement.

La prévention devrait tendre à ne plus être conçue comme un correctif et s'appuyer uniquement sur des critères défensifs. Avec les avancées du progrès technique et scientifique, on doit pouvoir en saisir les acquis pour renverser la tendance, c'est à dire faire de la prévention une action offensive pour qu'il n'y ait plus de risques.

A cet effet, il convient d'accorder d'avantage d'intérêt aux aspects éducationnels de l'homme au travail afin de lui permettre une grande maîtrise de l'outil de production et une plus grande adaptation à son environnement.

Chapitre 7

Gestion du réseau de distribution

-Chapitre 7-

GESTION DU RESEAU DE DISTRIBUTION

7.1. Introduction :

Gérer un réseau c'est veiller aux opérations qui permettent de conserver son potentiel, d'assurer la continuité de sa production et entretenir ses différents équipements; tout en prenant soins à ce que le coût global de ces opérations reste relativement minime.

C'est dans ce contexte que le présent chapitre comprenne trois parties principales :

- Les différentes défaillances susceptibles de se manifester dans notre réseau de distribution, leurs causes et leurs effets.
- Une méthodologie recommandée de diagnostic,
- Les opérations d'entretien nécessaires pour protéger notre réseau des défaillances, et de bien maîtriser ces dernières dans le cas où elles y surviennent.

7.2. Défaillances:

On appelle défaillance toute détérioration pouvant provoquer ou accentuer le risque de dysfonctionnement du réseau (ou de l'un de ses éléments), ou la diminution de son rendement.

[11]

7.2.1. Les différents types de défaillances :**7.2.1.1. Les pertes :**

Chaque réseau d'alimentation en eau potable est conçu pour transporter ou distribuer une quantité d'eau bien déterminé par l'étude estimative des besoins, et toute nouvelle consommation doit être déclarée et comptabilisée pour vérifier son impact sur les paramètres hydrauliques du réseau et son rendement. C'est pour cette raison que toute quantité d'eau non estimée lors de l'étude est considérée comme perte. On distingue plusieurs types de perte :

a. Pertes par fuites

Pour notre réseau, les fuites inévitables sont généralement localisées dans les joints, les vannes, les raccordements, les points de jonction entre deux éléments ou dans le corps même de la conduite.

- **Cause des fuites :**

- Rupture des conduites.
- Joints détériorés ou mal exécutés.

- oint disloqué (Coup de bélier, Glissements de terrains....)
- raccords mal confectionnés

- **Effets des fuites :**

- Risque de dégradation de la qualité de l'eau suite à l'introduction d'eau polluée.
- Perturbation de la circulation suite aux inondations.
- Risque de retour d'eau.

NB : Les fuites sont un défi pour la plupart des systèmes d'approvisionnement, elles sont inévitables et elles peuvent atteindre les 30 % même dans les systèmes bien gérés. D'ailleurs des taux de 80 à 90 % ne sont pas rares pour les réseaux vétustes et mal gérés, c'est pour ces raisons qu'on prévoit un taux de perte par fuite égale à 20% du débit maximum consommé pour les premières années de fonctionnement du réseau.

b. Les pertes dites « administratives » :

Ils sont engendrés par :

- La consommation des organismes publics.
- La défectuosité ou l'insensibilité des compteurs.
- Absence de compteurs chez les abonnés.
- Pertes par branchements illicites.

NB : pour notre agglomération le cas le plus répandu sera le troisième vu que 90% des logements seront habités pour la première fois.

7.2.1.2. Les casses (ruptures) :

Une rupture ou une casse est définie comme étant une détérioration induisant un arrêt momentané de l'alimentation en eau et qui nécessite une intervention sur le réseau.

- **Les causes des ruptures :**

- Mouvement du sol,
- Coup de bélier,
- Travaux de chantier
- Trafic routier intense,
- Conditions de pose,

- **Les effets des ruptures :**

- Fuites et leurs conséquences,

- Interruption de l'alimentation en eau des abonnés.

NB : les conduites qui seront mises en place sont toutes intactes et neuves, donc on n'aura pas affaire à cette défaillance actuellement mais cela va avoir lieu à long terme.

7.1.1.3. Dégradation de la qualité de l'eau :

L'eau produite dans les stations de traitement passe par les adductions, par les ouvrages de stockages et par les réseaux de distributions pour arriver enfin aux usagers, et au cours de son chemin l'eau peut subir de très nombreuses modifications de sa qualité intrinsèque, ces modifications peuvent rendre l'eau non conforme aux normes, ce qui peut nous faire face à des problèmes potentiels.

- **Causes de la dégradation :**

La seule cause de la dégradation de l'eau est la variation de concentrations de ces composants qui est due aux facteurs suivants :

-Pénétration d'air contenant des substances (CO₂, le plomb, l'O₂...etc.) dans les conduites ou dans les réservoirs.

- introduction d'eaux parasites à travers les endroits où il y a des fuites.
- présence des micro-organismes dans les conduites d'adductions ou de distributions.
- la nature des terrains traversés.....ect
- Le temps de séjour et la vitesse d'écoulement de l'eau dans les conduites.
- Le choix des matériaux(les interactions).

- **Effets de la dégradation :**

- Une eau désagréable à consommer.
- Des troubles de santé pour le consommateur
- Risque d'une eau entartrant ou agressive.
- Problèmes de lessivage...etc.

Notre région d'étude est alimentée à partir du barrage de Tilesdit une analyse physico-chimique et bactériologique a été réalisée au niveau des laboratoires de l'Algérienne Des Eaux (ADE) de Bouira. , Un premier échantillon de l'eau brute de barrage a été prélevé au mois de Mars 2011 (prélèvement hivernal); le second, au mois de Juillet 2011 (prélèvement estival).

Les résultats des analyses sont indiqués dans le tableau 6.1 ci-après :

Tableau 7.1 : Récapitulatif des résultats d'analyse d'eau de barrage Tilesdit.

Paramètres	Unités	Résultats du premier prélèvement (08.03.2011)	Résultats du deuxième prélèvement (02.07.2011)	Les normes de l'OMS (admissibles)
Paramètres physico-chimiques.				
pH	/	8 ,12	7,90	6,5à9,5
Potentiel redox Eh	mV	391	692	/
Conductivité à 25°C	µs/cm	505	615	1 250
Temperature °C	°C	13,5	20,5	12à 25
Turbidité	NTU	1,73	2,62	5
Oxygène dissous	mg/l	/	/	/
Salinité	%	0 ,2	0,3	/
TDS	mg/l	243	302	1 500
Paramètres de pollution.				
Ammonium NH ⁴⁺	mg/l	0,077	0,012	0 ,5
Nitrites NO ²⁻		0,065	0,065	0,1
Nitrates NO ³⁻		1,02	/	50
Phosphate PO ³⁻⁴		00	00	0,5
Fer Fe ²⁺		/	/	200
Minéralisation totale :				
Calcium Ca ⁺⁺	mg/l	56	43,2	/
Magnésium Mg ⁺⁺		17,5	31,59	50
Sodium Na ⁺		/	/	150
Chlorures Cl ⁻		54,7	71,71	200
Sulfates SO ⁴⁻		/	65,97	250
Bicarbonate HCO ³⁻		217	209,84	/
Potassium K ⁺		/	/	12
Dureté Totale TH	mg/l CaCO ₃	212	238	500
Dureté Permanente		34	66	/
Titre alcalin TA		00	00	/
Titre alcalin complet TAC		178	172	/

Suite du tableau 7.1

Paramètres	Unités	Résultats du premier prélèvement (08.03.2011)	Résultats du deuxième prélèvement (02.07.2011)	Les normes de l'OMS (admissibles)
Paramètres bactériologiques.				
Germes totaux à 37°C	c/ml	/	/	05
Germes totaux à 22°C		/	/	100
Coliformes totaux	NPP/ 100ml	4	2	03
Colibacilles		02	01	00
Streptocoques fécaux		00	01	00

Source ADE Projet Bouira (2011).

NB : les paramètres physico-chimiques des eaux du barrage sont conformes aux normes requises, seules les paramètres bactériologiques sont à des concentrations élevées. Ce problème est réglé par une désinfection par chlore au niveau de la station de traitement ainsi qu'un taux de Chlore résiduel libre compris entre 0,2 mg/l à 0,4 mg/l (source : ADE Bouira).

Cela nous amène à conclure que toute dégradation d'eau signalée aux niveaux des abonnés signifie la présence d'un des facteurs soit dans les conduites soit dans le réservoir de stockage.

7.3. Diagnostic:

Le diagnostic permet d'apprécier l'état qualitatif des ouvrages et d'en déduire les opérations d'entretien ou de maintenance à effectuer. Pour cela on propose une méthodologie de diagnostic recommandée et qui s'établit en quatre phases [11] :

7.3.1. Phase enquête et recueil de données :

Elle consiste à :

- réaliser une analyse fonctionnelle des composants du réseau ;
- réaliser une analyse systématique des défaillances pour chaque élément maintenu ;
- Etablir des fiches d'interventions ;
- Constituer une base de données historiques des évènements ;

- Projections futures.

7.3.2. Phase analyse de données :

Dans cette phase, on procède au :

- *Traitement des données* : il a pour objectif de déterminer la fiabilité des composants du réseau et le taux de leur défaillance, pour savoir le type de maintenance nécessaire.
- *Mise en œuvre d'une politique de maintenance optimisée* : elle consiste à mesurer l'efficacité des actions décidées, les écarts entre la prévision et les résultats, et enfin guider l'exploitant vers la maintenance la mieux adaptée.

7.3.3. Analyse et détermination des paramètres du diagnostic :

Cette phase permet de choisir le personnel et le matériel nécessaire pour les différents types de maintenance, en se basant sur les résultats de la phase précédente.

7.3.4. Estimation des coûts

Cette phase consiste à faire l'estimation des dépenses nécessaire pour l'application d'un type de contrôle, La recherche d'une optimisation du coût global et la meilleure valorisation du patrimoine conduisent à trouver un équilibre entre les ouvrages neufs et les travaux de conservation.

7.4. L'entretien :

C'est l'ensemble d'opérations d'inspection et de remise en état suggérées par le diagnostic dans le but de préserver l'état initial du réseau. On distingue deux types d'entretien :

7.4.1. Les type d'entretien :

7.4.1.1. Entretien préventif systématique :

Ce type d'entretien nous permet de surveiller les états physiques, hydrauliques et d'encrassement du réseau et ses accessoires d'une façon régulière, selon un programme obligatoire fait par l'exploitant en se basant sur les résultats donnés par les diagnostics. Il consiste à intervenir dans des opérations de routine tel que :

- (visite, graissage, révision) des organes mécaniques des appareils de fontainerie ;
- Vidanger et purger les réservoirs, les régulateurs de pression.
- Vérifier le bon fonctionnement des ventouses.

- Resserrer les presse-étoupes des vannes.
- Contrôler régulièrement la qualité de l'eau.....etc

7.4.1.2. Entretien exceptionnel :

Il consiste à faire des interventions prévues auparavant par les exploitants mais qui ne peuvent être programmées longtemps à l'avance, car elles concernent les défaillances survenant soudainement sur le réseau. Ce type d'entretien comprend beaucoup plus les travaux de réparation.

Remarque : Pour gérer correctement notre réseau de distribution, on doit impérativement tenir compte de son lien avec le réservoir d'alimentation, parce que on ne saurait en aucun cas gérer l'un d'eux sans l'autre, c'est pour cette raison qu'on va proposer des travaux d'entretien même pour réservoir d'alimentation malgré qu'il ne fait pas partie ni de notre agglomération ni de notre étude.

7.4.2. Entretien du réseau de distribution :

Ils consistent à réduire les pertes en eau dans le réseau de distribution, l'exploitant doit procéder à deux actions nécessaires ;

- La première est la plus importante c'est la recherche et la réparation des fuites.
- La seconde plus ou moins importante est le comptage.

7.4.2.1. Recherche et réparation des fuites :

a. Détection des fuites :

Il est à noter que la détection et la localisation des fuites restent une chose très difficile malgré la disponibilité de plusieurs méthodes de détection et cela pour les raisons suivantes :

- Les fuites ne sont pas constantes. Elles augmentent avec la pression dans les conduites
- Les divers éléments des systèmes d'alimentation ne sont pas sensibles aux déperditions de la même manière.
- La quantification des fuites ne peut se faire qu'en présence de mesures fiables effectuées sur le système; c'est la raison pour laquelle on ne peut pas évaluer l'importance des déperditions sur le plan économique.

On peut faire la détection au moyen des méthodes suivantes :

- **Méthode de recherche à grande échelle:** Elle consiste à calculer la différence entre le volume introduit dans le réseau et le volume consommé et comptabilisé. Une différence de volume permet de soupçonner des fuites d'eau dans l'un des secteurs du réseau. Et afin de délimiter la zone de la fuite, on propose l'isolement des tronçons soupçonnés de fuite et la pose de compteurs en amont et en aval de ceux-ci. Il reste ensuite à détecter la localisation exacte de la fuite par l'utilisation de méthodes plus fines. [11].

- **Méthodes acoustiques :** Le bruit de la fuite résulte du choc des molécules d'eau entre elles, de leur frottement contre les parois de l'orifice de la fuite ou finalement du choc de l'eau sur le terrain. L'écoute du bruit causé par la fuite peut se faire soit par contact direct avec la conduite et tout ce qui y est raccordé (entrée de service, vanne, borne d'incendie), soit par écoute sur le sol et ceci va nous permettre de déterminer une zone plus ou moins importante. Cette zone est embrouillée par le bruit de fond (vent, trafic routier etc.). L'utilisation d'amplificateurs mécaniques ou électroniques ou encore de corrélateurs acoustiques permet l'élimination des bruits parasites. [11].

- **Méthodes modernes:** Plusieurs méthodes modernes sont actuellement employées dans la recherche des fuites. On citera :

- Technique de photographie aérienne, notamment dans le domaine de l'infrarouge, la prise de photographies permet de déceler des zones de températures différentes résultant de la fuite.
- Utilisation des traceurs radioactifs : détection de radioactivité intense aux zones des fuites.
- Utilisation de caméras qui permettent de déceler les différentes anomalies (glissement de joints, infiltrations d'eaux polluées, branchements clandestins, etc. [11].

b. Réparation des fuites :

Après la détection des fuites, on procèdera à leur réparation, tout en prenant les dispositions suivantes:

- faire un terrassement profond pour éviter le retour d'eau polluée dans la canalisation après la coupe de la conduite ;
- ne pas procéder à la vidange de la conduite avant la fin du terrassement et le dégagement total du tronçon au droit de la fuite ;

- bien nettoyer à l'eau javellisée toutes les pièces de réparation ainsi que les parties du tuyau dégagé.
- Avant la remise en service de la conduite, il est nécessaire de la rincer et de procéder au contrôle de la qualité de l'eau.

7.4.2.2. Le comptage :

Pour diminuer au maximum les pertes provoquées par le sous comptage on propose de :

- Vérifier la sensibilité des compteurs individuels,
- Etendre le comptage dans les bâtiments publics sans compteurs,
- Installer les compteurs a chaque nouvel abonné.

7.4.3. Entretien du réservoir :

Cet entretien consiste à faire :

7.4.3.1. Un contrôle hebdomadaire :

- État de propreté, porte, fenêtre et accès, étanchéité de la fermeture.
- Aération, obstruction et détérioration des grilles de protection.
- Une analyse de la qualité de l'eau

7.4.3.2. Contrôle semestriel :

- État de l'ouvrage, fissuration.
- Trop plein et vidange, fonctionnement des clapets, nettoyage et écoulement d'eau dans la conduite de drainage.
- Contrôle de l'appareillage de mesure
- Réparation des équipements détériorés (vannes, clapets de vidange, flotteurs, etc.).

7.4.3.3.. Vidange et Nettoyage au moins une fois par an:

Les opérations de nettoyage et de désinfection des réservoirs comportent des diverses phases, comme le décapage des dépôts et rinçage des parois des poteaux et du radier avec un jet sous pression. On prend soin de ne pas détériorer les revêtements éventuels. . Ces opérations doivent être suivies de désinfection de l'ouvrage et d'un contrôle de la qualité de l'eau après remise en eau de l'ouvrage ;

7.4.4. Dispositions et moyens d'intervention:

Pour assurer une organisation convenable d'un service d'entretien et de maintenance, il est utile de :

- Faire des prévisions pluriannuelles des moyens en personnel, en matériel et en budget mis à la disposition des services d'études, d'exploitation et des groupes d'entretien ;
- Disposer d'un personnel compétent ;
- Posséder des plans de gestion donnant les caractéristiques des conduites et des autres organes du réseau, la localisation exacte des nœuds, plans qui sont à tenir à jour en permanence.
- Connaître toutes les informations utiles relatives aux fonctionnalités et tous les renseignements statistiques annuels intéressant les interventions d'entretien et les réparations effectuées sur le réseau et les ouvrages ;
- Connaître les valeurs d'exploitation, des coûts et de la gestion proprement dite des personnels et matériels. [11].

7.4.4.1. Moyens humains :

Le personnel doit avoir des compétences techniques dans différents domaines : l'hydraulique, l'électricité, l'électromécanique et l'électronique. Le nombre d'agents composant l'équipe d'intervention dépend de l'importance du réseau, de la complexité de ses équipements et du budget annuel accordé au service.

7.4.4.2. Moyens matériels :

Le choix du type et du nombre des moyens matériels à utiliser dépend du type d'intervention qui lui-même dépend du type de la défaillance. Les moyens matériels utilisés pour les interventions sont classés en deux catégories : Moyens simples (clefs, tournevis, poste à souder....) et des moyens lourds (bulldozers, pelle hydraulique, matériels de détection des fuites.....).

Conclusion :

La connaissance des différentes défaillances qui pourront avoir lieu dans le réseau. L'étude de diagnostic approfondie, et les différentes méthodes d'entretien proposées vont assurer aux exploitants une bonne gestion du réseau et cela veut dire une optimisation des coûts et une pérennité du réseau qui reste le but major de la gestion. Le choix du matériau en PEHD des

conduites contribuent largement à la bonne gestion du réseau notamment dans le problème de dépôts (entartrage). Ainsi la pérennité d'un réseau quelque soit son matériau ne pourra être maintenue que si le réseau est géré efficacement dès son premier temps de fonctionnement pour bien minimiser les fuites d'eaux et par conséquent augmenter son rendement.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale:

A travers cette étude, nous avons essayé d'apporter une contribution au projet de rénovation du réseau de distribution d'eau potable de la zone des parcs. Notre étude a englobé tous les points qui touchent à la réalisation d'un projet d'alimentation en eau potable. Elle a été menée sur deux volets, une partie basée sur la récolte de l'information et des diverses recommandations ; et une partie qui a consisté à établir le schéma directeur de l'alimentation en eau potable de la région d'étude. A travers celle-ci nous avons :

Examiné tout d'abord la zone d'étude et estimé ses besoins en eau, par la suite dimensionné le nouveau réseau de distribution en PEHD, au moyen d'un logiciel de simulation hydraulique Watercad.

Pour assurer une longévité et un bon fonctionnement, les conduites sont équipées de différents accessoires, et on a aussi défini à chacune, une pose adéquate à son emplacement dans le terrain.

Dans le but de se rapprocher le maximum à la bonne marche du chantier nous avons essayé de proposer une chronologie logique d'exécution des tâches. Ainsi que des préventions à prendre pour pouvoir assurer la protection et la sécurité des ouvriers.

Enfin, pour garantir la pérennité du projet. Nous avons cité les notions de gestion, d'exploitation et les opérations d'entretien à effectuer sur les différents ouvrages.

Nous tenons à signaler qu'il est indispensable que les gestionnaires et les exploitants accordent une importance à la maintenance et à l'entretien, et espérons que ce travail pourra apporter un plus dans la réalisation du projet sur le terrain, et qu'il sera utile pour ceux qui auraient à traiter des sujets similaires.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques:

[1] **SALAH Boualem (E.N.S.H 1994)** : Cours d'alimentation en eau potable

[2] **Bonnin J (1986)** : Hydraulique urbaine appliquée aux agglomérations de petites et moyennes importances. Edition Eyrolles, Paris.

[3] **Amrouche S, Mokhtari O (2006)** : Calcul d'un réseau d'AEP pour trois villages de la commune de Tirmatine (WTO) à partir de l'Oued Bougdoura, mémoire d'ingénieur d'état en agronomie, UMMTO.

[4].**Anonyme** : Catalogue technique des tubes polyéthylène (PE) et accessoires Chiali.

[5] **Dupont A. (1979)** : Hydraulique Urbaine, ouvrages de transport, élévation et distribution des eaux, Tome 2, édition Eyrolles, Paris.

[6] **DJEBARA.F (2008-2009)** : Contribution à l'étude du renforcement de la chaîne d'adduction de la ville de Boumerdès mémoire d'ingénieur d'état en agronomie, UMMTO tizi ouzou

[7] **CARLIER M (1972)**: Hydraulique générale et appliqué Editions Eyrolles Paris

[8] **YAHIAOULS et MOULLA.M (2009)** : contribution à l'étude de la chaîne d'adduction en eau potable de la ville de Bouira à partir de barrage de Tilesdit, mémoire d'ingénieur d'état en agronomie, UMMTO.

[9] **TUBEX** : Catalogue technique des tubes polyéthylène (PE).

[10] **Mr BEN HAFID MS** : Cours De Protection et Sécurité Du Travail(ENSH)

[11] **Gueddouj et Ouaret (2002)** : Optimisation multicritère pour la gestion d'un réseau d'AEP mémoire d'ingénieur d'état en Hydraulique Université Bejaïa

- **Documents de la D.H.W et de l'A.P.C de Bouira. (2010)**

Annexes

ANNEXES :

Annexe 2.1: Répartition horaire des pourcentages du débit maximum journalier

heures	Nombres d'habitants				
	Moins de 10000	De 10001 à 50000	De 50001 à 100000	Plus de 100000	Agglo. de type rural
1	2	3	4	5	6
0_1	1	1,5	3	3,35	0,75
1_2	1	1,5	3,2	3,25	0,75
2_3	1	1,5	2,5	3,3	1
3_4	1	1,5	2,6	3,2	1
4_5	2	2,5	3,5	3,25	3
5_6	3	3,5	4,1	3,4	5,5
6_7	5	4,5	4,5	3,85	5,5
7_8	6,5	5,5	4,9	4,45	5,5
8_9	6,5	6,25	4,9	5,2	3,5
9_10	5,5	6,25	5,6	5,05	3,5
10_11	4,5	6,25	4,8	4,85	6
11_12	5,5	6,25	4,7	4,6	8,5
12_13	7	5	4,4	4,6	8,5
13-14	7	5	4,1	4,55	6
14-15	5,5	5,5	4,2	4,75	5
15-16	4,5	6	4,4	4,7	5
16-17	5	6	4,3	4,65	3,5
17-18	6,5	5,5	4,1	4,35	3,5
18-19	6,5	5	4,5	4,4	6
19-20	5	4,5	4,5	4,3	6
20-21	4,5	4	4,5	4,3	6
21-22	3	3	4,8	4,2	3
22-23	2	2	4,6	3,75	2
23-24	1	1,5	3,3	3,7	1

Source (ouvrage d'AEP D'ABRAMOV)

Annexe 3.1 : Débits en fonction des diamètres et gradients de perte de charge.

Q (l/s)	0.4	0.7	1.0	1.5	2.0	2.2	2.2	2.5	3.0	3.5
D (mm)	50	50	50	50	50	50	75	75	75	75
1000i	1.43	3.97	7.61	160	27.3	32.6	4.51	5.77	7.97	10.7
Q (l/s)	4.00	4.5	5.0	5.2	5.2	5.5	6.00	7.00	8.0	9.1
D (mm)	75	75	75	75	100	100	100	100	100	100
1000i	13.6	16.9	20.5	22.0	5.40	6.00	7.03	12.0	12.0	15.2
Q (l/s)	9.1	10	11	12	13	13.8	13.8	16	18	20
D (mm)	125	125	125	125	125	125	150	150	150	150
1000i	6.49	7.72	9.21	10.8	12.6	14.0	6.02	8.05	10.0	12.2
Q (l/s)	22	23.6	23.6	25	30	35	40	44	44	50
D (mm)	150	150	200	200	200	200	200	250	250	250
1000i	14.5	16.5	3.94	4.38	6.14	8.18	10.5	12.5	4.29	5.45
Q (l/s)	55	60	65	71	71	80	90	100	103	103
D (mm)	250	250	250	250	300	300	300	30	300	350
1000i	6.50	7.64	8.88	10.5	4.50	5.63	7.00	8.53	9.01	4.29
Q (l/s)	110	120	130	140	144	144	150	160	170	180
D (mm)	350	350	350	350	350	400	400	400	400	400
1000i	5.03	5.92	6.87	7.89	8.31	4.31	4.65	5.24	5.87	6.53
Q (l/s)	190	200	217	217	220	240	260	280	300	320
D (mm)	400	400	400	500	500	500	500	500	500	500
1000i	7.23	7.96	9.20	3.20	3.30	3.89	4.52	5.19	5.93	6.66
Q (l/s)	340	360	380	400	420	440	460	480	500	505
D (mm)	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
1000i	7.47	8.31	9.21	9.21	11.1	13.2	13.2	14.3	15.5	15.8