

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 Tlata commune de Taher (w. Jijel) .

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0034-16

APA Citation ( APA توثيق ):

Kaidi, Djaouida (2016). Alimentation en eau potable de Tlata commune de Taher (w. Jijel)[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Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...)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 D'HYDRAULIQUE  
- ARBAOUI Abdallah –

DEPARTEMENT HYDRAULIQUE URBAINE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : Conception des Systèmes d'Alimentation en Eau Potable

**THEME :**

**Alimentation en eau potable de Tlata commune de  
Taher de la wilaya de Jijel**

Présenté par :

M<sup>elle</sup> : kaidi Djaouida

**DEVANT LES MEMBRES DU JURY**

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M <sup>r</sup> : KAHLERRAS Djillali	M.C.B	Président
M <sup>r</sup> : HEBBOUCHE Abdelhamid	M.A.A	Membre
M <sup>me</sup> : KADI Latifa	M.A.A	Membre
M <sup>me</sup> : HAOULI Samia	M.A.A	Membre
M <sup>r</sup> : SALAH Boualem	Professeur	promoteur

Septembre 2016

# Dédicace

*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 Mon promoteur SALAH Boualem.*

*A mes frères et mes sœurs.*

*A mes amis et toute ma famille de l'ENSH*

*A toute ma grande famille et mes voisins.*

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

# 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 a contribué à ma formation.

Également mes sincères remerciements à :

**Mr: KAHLERRAS Djilali**: qui m'a fait l'honneur de présider mon jury.

Aux membres de jury :

- **Mr: A.HEBBOUCHE**

- **Mme : L. KADI**

- **Mme : S.HOULI**

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

### **ملخص:**

تعاني حاليا منطقة الثلاثاء التابعة لبلدية الطاهير (ولاية جيجل) من مشكل عويص من حيث التزويد بالمياه الصالحة للشرب. وهذا يعود إلى قدم أنابيب شبكة التوزيع و صغر حجمها. 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 أجل تلبية حاجيات سكان المنطقة المدروسة.

### **Résumé :**

La zone de Tlata dans la commune de Taher (wilaya de Jijel) 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 sous dimensionné.

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.

### **Abstract:**

Zone of Tlata commune of the Taher (Jijel) knows at present a problem in the field of supplying drinking water.

This problem is due essentially to the old state of the under-sized mains under design. 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, we proceed to its suitable sizing so as to provide for wants of water in the so-called zone.

# SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
<b>Chapitre 1 : Présentation de la zone d'étude :</b>	
1.1. Introduction .....	2
1.2. Situation géographique .....	2
1.3. Situation topographique .....	3
1.4. Situation géologique .....	3
1.5. La sismicité de la région .....	4
1.6. Situation climatologique .....	4
1.6.1. Le climat .....	4
1.6.2. La pluviométrie .....	4
1.6.3. La température .....	4
1.7. L'activités .....	5
1.8. La démographie .....	5
1.9. Equipement hydrauliques actuels .....	5
1.10. Réseau de distribution .....	5
1.11. Conclusion .....	6
<b>Chapitre 2 : Estimation des besoins en eau potable</b>	
2.1. Introduction .....	7
2.2. Estimation de la Population future .....	7
2.2.1. Evolution démographique.....	7
2.2.2. Analyse du cadre bâti de l'aménagement .....	8
2.3. Catégories de consommation de la région d'étude.....	9
2.4. Choix de la norme unitaire de consommation .....	9
2.5. Évaluation de la consommation moyenne journalière .....	9
2.6. Fuites et gaspillage .....	11
2.7. Etude des variations de la consommation.....	11
2.7.1. Etude de la variation journalière .....	11
2.7.2 Détermination des consommations horaires .....	12
2.7.3. Détermination Les graphiques de consommation .....	14

2.8. Conclusion.....	14
----------------------	----

### **Chapitre 3 : Conception et dimensionnement du réseau de distribution**

3.1. Introduction .....	15
3.2. Choix du système de distribution .....	15
3.3. Topologie du réseau .....	15
3.4. Principe du tracé du réseau .....	16
3.5. Choix du matériau des conduites .....	16
3.6. Présentation du logiciel de calcul .....	19
3.7. Détermination de la capacité du stockage .....	20
3.8. Calcul hydraulique du réseau de distribution .....	21
3.8.1. Détermination des débits du réseau.....	22
3.8.2. Dimensionnement du réseau .....	24
3.8.3. Calcul des paramètres hydrauliques.....	26
3.8.4. Calcul des pressions de service du réseau (au sol) .....	28
3.9 Interprétation des résultats.....	32
3.9.1. Cas de pointe .....	32
3.9.2. Cas de pointe plus incendie .....	32
3.10. Conclusion.....	32

### **Chapitre 4 : Accessoires du réseau de distribution**

4 .1. Introduction .....	33
4 .2. Rôle des accessoires .....	33
4 .3. Robinets-vannes .....	33
4 .3.1. Robinets vannes à coin (à opercule) .....	33
4 .3.2. Les Vannes papillons.....	34
4 .3.3 Clapet anti retour .....	34
4 .3.4 Vannes de décharge .....	35
4.3.5 Robinets de branchement .....	35
4 .4. Les ventouses .....	35
4.5. Poteaux d'incendie .....	36
4.6. Pièces spéciales de raccordement .....	37

4.7. Joints de raccordements .....	37
4.8. Les manchons .....	38
4.9. Organes de mesure .....	38
4.10. By-pass .....	39
4.11. Conclusion .....	39

## **Chapitre 5 : Pose de canalisation et organisation de chantier**

5.1. Introduction .....	40
5.2. Principe de pose de canalisation.....	40
5.2.1. Pose de canalisation dans un terrain ordinaire .....	40
5.2.3. Pose de canalisation en galerie .....	41
5.2.5. Pose de canalisation en pente .....	41
5.2.6. Cas d'amarrage et de butée d'un coude .....	42
5.2.8. Pose des conduites en traversées des routes et voies ferrées .....	43
5.2.9. Pose a proximité d'une conduite d'assainissement (même tranchée) .....	43
5.2.10. Pose selon la nature des conduites .....	43
5.2.11. Traversée de route .....	44
5.3. Exécution des travaux de pose des canalisations .....	44
5.3.1. Implantation du tracé des tranchées sur le terrain.....	44
5.3.2. Excavation des tranchées .....	45
5.3.3. Constructions des regards .....	46
5.3.4. Pose des conduites .....	47
5.3.5. Epreuve de joints et de la canalisation .....	47
5.3.6. Remblaiement de la tranchée .....	47
5.3.7. Nivellement et compactage .....	48
5.3.8. Mise en service du réseau .....	48
5.3.9. Désinfection du réseau .....	48
5.4. Définitions des engins de terrassement utilisés .....	49
5.5 Planification des travaux de réseau de distribution .....	50
5.6. Conclusion .....	52

## **Chapitre 6 : Protection et sécurité du travail**

6.1. Introduction .....	53
6.2 Ampleur du problème .....	53
6.3. Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique .....	54
6.4. Liste des conditions dangereuses .....	54
6.5. Liste des actions dangereuses .....	55
6.6. Mesures préventives pour éviter les causes des accidents .....	55
6.6.1 Les partenaires de la prévention .....	55
6.6.2. Prévention technique .....	55
6.6.3. Prévention médicale .....	57
6.6.4. Prévention pour les conducteurs d'engin.....	57
6.7. Conclusion .....	58

## **Chapitre 7 : Gestion du réseau de distribution**

7.1. Introduction .....	59
7.2. Défaillances.....	59
7.3. Diagnostic.....	61
7.3.1. Phase enquête et recueil de données .....	61
7.3.2. Phase analyse de données .....	61
7.3.3. Analyse et détermination des paramètres du diagnostic .....	61
7.3.4. Estimation des coûts.....	61
7.4. L'entretien .....	62
7.4.1. Les type d'entretien .....	62
7.4.2. Entretien du réseau de distribution .....	62
7.4.3. Entretien du réservoir .....	63
7.4.4. Dispositions et moyens d'intervention.....	64
7.5. Conclusion .....	64
Conclusion générale.....	65

# Liste des tableaux

## Chapitre 1 : Présentation de la zone d'étude.

Tableau 1.1 : La pluviométrie moyenne mensuelle à la station de Taher .....	4
Tableau 1.2: températures moyennes mensuelles .....	5

## Chapitre 2 : Estimation des besoins en eau potable.

Tableau 2.1 : Nombre de population à long terme.....	7
Tableau 2.2: Tableau estimatif de la population actuelle de la zone d'étude.....	8
Tableau 2.3: Tableau estimatif de la population futur de la zone d'étude.....	8
Tableau 2.4 : Consommation moyenne de la population.....	10
Tableau 2.5:débit moyen des différents consommateurs.....	10
Tableau 2.6: Besoins en eau potables de la ville de Tlata à l'horizon actuel (2016).....	11
Tableau 2.7 : Récapitulatif des débits moyens, maximums et minimums journaliers.....	12
Tableau 2.8: Récapitulatif des débits maximums et minimums journaliers.....	13
Tableau 2.9 : Balance ressources / besoins .....	15

## Chapitre 3 : Conception et dimensionnement du réseau de distribution.

Tableau 3.1: Détermination de la capacité du stockage.....	21
Tableau 3.2: Résultat du calcul du volume total du stockage.....	21
Tableau 3.3 : Récapitulatif des débits de calcul (cas de pointe).....	22
Tableau 3.4 : Calcul des débits aux nœuds (cas de pointe).....	23
Tableau 3.5: valeurs de $K'$ , b, m.....	25
Tableau 3.6 Calcul des diamètres et des vitesses (cas de pointe) .....	26
Tableau 3.7 : Caractéristiques hydrauliques et géométriques des tronçons (cas de pointe).....	26
Tableau 3.8 : Caractéristiques hydrauliques et géométriques des tronçons (cas de pointe+incendie)..	27
Tableau 3.9 : Caractéristiques hydrauliques et géométriques des nœuds (cas de pointe).....	28
Tableau 3.10: Caractéristiques hydrauliques et géométriques des nœuds (cas de pointe+incendie)...	29

## Chapitre 5 : Pose de canalisation et organisation de chantier.

Tableau 5.1 : coefficient du talus en fonction de la profondeur de la tranchée.....	46
Tableau 5.2: Produits de désinfection (Doses et temps de contact).....	49
Tableau 5.3 : temps de réalisation des opérations de réseau de distribution.....	51
Tableau 5.4: tâches qui précèdent et qui succèdent chaque opération du réseau.....	51
Tableau 5.5 : détermination des délais.....	52

## Chapitre 7 : Gestion du réseau de distribution.

Tableau 7.1 : Récapitulatif des résultats d'analyse d'eau de barrage EL-AGREM.....	61
--	----

# Liste des figures

## Chapitre 1 : Présentation de la zone d'étude.

Figure 1.1 : Périmètre administratif du territoire d'étude.....	2
Figure 1.2 : la géologie de la zone d'étude.....	3

## Chapitre 2 : Estimation des besoins en eau potable.

Figure2.1 Graphique de consommation horaire.....	14
--	----

## Chapitre 3 : Conception et dimensionnement du réseau de distribution.

Figure 3.1: Vitesse et pression pour le cas de pointe.....	30
Figure 3.2: Vitesse et pression pour le cas de pointe plus incendie.....	31

## Chapitre 4 : Accessoires du réseau de distribution.

Figure 4.1: Clapet à simple battant.....	34
Figure 4.2: Clapet à double battant.....	35
Figure 4.3: Ventouse Automatique Simple Fonction.....	36
Figure 4.4: poteau d'incendie.....	37
Figure 4.5 : différents types de Joints.....	38

## Chapitre 5 : Pose de canalisation et organisation de chantier.

Figure5.1 : Pose de canalisation en terre.....	41
Figure 5.2 : Pose de canalisation en galerie.....	41
Figure 5.3 : Pose de canalisation en pente.....	42
Figure 5.4 : Les butées.....	42
Figure 5.5 : Pose à proximité d'un cours d'eau usée.....	43
Figure 5.6 : Traversée d'une route au moyen d'une gaine.....	44
Figure 5.7 : Traversée d'une route au moyen d'enrobage dans le béton.....	44
Figure 5.8 : Schéma d'une tranchée avec une conduite circulaire.....	45
Figure 5.9: Construction d'un regard.....	47
Figure 5.10 : Réseaux à nœuds et calcul du temps de réalisation du réseau de distribution...52	

## Chapitre 6 : Protection et sécurité du travail.

Figure 6.1 : équipements de protection individuelle.....	56
--	----

## **Listes des planches :**

- 1- Trace en plan du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Tlata (w.Jijel)
- 2- Profil en long de la conduite principale du réseau de distribution de la ville de Tlata w.Jijel (tronçon : réservoir existant – nœud).
- 3- Les accessoires dans un réseau d'alimentation en eau potable.
- 4- Schéma de montage aux nœuds.

# **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 déjà engagée dans des vastes programmes dans le secteur hydraulique, elle a fait le 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 les systèmes de transfert d'eau, et optimiser le taux de raccordement aux réseaux d'AEP en le portant à 98% en 2014.

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 intéressons à l'étude sur la conception d'un nouveau réseau de distribution d'eau potable de la commune de Tlata la wilaya de Jijel. Notre région d'étude est alimentée actuellement à partir d'un réservoir depuis une trentaine d'années de capacité 1000m<sup>3</sup>.

La fonction de base d'un réseau de distribution d'eau est de satisfaire les besoins des usagers en eau. Cette eau doit être de bonne qualité respectant les normes de potabilités et à une pression et en quantité suffisantes.

Mettre à niveau l'état et le fonctionnement des réseaux d'eau potable demande des gestionnaires en rénovant des conduites existantes, ou encore en installant des nouvelles conduites pour satisfaire la demande des nouveaux consommateurs ou pour renforcer la fiabilité d'un réseau.

Notre étude consiste à traiter la situation actuelle du centre de façon à ressortir les besoin en eau potable, l'évolution démographiques, l'état des ces infrastructures hydraulique tels que le forage et le réservoir de stockage afin de faire le dimensionnement d'un réseau d'AEP fiable assurant une alimentation efficace pour chaque abonné.

# **Chapitre 1**

## **Présentation de la zone d'étude**

## PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE :

### 1.1. Introduction :

Avant tout projet d'alimentation en eau potable, l'étude du site est nécessaire pour connaître toutes les caractéristiques du lieu et les facteurs qui influent sur la conception du projet. Parmi ces facteurs la situation de la zone d'étude du point de vue géographique, topographique et géologique du site qui nous permettront de prendre les dispositions nécessaires lors de la réalisation des travaux, et pour connaître la situation climatique, démographique et hydraulique afin de mener à bien notre travail.

### 1.2. Situation géographique :

L'agglomération secondaire de Tlata est située au Nord du chef lieu de Taher à proximité de L'aéroport. Elle est traversée par le chemin de wilaya N°147 qui forme sa limite Ouest  
L'AS de Tlata limitée :

Au Nord : par des terrains agricoles.

A l'Est : par des ravins.

A l'Ouest : par le chemin de wilaya N°147

Au Sud : par des terrains agricoles

La superficie d'étude de l'agglomération secondaire est de 112.50ha dont 42.62 ha sont des terrains non urbanisables.



Figure 1.1 : Périmètre administratif du territoire d'étude

### 1.3. Situation topographique :

La topographie joue un rôle important dans les études d'alimentation en eau potable en effet le schéma d'alimentation peut varier d'un relief à un autre, suivant que le terrain est plat ou accidenté, d'où le terrain représente une irrégularité moyenne.

Le territoire relevant de la ville de Tlata est composé essentiellement de terrain à moyen pente.

### 1.4. Situation géologique :

La ville de Tlata appartient au bassin Néogène marin de Jijel, constituée de dépôts miopocènes marne, argile, calcaire, dépôts actuels, sable dunaires, dépôt de terrasses alluviales, d'oueds (cailloux, blocs, les conglomérats, éboulis.....)

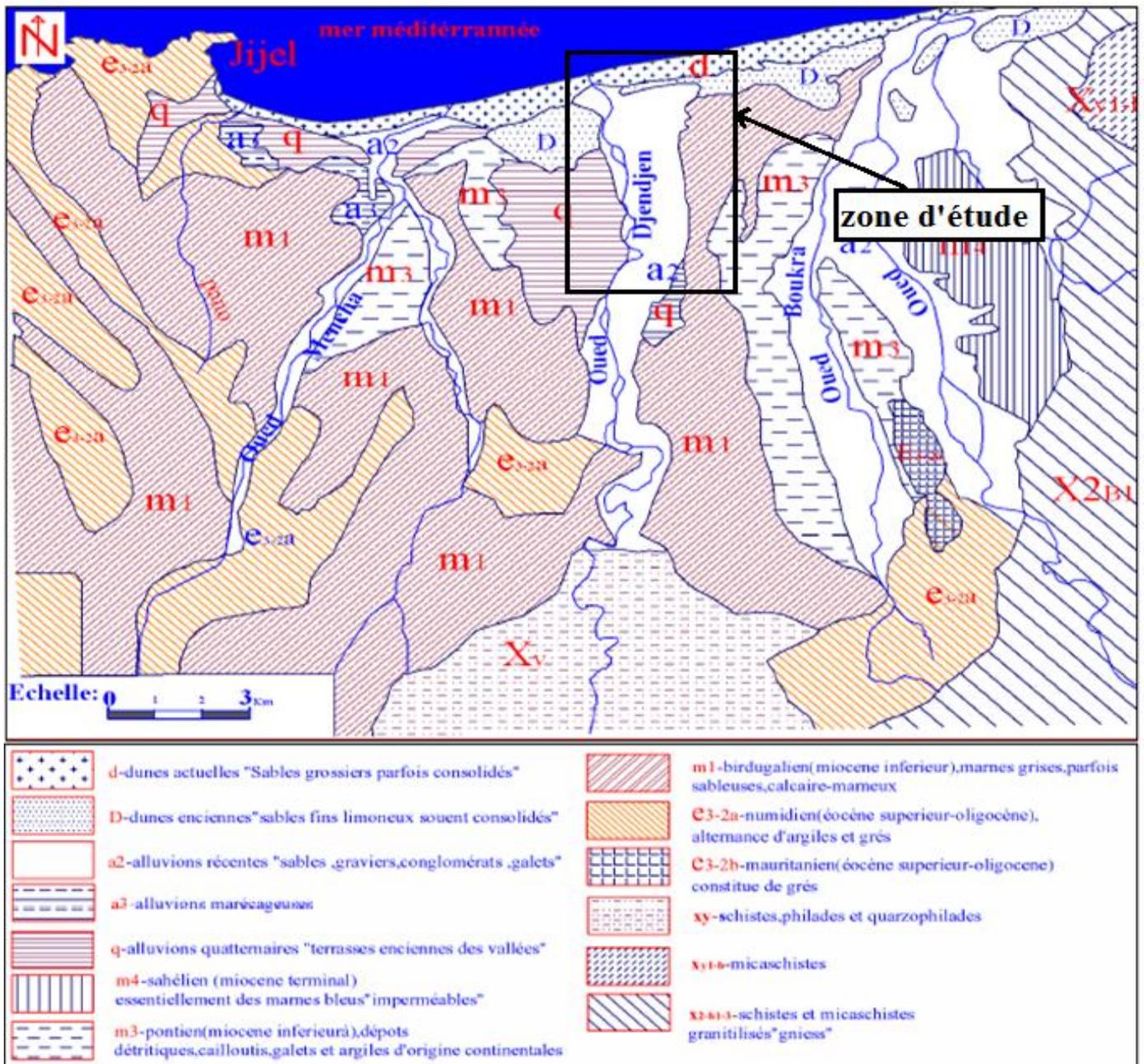


Figure 1.2 : la géologie de la zone d'étude

(D'après M. E. Ficheur, 1971 « modifiée 2009 »)

## 1.5. La sismicité de la région :

Selon le règlement parasismique algérien RPA 2003 survenu suite au séisme du 21/05/2003, le territoire algérien serait partagé en cinq zones de sismicité croissante :

Zone 0 : de sismicité négligeable.

Zone I : de sismicité faible.

Zone II : de sismicité moyenne.

Zone III : de forte sismicité.

La région de Jijel (commune de Taher la ville de Tlata) serait classée dans la zone II, de sismicité moyenne, pouvant entraîner des dégâts forts importants.

## 1.6. Situation climatologique :

### 1.6.1. Le climat :

Du fait de sa position littorale, un climat maritime caractérise la zone étudiée, avec des hivers humides et pluvieux et des étés chauds.

Pour la caractérisation du climat de la plaine étudiée, nous nous basons sur des données météorologiques recueillies en trois stations soumises sensiblement au même régime climatique

### 1.6.2. La pluviométrie :

Les données relevées sur une période de 50 ans par la station de Taher sont résumées

Comme suit :

La moyenne annuelle des précipitations est de 1178 mm ; la période de pluviométrie s'étend entre le mois d'Octobre et de Avril, tandis que les mois les plus pluvieux sont les quatre mois qui sont Décembre avec 200 mm, Janvier 194 mm, Février 147mm et Mars 127 mm.

Les précipitations moyennes mensuelles sont représentées dans le tableau I.1 ci après :

Tableau 1.1 : La pluviométrie moyenne mensuelle (mm) à la station de Taher :

saison	Automne			Hiver			Printemps			été			$P_{moy}$ annuelles
Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	1178
P (mm)	70.7	101	146	200	194	147	127	82.7	69.8	19.5	6.8	13.5	

Source : station de Taher pour une période de 50 ans

### 1.6.3. La température :

La moyenne annuelle des températures est de 11.6 degré pendant l'hiver et 26.2 degrés pendant l'été.

Tableau 1.2: températures moyennes mensuelles :

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	jan	Fev	mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
"T" moy	24.16	21.1	14.96	12.5	11.7	11.46	13.62	15.23	18.47	21.61	24.83	25.56

Source : la station de l'Achouat (Période : 1987-2008)

### 1.7. L'activités :

Le centre est à vocation agricole.les cultures pratiquées sont essentiellement céréalières.

L'industrie reste insignifiante car la région est dépourvue de projet pouvant mettre en valeur les ressources naturelles.

### 1.8. La démographie :

L'étude de la population occupe une place fondamentale dans notre étude, dans la mesure où elle fournit des éléments appréciables (type de population, catégorie de sous population, comportement sociaux,...etc.) pouvant déterminer le développement urbain.

D'après le dernier recensement qui a été effectué par le service de l'APC de Taher (2008), la population de la ville de Tlata a été de 3732 habitants, avec un taux d'accroissement de 2.17% (source RGPH 1998).

### 1.9. Equipement hydrauliques actuels :

#### 1.9.1. Ressources :

Le centre de Tlata est attaché administrativement à la commune de TAHER., alimenté à partir du forage (plaine d'Oued Djendjen N°32). Son débit est de 32 l/s, mais dernièrement son débit a diminué à cause du colmatage. L'exploitation de ce dernier sera de 8 l/s seulement et il ya un renforcement de la capacité de stockage, d'un débit de 41 l/s à partir du barrage EL-AGREM.

#### 1.9.2. Réservoirs:

La zone de Tlata dispose d'un réservoir d'une capacité de 1000 m<sup>3</sup> est alimentée à partir des deux sources le forge de Djendjen et le Barrage d'El-Agrem. Ce réservoir est un château d'eau, qui a une cote de terrain de 78.785m avec 6m de hauteur du terrain et une cote de trop plein de 88.78 m dans un bon état.

#### 1.9.3 Réseau de distribution :

Le centre de Tlata dispose actuellement un réseau d'AEP vétuste, par contre la ville a connu une évolution assez rapide en construction sans prendre en considération la capacité du réseau ce fait, a influencé négativement sur ce dernier réseau.

Ajoutant à ça, la programmation dans le cadre du nouveau PDAU, d'autres POS qui compliquera davantage le fonctionnement du réseau d'AEP, tous ces paramètres ne permettent pas au réseau d'AEP existant de répondre aux besoins de la population à long terme.

Afin de résoudre cet épineux problème, le centre sera doté dans le cadre de cette étude d'un nouveau réseau d'AEP qui permettra à chaque abonné d'avoir un débit suffisant et une bonne pression.

L'alimentation actuelle se fait à partir du réservoir existant 1000 m<sup>3</sup>, le réseau d'AEP est alimenté à l'aide de 03 conduites de distribution (DN160mm, DN110mm en PVC et la troisième en DN66/75mm, elle alimente l'aéroport de Taher).

#### **1.10. Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons défini les données nécessaires concernant notre région, et on constate que, du point de vue topographique, le terrain représente une irrégularité moyenne. La situation hydraulique est caractérisée essentiellement par la mobilisation de ressource souterraines et de surface pour l'horizon actuel, à partir des informations disponibles dans la région à étudier.

Nous allons donc, procéder dans le chapitre qui suit au calcul des besoins en eau de la ville de Tlata.

# **Chapitre 2**

## **Estimation des besoins en eau potable**

## ESTIMATION DES BESOINS EN EAU POTABLE

### 2.1. Introduction :

L'estimation des besoins en eau d'une agglomération nous exige de donner une norme fixée pour chaque catégorie de consommateur. Cette norme unitaire (dotation) qui 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. Ceci en se basant sur les données du recensement national de la population, les statistiques relatives au taux de natalité, 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 le type des activités humaines.

### 2.2. Estimation de la Population future :

Pour l'estimation de la population future, afin de satisfaire les besoins à long terme, nous basons sur la population référenciée, la domination du style de vie par les anciennes valeurs et tradition, et aussi par l'adoption de l'affectation des sols retenue par le P.D.A.U.

#### 2.2.1. Evolution démographique:

Tenant compte de l'orientation spatiale afin de nous rapprocher de la définition des besoins en eau potable de l'aire d'étude à court, moyen, long terme (2045) horizon qui nous admis pour l'échelonnement du processus d'aménagement hydraulique du centre. IL est extrêmement difficile de simuler l'avenir d'une agglomération avec certitude .Nous avons donc admis que le taux de croissance adopté est de 2.17% (RGPH 1998) AVEC un horizon de 29 ans.

En conséquence la formule suivante nous permet d'estimer la population future :

$$P_n = P_0 (1 + \alpha)^n \quad (\text{II.1})$$

Avec :

$P_n$  : la population à l'horizon de calcul.

$P_0$  : Population à l'année de référence.

$\alpha$ : Taux d'accroissement de la population en %.

$n$  : Nombre d'années séparant les deux horizons.

Tableau 2.1 : Nombre de population à long terme

Horizons	2008	2016	2045
Taux d'accroissement %	2.17	2.17	2.17
Nombre d'habitants	3732	4432	8259

L'examen du tableau II.1 montre que la population de la ville de Tlata à long terme s'élève à 8259 habitants.

### 2.2.2. Analyse du cadre bâti de l'aménagement :

L'opération de l'aménagement intervient dans les espaces urbanisés et ceux non encore explorés. Ces interventions seront axées sur la coordination fonctionnelle des espaces urbains matérialisés par l'affectation spatiale de différentes compositions urbaines du site.

Il ressort de cet aménagement une nouvelle structure urbaine projetée, qui nécessite des opérations de rénovation : c'est le cas de la zone située au Sud et à l'Est du centre.

Notre plan d'occupation des sols (POS) comporte 2389 logements collectifs dont 842 sont existants et 1547 sont projetés à long terme.

#### 2.2.2.1. Evaluation de la population actuelle:

Pour éviter toute sous-estimation de la population future, nous supposons pour le calcul que les 2389 logements sont habités en totalité, avec un taux d'occupation (TOL) de 5 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 2.2: Tableau estimatif de la population actuelle de la zone d'étude

nombre de logements	TOL (pers/logt)	Le nombre d'habitants
842	5	4210

#### 2.2.2.2. Evaluation de la population future :

Pour l'utilisation de l'espace et une exploitation rationnelle des terrains, notre plan d'occupation des sols (POS) se compose de plusieurs interventions urbaines, et d'autre zones ont été réservées pour des équipements projetés qui créeront une certaine animation (marché, école primaire.....) Ces interventions urbaines sont préconisées à court- moyen et long terme.

Tableau 2.3: Tableau estimatif de la population futur de la zone d'étude

nombre de logements existants	nombre de logements projeté	nombre de logements total	TOL (pers/logt)	Le nombre d'habitants
842	1547	2389	5	11945

**N.B :** le dimensionnement du réseau d'AEP sur la base de 11945 habitants permettra à la ville d'avoir un réseau d'AEP fiable. Il assura un débit suffisant pour chaque abonné, par contre, le réseau d'AEP sera sous dimensionné si en se basant sur le débit de pointe calculé sur la base du nombre d'habitants en fonction de la formule des intérêts composés.

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

La consommation d'eau varie en fonction du type de consommateur. Mais avant tout projet d'alimentation en eau potable, Il est nécessaire de procéder à un recensement de toutes les catégories de consommateurs rencontrés au niveau d'une agglomération.

Il est nécessaire de se pencher sur les différentes catégories de besoins dans notre cas, nous avons les:

- Besoins domestiques ;
- Besoins scolaires ;
- Besoins sanitaires ;
- Besoins administratifs ;
- Besoins socioculturels ;
- Besoins d'incendie ;

Il est très difficile d'évaluer avec précision les besoins en eau d'une agglomération à cause de l'absence des systèmes de comptage au niveau des réservoirs et des conduites de distribution.

### 2.4. Choix de la norme unitaire de consommation :

La dotation ou la norme de consommation 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 :

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

### 2.5. Évaluation de la consommation moyenne journalière :

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

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

Avec :

$Q_{moy.j}$  : 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 et pour les grandes agglomérations, donc en se basant sur les tendances et les recommandations internationales, la dotation moyenne par habitant et par jour se situe comme suit :

- Ville de moins de 20000 hab. : 150 à 200 l/j/hab.
- Ville de 20000 à 100000 hab. : 200 à 300 l/j/hab.
- Ville de plus de 100000 hab. : 300 à 350 l/j/hab.

Pour le cas de notre projet, le calcul des besoins domestiques est jugé qu'une dotation de 175 litres/jour/habitant sera suffisante pour satisfaire les besoins de toute la population pour le long terme, les résultats sont représentés dans le tableau ....ci après :

Tableau 2.4 : Consommation moyenne de la population

Horizon	Nombre d'habitants	Dotation (l/j/hab)	Débit moyen (m <sup>3</sup> /j)	Débit moyen (l/s)
4045	11945	175	2090.375	24.19

### 2.5.2. La consommation moyenne journalière des différents équipements :

Ils englobent les différents services de notre plan d'occupation (POS). Le POS possède des équipements existants, projetés, et d'autres en cours de réalisation. (Scolaires, Administratifs, Sanitaires, Culturels, et Services publics.....) et le choix de la dotation est varié selon la catégorie. Les valeurs sont indiquées dans le tableau (2.5).ci-après:

Tableau 2.5:débit moyen des différents consommateurs

Catégories de Consommateurs	Type de Besoins	Equipements	Unité de base	Nombre	Dotation (l/j/unité)	Qmoy, j (m3/j)
Domestique	Domestique		Hab	11945	175	2090.375
Equipements publics	scolaire	2 primaires	élève	450	10	4.5
		CEM	élève	320	10	3.2
		Ecole coranique	élève	215	10	2.15
	administratif	APC	employé	35	15	0.525
		PTT	employé	15	15	0.225
		police	Agent	60	15	0.9
		poste	employé	20	10	0.2
	sanitaire	Polyclinique	patient	40	20	0.8
		Salle de soin	patient	40	20	0.8
	Socioculturels Commerciaux	mosquée	fidèle	800	5	4
		Restaurant	repas	200	30	06
		Boulangerie	unité	3	300	0.9
		Boucherie	Unité	35	50	1.75
		Douche publique	Unité	12	1000	12
cafés		clients	400	10	04	
Station d'essence		unité	05	800	04	
Salle de sport	vestiaire	01	500	0.5		

Catégories de Consommateurs	Type de Besoins	Equipements	Unité de base	Nombre	Dotation (l/j/unité)	Qmoy, j (m3/j)
		marché	M <sup>2</sup>	2130	05	10.65
arrosages	Equipements de loisirs	Jardins publics	M <sup>2</sup>	11000	05	55
		rues	M <sup>2</sup>	3000	05	15
autre		Terrain à aménagé	unité	01	18000	18

Après une étude détaillée des différents besoins en eau, nous dressons un tableau récapitulatif des différentes catégories de consommations afin qu'on puisse calculer la consommation moyenne journalière.

Tableau 2.6: Besoins en eau potables de la ville de Tlata à l'horizon actuel (2016)

Catégorie Des besoins	Domestique	Equipements publics				Arrosage et autre	Total
		Administratif	Scolaires	Sanitaires	Socio - Culturels et Commerciaux		
Qmoy, j (m3/j)	2090.375	1.85	9.85	1.6	43.8	88	2235,475
		57.1					

## 2.6. Fuites et gaspillage :

De plus aux besoins des différents types de consommateurs, on tient compte des fuites et gaspillage qui sont considérés comme un besoin dont Le gaspillage dû aux habitudes des consommateurs et les fuites sont des pertes inévitables qui sont situées à différents niveaux : (la prise d'eau, la station de traitement, les stations de pompage, les réservoirs, les réseaux d'adduction et de distribution, les joints, les vannes etc.....), et le volume de ces pertes dépend du :

- ✓ L'âge et l'état de réseau.
- ✓ La compétence et l'efficacité du service de maintenance du réseau.

Ces pertes et gaspillages représentent 20% à 30% du  $Q_{moy,j}$  pour un réseau neuf, et peuvent atteindre jusqu'à 50% pour un réseau vétuste.

**N.B :** Dans notre cas on estime ces pertes et gaspillage à 20% du  $Q_{moy,j}$

$$Q_{moy,j} = 1.2 * 2235,475 = 2682.57 \text{ m}^3/\text{j}$$

## 2.7. Etude des variations de la consommation :

### 2.7.1. Etude de la variation journalière :

Le débit de la consommation en eau potable n'est pas constante, il est relatif au jour de la plus petite ou la plus grande consommation pendant l'année et sa variation présente des minimums et des

maximums qui sont caractérisées par des coefficients d'irrégularité maximum  $K_{max,j}$  et minimum  $K_{min,j}$ .

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

C'est la consommation d'eau maximale du jour pendant l'année, il est utilisé comme élément de base dans les calculs de dimensionnement du réseau de distribution et d'adduction, il nous permet de dimensionner toute la chaîne de distribution: Il est donné par :

$$Q_{max,j} = K_{max,j} * Q_{moy,j} \quad (II.3)$$

Avec :

$Q_{max,j}$  : Débit maximum journalier en  $m^3/j$  ;

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

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

**NB** : pour notre étude nous prenons  $K_{max,j} = 1,3$  ;

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

C'est la consommation minimale d'eau du jour pendant l'année. Il est donné par :

$$Q_{min,j} = K_{min,j} * Q_{moy,j} \quad (II.4)$$

Avec :

$Q_{min,j}$  : Débit minimum journalier en  $m^3/j$  ;

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

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

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

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

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

Tableau 2.7 : Récapitulatif des débits moyens, maximums et minimums journaliers.

Horizons	$Q_{moy,j}$		$K_{max,j}$	$Q_{max,j}$		$K_{min,j}$	$Q_{min,j}$	
	$m^3/j$	l/s		$m^3/j$	l/s		$m^3/j$	l/s
2045	2682,57	31,04	1.3	3487,34	40,36	0.7	1877,79	21,73

### 2.7.2 Détermination des consommations horaires :

La consommation en eau potable d'une agglomération subit de grandes variations. Elle dépend tout d'abord de la vocation et de l'étendue de l'agglomération et dans une même agglomération la consommation d'eau varie durant la journée, elle est faible pendant certaines heures et très importante dans d'autres.

Dans la présente étude, pour la détermination du débit de pointe, nous avons opté pour la méthode donnant la variation horaire de la consommation totale dans divers centres d'agglomération en se

basant sur l'annexe ... qui montre le pourcentage horaire du débit maximum journalier. et cela en fonction du nombre d'habitants donc :

$$Q_h = (P\% * Q_{moy,j})/100.....en (m^3/h) \quad (II.5)$$

Avec :

$Q_h$  = débit horaire nécessaire

P% = pourcentage horaire.

Pour notre cas on a choisi la répartition variant entre **10001 à 50000** hab. (puisque le nombre d'habitants à l'année **2045** est de **11945** hab.).

Les résultats sont représentés dans le Tableau (2.8) ci-après :

Tableau 2.8: Récapitulatif des débits maximums et minimums journaliers.

Heures	Consommation totale $Q_{max,j}=3487,34m^3/j$		Consommation cumulée	
	C %	$M^3/h$	C %	$M^3/h$
0-1	1,5	52,31011	1,5	52,310115
1-2	1,5	52,310115	3	104,62023
2-3	1,5	52,310115	4,5	156,930345
3-4	1,5	52,310115	6	209,24046
4-5	2,5	87,183525	8,5	296,423985
5-6	3,5	122,056935	12	418,48092
6-7	4,5	156,930345	16,5	575,411265
7-8	5,5	191,803755	22	767,21502
8-9	6,25	217,958813	28,25	985,173833
9-10	6,25	217,958813	34,5	1203,13265
10-11	6,25	217,958813	40,75	1421,09146
11-12	6,25	217,958813	47	1639,05027
12-13	5	174,36705	52	1813,41732
13-14	5	174,36705	57	1987,78437
14-15	5,5	191,803755	62,5	2179,58813
15-16	6	209,24046	68,5	2388,82859

Heures	Consommation totale $Q_{max,j}=3487,34m^3/j$		Consommation cumulée	
	C %	M <sup>3</sup> /h	C %	M <sup>3</sup> /h
16-17	6	209,24046	74,5	2598,06905
17-18	5,5	191,803755	80	2789,8728
18-19	5	174,36705	85	2964,23985
19-20	4,5	156,930345	89,5	3121,1702
20-21	4	139,49364	93,5	3260,66384
21-22	3	104,62023	96,5	3365,28407
22-23	2	69,74682	98,5	3435,03089
23-24	1,5	52,310115	100	3487,341

**NB** : D'après le tableau (2.8) ci-dessus on déduit que :

Un débit de pointe  $Q_{max,h} = 217,95 m^3/h$  entre 8h et midi.

Un débit minimum  $Q_{min,h} = 52,31 m^3/h$  entre 23h et 4h du matin.

### 2.7.3. Détermination Le graphique de consommation :

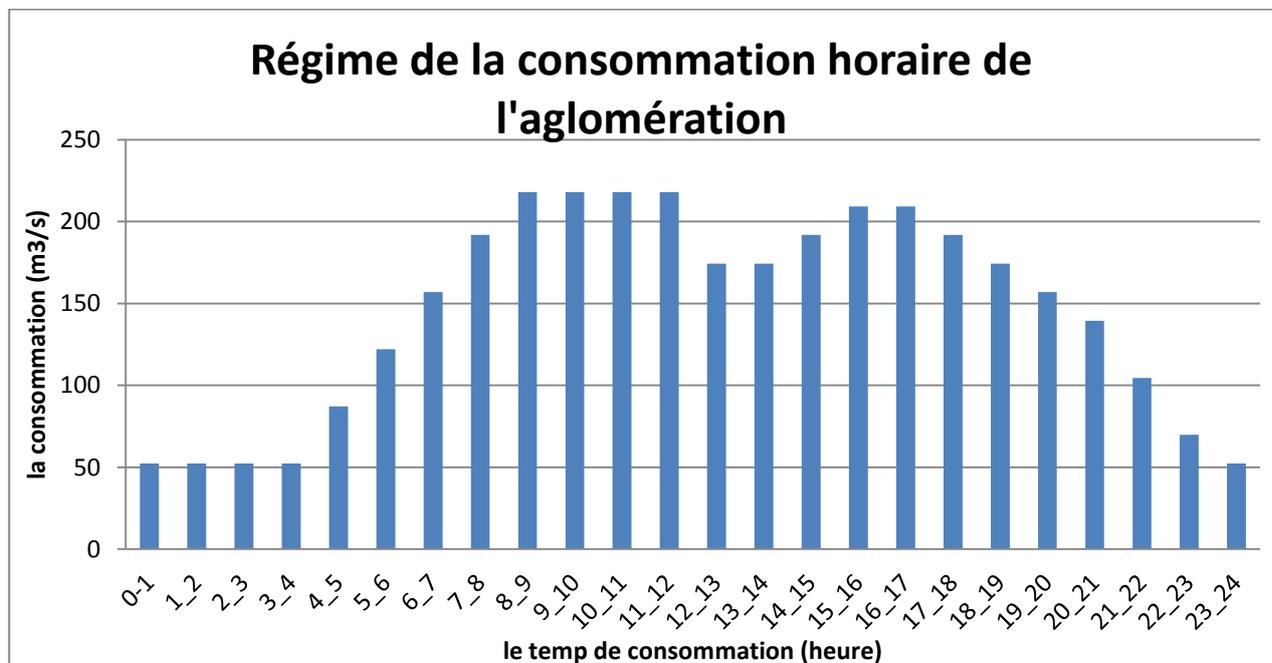


Figure2.1 Graphique de consommation horaire

### Bilan ressources besoins :

Le bilan de ressources hydrique disponible dans la région comparées aux besoins en eau de la ville de Tlata est donné dans le tableau suivant sachant que le débit des ressources (forage plus barrage) est de  $Q_R = (8+41)$  l/s.

Tableau 2.9 : Balance ressources / besoins :

Q max.j (l/s)	$Q_R$ (l/s)	Surplus (l/s)	Déficit (l/s)
40.36	49	8.63	/

D'après le tableau si dessus on remarque que les ressources en eau peuvent couvrir le manque d'eau dans notre zone d'étude et assurer l'alimentation en eau potable à long terme 2045 pour chaque abonnée.

### 2.8. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons essayé de calculer et estimer les besoins en eau de notre région à l'horizon de calcul. L'étude des différentes catégories des besoins que nous avons effectués, est basée sur les dotations qui sont fixées selon le plan du développement national. Afin de transférer cette quantité vers les ouvrages de stockage nous avons 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 qui est l'objectif du chapitre suivant.

# **Chapitre 3**

## **Conception et dimensionnement du réseau de distribution**

## CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DU RESEAU DE DISTRIBUTION

### 3.1. Introduction :

Le réseau de distribution est un système de conduites et d'organes hydrauliques connectés entre eux. Cet enchaînement de conduites permet l'arrivée de l'eau vers les consommateurs, et cela à travers des branchements pratiqués sur ce dernier.

En général Le réseau de distribution d'eau potable a toujours le souci de couvrir les besoins (domestiques, d'arrosage et d'incendies etc.....) actuels et futurs des consommateurs, en quantité et qualité suffisantes. Il a aussi le souci de veiller à la bonne gestion et à la perfection de toutes les infrastructures concourant l'approvisionnement en eau. Ce réseau doit être en mesure de fournir, des pressions et des vitesses acceptables, des débits et des volumes d'eau requis.

### 3.2. Choix du système de distribution :

Le choix du système à adopté en fonction du relief du plan de masse de la zone d'étude. Il existe deux types de fonctionnement :

#### 3.2.1. Cas du réservoir de tête

Le réservoir de tête est préféré dans un plan de masse à relief accidenté. Le réservoir est placé dans ce cas entre la source et le réseau. Le réseau travaille sous une charge stable créée par le réservoir dans ce cas de fonctionnement, la réserve d'incendie est stockée dans le réservoir. Le réseau de distribution fonctionne pour deux cas. Le cas de point et le cas de point + incendie, le réservoir doit être placé à une cote suffisante pour une pression au sol suffisante en tout point de réseau

#### 3.2.2. Cas du contre réservoir :

Le contre réservoir à opté pour un plan de masse allongé à relief plat, dans ce cas, nous avons le réseau placé entre la station de pompage et le château d'eau dans ce type de fonctionnement nous avons quatre cas de calcul possible, cas de point, cas de point+ incendie, cas de transit et cas où la pompe est à l'arrêt.

**N.B :** Notre plan de masse est à relief accidenté, donc on a choisi le système de distribution avec un réservoir de tête. Dans ce système, les pompes refoulent directement vers le réservoir de stockage puis la distribution sera gravitaire à partir du réservoir vers le réseau de distribution.

### 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 termes de topologie et suivant la structure et l'importance de l'agglomération, nous distinguons :

### *3.3.1. Réseau ramifié :*

Le réseau ramifié est un réseau qui est constitué par une conduite principale et des conduites secondaires (branches) tout au long de la conduite principale ; c'est un réseau arborescent. Ce réseau n'assure aucune distribution de retour, il suffit qu'une panne se produise sur la conduite principale pour que toute la population à l'aval soit privée d'eau. Il est destiné pour des agglomérations dont la densité est épars.

### *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. Les réseaux mixtes (ramifiés+maillés) :*

Un réseau mixte est un réseau combiné constitué d'une série de tronçons disposés de telle manière qu'il soit possible de décrire une ou plusieurs mailles fermées combiné avec des ramifications en suivant le tracé.

**N.B :** La densité de notre agglomération est épars donc nous avons disposé un réseau ramifié.

## **3.4. Principe du tracé du réseau :**

Le tracé du réseau dépend du plan d'urbanisation, de l'emplacement des consommateurs et du relief, donc il se fait comme suite :

- Tout d'abord, il faut repérer l'emplacement des grands consommateurs.
- repérer les quartiers ayant une densité de population importante ;
- Déterminer le sens principal de l'écoulement d'eau pour pouvoir tracer les conduites maîtresses dans ce sens
- 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 par des conduites secondaires (branches).

## **3.5. Choix du matériau des conduites :**

Dans le but du bon choix du type de matériau, on prend en compte les paramètres suivants:

- Le diamètre
- La pression de service à supporter par le matériau
- Les conditions de pose
- Le prix de la conduite
- La durée de vie du matériau
- La disponibilité de ce dernier sur le marché

### 3.5.1. Les Tuyaux métalliques :

#### *a- Tuyaux en fonte*

Les tuyaux en fonte présentent plusieurs avantages mais beaucoup plus des inconvénients.

#### ➤ **Avantages :**

- Bonne résistances aux sollicitations du fluide ;
- Bonne résistance aux chocs et aux charges compressible ;
- Longueur des conduites variant de 6 à 16m, ce qui réduit le nombre de joints, par conséquent, une réduction des risques de fuites
- Facilité de pose.

Une durée de vie d'environ 30 ans.

#### ➤ **Inconvénients**

- Risque de déformation des conduites pendant leur transport et un cout très élevé pendant la pose ;
- Mauvaise résistance au cisaillement ;

#### *b- Tuyaux 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.

#### ➤ **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).
- elles sont soudables.
- elles présentent une bonne étanchéité.
- elles peuvent supporter des pressions élevées.
- elles sont disponibles sur le marché.
- elles 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, elles 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.

### 3.5.2. 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.

### 3.5.3. Les conduites en plastiques (thermoplastiques) :

#### 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 :  $\text{CH}_2\text{CHCl}$ . Le PVC est une poudre blanche, le point de fusion se situe à  $150^\circ\text{C}$  et le produit se ramollit à  $75^\circ\text{C}$ ,

#### ➤ 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.

### *b- Tuyaux en P.E.H.D*

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. 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  $115^\circ\text{C}$  et  $130^\circ\text{C}$

#### ➤ **Avantages**

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

#### ➤ **Inconvénient**

- Ils nécessitent une grande technicité pour la jonction.

Dans notre cas, nous avons opté pour les tuyaux en polyéthylène, suite à des nombreux avantages qu'ils procurent.

**N.B** : Dans notre cas nous avons opté pour les conduites en PEHD.

### **3.6. Présentation du logiciel de calcul :**

Après le calcul des débits aux nœuds et les débits en route pour chaque tronçon, nous allons procéder à une simulation du comportement hydraulique par nouveaux logiciels plus performants et offrant une meilleure gestion des réseaux de distribution avec le logiciel **EPANET**. On va vérifier la fiabilité de notre réseau c.à.d. déterminer les vitesses et les pressions dans le réseau.

#### *3.6.1. Ce qu'est EPANET ?*

EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression. Un réseau est un ensemble de tuyaux, nœuds (jonctions de tuyau), pompes, vannes, bâches et réservoirs. EPANET calcule le débit dans chaque tuyau, la pression à chaque nœud, le niveau de l'eau dans les réservoirs, et la concentration en substances chimiques dans les différentes parties du réseau, au cours d'une durée de simulation divisée en plusieurs étapes. Le logiciel est également capable de calculer les temps de séjour et de suivre l'origine de l'eau.

### 3.6.2. Objectif :

EPANET a pour objectif une meilleure compréhension de l'écoulement et de l'usage de l'eau dans les systèmes de distribution. Il peut être utilisé pour différents types d'application dans l'analyse des systèmes de distribution. En voici quelques exemples: définition d'un programme de prélèvement d'échantillons, calage d'un modèle hydraulique, simulation du chlore résiduel, et estimation de l'exposition de la population à une substance. EPANET offre une aide à la recherche de stratégies alternatives pour gérer le réseau. L'utilisation d'EPANET est très diversifiée, et porte principalement sur

- utilisation en alternance des différentes ressources du système,
- modifier le régime de pompage ou de marnage des réservoirs,
- préciser l'usage des stations de recoloration (ou autres retraitements) en réseau,
- planifier l'entretien et le remplacement de certaines canalisations.
- la régulation des pressions dans le réseau,
- la détection des zones de fonctionnement déficitaire
- le dimensionnement de travaux d'amélioration du réseau ou d'extension
- l'évolution de la qualité de l'eau et l'étude de traitement en différents points du réseau
- l'amélioration de la gestion des équipements (marnage des réservoirs.), des coûts énergétiques (fonctionnement des stations de pompage.), du contrôle des débits d'eau (sectorisation du réseau.), de la gestion de crise (suppression d'une ressource, rupture d'une canalisation maîtresse, introduction de contaminants dans le réseau.).

### 3.7. DETERMINATION DE LA CAPACITE DU STOCKAGE :

Avant de dimensionner le réseau de distribution nous avons déterminés la capacité du réservoir qu'il doit stocker de l'eau.

Le réservoir est un ouvrage de stockage régulateur de débit qui permet d'adapter la production à la consommation. La capacité du réservoir doit être estimée en tenant compte des variations des débits à l'entrée comme à la sortie ; c'est-à-dire d'une part du mode d'exploitation des ouvrages situés en amont et d'autre part de la variation de la demande. Le plus souvent, la capacité est calculée pour satisfaire aux variations journalières du débit de consommation en tenant compte bien entendu du jour de plus forte consommation et de la réserve d'eau destinée à l'incendie.

Deux méthodes peuvent être appliquées pour déterminer le volume des réservoirs :

-Méthode analytique.

-Méthode graphique.

Dans notre cas nous avons appliquée la méthode analytique.

#### 3.7.1 Méthode analytique :

La méthode analytique consiste à calculer pour chaque heure de la journée, le résidu dans le réservoir afin de déterminer son volume qui sera donné par la formule III-1

$$V_r = \frac{a * Q_{\max, jr}}{100} \quad (m3) \quad (III-1)$$

$V_r$  : capacité de régularité du réservoir (m3) ;

$a$  : fraction horaire du débit maximum journalier (%) ;

$Q_{\max, jr}$  : La consommation maximale journalière (m3/j).

Le volume total détermine en ajoutant le volume d'incendie au volume de régulation :

$$V_t = V_r + V_{inc} \quad (m^3)$$

(III-2)

$V_t$  : capacité totale du réservoir (m<sup>3</sup>) ;

$V_{inc}$  : volume d'incendie estimé à 120 m<sup>3</sup>.

Tableau 3.1: Détermination de la capacité du stockage.

Heures	Consommation de l'eau en %	Distribution gravitaire	surplus	déficit	Le reste dans le réservoir
0-1	1.5	5	3,5	--	-9.5
1-2	1.5	5	3,5	--	-6
2-3	1.5	5	3,5	--	-2.5
3-4	1.5	5	3,5	--	1
4-5	2.5	5	2,5	--	3.5
5-6	3.5	5	1,5	--	5
6-7	4.5	5	0,5	--	5.5
7-8	5.5	5	--	0,5	5
8-9	6.25	5	--	1,25	3.75
9-10	6.25	5	--	1,25	2.5
10-11	6.25	5	--	1,25	1.25
11-12	6.25	5	--	1,25	0
12-13	5	5	--	0	0
13-14	5	5	--	0	0
14-15	5.5	5	--	0,5	-0.5
15-16	6	5	--	1	-1.5
16-17	6	5	--	1	-2.5
17-18	5.5	5	--	0,5	-3
18-19	5	5	--	0	-3
19-20	4.5	5	0,5	--	-2.5
20-21	4	0	--	4	-6.5
21-22	3	0	--	3	-9.5
22-23	2	0	--	2	-11.5
23-24	1.5	0	--	1,5	-13

Tableau 3.2: Résultat du calcul du volume total du stockage.

Paramètres	Q <sub>max, j</sub> (m <sup>3</sup> /j)	a (%)	V <sub>u</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>inc</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>t</sub> (m <sup>3</sup> )
Résultats	3487,341	18.5	645,15	120	765,15

Après la normalisation du volume totale du réservoir on a trouvé que la capacité du stockage nécessaire est de 800 m<sup>3</sup>. Donc nous avons trouvé que la capacité du réservoir existant qui est 1000m<sup>3</sup> est suffisante pour satisfaire les besoins de notre agglomération.

### 3.8. Calcul hydraulique du réseau de distribution :

Pour le calcul du dimensionnement du réseau, il convient de se placer dans les hypothèses les plus défavorables. Ces conditions se produisent lorsque les robinets de prise ouverts sont situés

le plus en aval possible.les canalisations doivent être dimensionnées pour assurer une pression suffisante pour les habitations élevées.

- Le prix de revient du réseau doit être minimum, c'est-à-dire réseau économique.

Pour le calcul du réseau, les données de départ sont :

- Longueur des tronçons du réseau, déterminé en fonction des plans d'urbanisme et de la topographie de l'agglomération.
- La somme de ces longueurs.
- Le débit en chaque point de la conduite principale et des branches (débits nodaux obtenus en fonction des besoins de l'agglomération à la base des normes choisies).
- Le débit de distribution continue.
- Les cotes du terrain aux points nodaux du système d'après le plan topographique et la charge libre.

Le calcul du réseau de distribution se fera pour les deux cas suivants :

- cas de pointe.
- cas de pointe plus incendie.

### 3.8.1. Détermination des débits du réseau:

#### 3.8.1.1. 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 :

$$\Sigma Q_r = Q_{\text{cons}} - \Sigma Q_{\text{conc}} \dots \dots \dots \text{en [l/s]} \quad (\text{III.3})$$

Avec :

$\Sigma Q_r$  : débit route global.

$Q_{\text{cons}}$  : débit de consommation.

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

#### 3.8.1.2. 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.

$$q_{\text{spi}} = \Sigma Q_r / \Sigma L_i \dots \dots \dots \text{en (l/s /m)} \quad (\text{III.4})$$

Avec :

$q_{\text{spi}}$  = débit spécifique (l/s/m)

$\Sigma L_i$  = 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 3.3 : Récapitulatif des débits de calcul (cas de pointe).

Heures de pointe	Qcons		Qconc (l/s)	Qroute (l/s)	$\Sigma L_i$ (m)	Qspi (l/s/m)
	m3/h	(l/s)				
		217,958	60,544	0	60,544	5612,96

### 3.8.1.3. Les débits aux nœuds (nœuds) :

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 :

$$Q_{n, i} = 0.5 \sum Q_{ri-k} + \sum Q_{conc} \dots \dots \text{en [l/s]} \quad (\text{III.5})$$

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 3.4 : Calcul des débits aux nœuds (cas de pointe) :

nœuds	tronçon	longueur (m)	Qspec (l/s/m)	Qrout (l/s)	Qnoeud (l/s)
n1	c01	213,82	0,0107	2,306	3,320
	c02	316,316	0,0107	3,411	
	c06	85,58	0,0107	0,923	
n2	c02	316,316	0,0107	3,411	4,893
	c03	132,34	0,0107	1,427	
	c04	458,602	0,0107	4,946	
n3	c03	132,34	0,0107	1,427	0,713
n4	c04	458,602	0,0107	4,946	3,216
	c05	137,834	0,0107	1,486	
n5	c05	137,834	0,0107	1,486	0,743
n6	c06	85,58	0,0107	0,923	2,704
	c07	328,91	0,0107	3,547	
	c08	87,038	0,0107	0,938	
n07	c07	328,91	0,0107	3,547	1,773
n08	c08	87,038	0,0107	0,938	2,670
	c09	157,553	0,0107	1,699	
	c10	250,5678	0,0107	2,702	
n09	c09	157,553	0,0107	1,699	0,849
n10	c10	250,5678	0,0107	2,702	2,824
	c11	107,454	0,0107	1,159	
	c14	165,7	0,0107	1,787	
n11	c11	107,454	0,0107	1,159	3,207
	c12	234,336	0,0107	2,527	
	c13	253,008	0,0107	2,729	
n12	c12	234,336	0,0107	2,527	1,263
n13	c13	253,008	0,0107	2,729	1,364
n14	c14	165,7	0,0107	1,787	2,478
	c15	194,87	0,0107	2,101	
	c16	98,91	0,0107	1,066	

nœuds	tronçon	longueur (m)	Qspec (l/s/m)	Qrout (l/s)	Qnoeud (l/s)
n15	c15	194,87	0,0107	2,101	1,050
n16	c16	98,91	0,0107	1,066	2,329
	c17	107,05	0,0107	1,154	
	c18	225,95	0,0107	2,437	
n17	c17	107,05	0,0107	1,154	0,577
n18	c18	225,95	0,0107	2,437	2,894
	c19	310,66	0,0107	3,350	
n19	c19	310,66	0,0107	3,350	4,417
	c20	336,62	0,0107	3,630	
	c22	171,78	0,0107	1,852	
n20	c20	336,62	0,0107	3,630	3,384
	c21	290,96	0,0107	3,138	
n21	c21	290,96	0,0107	3,138	1,569
n22	c22	171,78	0,0107	1,852	1,870
	c25	97,12	0,0107	1,047	
	c23	77,9	0,0107	0,840	
n23	c23	77,9	0,0107	0,840	1,595
	c24	217,99	0,0107	2,351	
n24	c24	217,99	0,0107	2,351	1,175
n25	c25	97,12	0,0107	1,047	2,577
	c26	183,24	0,0107	1,976	
	c28	197,57	0,0107	2,131	
n26	c26	183,24	0,0107	1,976	2,911
	c27	173,29	0,0107	1,869	
n27	c27	173,29	0,0107	1,869	0,934
n28	c28	197,57	0,0107	2,131	1,065

*b. cas de pointe plus incendie :*

Ce cas est homologue au cas de pointe mais seulement, mise à part le nœud 86 considéré comme le plus défavorable où l'on doit assurer un débit supplémentaire d'incendie (17l/s).

$$Q_{\text{nœud } 28} = 1,065 + 17 = 18,065 \text{ l/s}$$

### 3.8.2. Dimensionnement du réseau :

Dans notre cas la cote piézométrique est donnée en tête du réseau (existence d'un château d'eau) le calcul de la ligne principale (canalisation maitresse) se fait comme suit :

• *La charge disponible le long de la conduite principale :*

$$\sum \Delta H = C_R - C_{PD} \quad (\text{III.6})$$

Avec :

$\sum \Delta H = \Delta H_d$  : la charge disponible,

$C_R$  : la cote du radier,

$C_{PD}$  : la cote piézométrique de point défavorable,

• *La pente hydraulique moyenne :*

$$I_{moy} = \Delta H_d / \sum L_i \quad (III.7)$$

Avec :

$I_{moy}$  : La pente hydraulique moyenne,

$\sum L_i$  : la longueur de la conduite principale.

• *Détermination des diamètres calculés :*

Le diamètre calculé sera donné par :

$$D_i = (Q^b * K' / I_{moy})^{1/m} \quad (III.8)$$

$D_i$  : diamètre calculé,

$Q$  : débit de dimensionnement du tronçon

$K'$ ,  $b$ ,  $m$  : des valeurs données dans le tableau suivant :

Tableau 3.5: valeurs de  $K'$ ,  $b$ ,  $m$  :

Tuyau	$K'$	$M$	$b$
Acier	0.00179	5.1 à 5.3	1.9 à 2
Fonte	0.00179 à 0.001735	5.1 à 5.3	1.9 à 2
plastique	0.001052	4.774	1.77

Le diamètre est calculé doit être normalisé tel que :

$$D_1 < D_i < D_2$$

$D_1$ ,  $D_2$  : diamètre normalisé,

*Détermination des vitesses d'écoulement :*

Avec l'équation de continuité on déduit la vitesse  $v$  correspondantes :

$$V = Q \div S = 4Q \div \pi D^2 \quad (III.9)$$

$V$  : la vitesse du tronçon,

$S$  : la section d'écoulement du tronçon,

$D$  : diamètre du tronçon,

Tableau 3.6 Calcul des diamètres et des vitesses (cas de pointe) :

Tronçons	Débit (l/s)	Diamètres calculés (mm)	Diamètres normalisés (mm)	Vitesses (m/s)
C01	59,50	186,75	200	1,89
C02	9,73	77,24	90	1,53
C03	0,78	21,36	25	1,6
C04	4,20	57,08	63	1,35
C05	0,81	31,09	40	0,65
C06	46,54	170,50	200	1,48
C07	1,95	42,03	50	0,99
C08	42,07	164,22	200	1,33
C09	0,93	23,38	25	1,90
C10	38,63	159,12	160	1,92
C11	5,89	67,74	75	1,33
C12	1,39	39,65	40	1,10
C13	1,50	32,63	40	1,19
C14	29,93	144,75	160	1,48
C15	1,15	26,76	32	1,43
C16	26,36	138,10	160	1,31
C17	0,63	19,22	25	1,29
C18	23,52	132,39	160	1,17
C19	20,68	126,21	160	1,02
C20	5,13	60,78	63	1,64
C21	1,72	126,21	160	1,02
C22	11,23	100,65	110	1,18
C23	2,81	60,24	75	0,63
C24	1,29	31,81	32	1,60
C25	6,55	82,42	90	1,03
C26	2,95	61,35	63	0,94
C27	1,02	27,30	32	1,27
C28	1,17	43,54	50	0,59

### 3.8.3. Calcul des paramètres hydrauliques :

Après avoir introduit les diamètres avantageux dans l'EPANET, nous avons eu les résultats des deux cas (pointe et pointe plus incendie) représentés respectivement dans les tableaux (3.7-3.8) et (3.9-3.10) ci-après :

Tableau 3.7 : Caractéristiques hydrauliques et géométriques des tronçons (cas de pointe)

tronçon	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)	Gradient (m/m)
C01	213,82	315	59.39	0.76	0.00165
C02	316,316	90	9.57	1.50	0.02843
C03	132,34	40	0.71	0.57	0.01255
C04	458,602	63	3.96	1.27	0.03219
C05	137,834	40	0.74	0.59	0.01354
C06	85,58	315	46.50	0.6	0.00104

tronçon	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)	Gradient (m/m)
C07	328,91	50	-1.77	0.90	0.02255
C08	87,038	250	42.02	0.86	0.00273
C09	157,553	40	0.85	0.68	0.01738
C10	250,5678	250	38.50	0.78	0.00232
C11	107,454	90	-5.84	0.92	0.01104
C12	234,336	50	1.26	0.64	0.01191
C13	253,008	50	1.36	0.69	0.01375
C14	165,7	250	29.84	0.61	0.00143
C15	194,87	50	1.05	0.54	0.00844
C16	98,91	200	26.31	0.84	0.00345
C17	107,05	40	-0.58	0.46	0.00847
C18	225,95	200	23.41	0.75	0.00276
C19	310,66	200	20.51	0.65	0.00215
C20	336,62	63	4.95	1.59	0.04949
C21	290,96	63	-1.57	0.50	0.00561
C22	171,78	160	11.14	0.55	0.00208
C23	77,9	80	2.77	0.55	0.00491
C24	217,99	50	-1.18	0.60	0.01040
C25	97,12	125	6.50	0.61	0.00339
C26	183,24	63	2.86	0.92	0.01728
C27	173,29	40	0.93	0.74	0.02078
C28	197,57	80	1.07	0.21	0.00085

Tableau 3.8 : Caractéristiques hydrauliques et géométriques des tronçons (cas de pointe plus incendie)

tronçon	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)	Gradient (m/m)
C01	213,82	315	76.39	0.98	0.00267
C02	316,316	90	9.57	1.50	0.02843
C03	132,34	40	0.71	0.57	0.01255
C04	458,602	63	3.96	1.27	0.03219
C05	137,834	40	0.74	0.59	0.01354
C06	85,58	315	63.50	0.81	0.00188
C07	328,91	50	-1.77	0.90	0.02255
C08	87,038	250	59.02	1.20	0.00523
C09	157,553	40	0.85	0.68	0.01738
C10	250,5678	250	55.50	1.13	0.00465
C11	107,454	90	-5.84	0.92	0.01104
C12	234,336	50	1.26	0.64	0.01191
C13	253,008	50	1.36	0.69	0.01375
C14	165,7	250	46.84	0.95	0.00336
C15	194,87	50	1.05	0.54	0.00844
C16	98,91	200	43.31	1.38	0.00894
C17	107,05	40	-0.58	0.46	0.00847

tronçon	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)	Gradient (m/m)
C18	225,95	200	40.41	1.29	0.00783
C19	310,66	200	37.51	1.19	0.00679
C20	336,62	63	4.95	1.59	0.04949
C21	290,96	63	-1.57	0.50	0.00561
C22	171,78	160	28.14	1.40	0.01212
C23	77,9	80	2.77	0.55	0.00491
C24	217,99	50	-1.18	0.60	0.01040
C25	97,12	125	23.50	2.00	0.03263
C26	183,24	63	2.86	0.92	0.01728
C27	173,29	40	0.93	0.74	0.02078
C28	197,57	80	18.07	3.59	0.17917

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

#### 3.8.4.1. Cas de pointe :

Tableau 3.9 : Caractéristiques hydrauliques et géométriques des nœuds (cas de pointe)

Nœuds	Demande (L/s)	Côte (m)	côte piézométrique (m)	Pression(m)
N01	3,32	62.82	88.43	25.61
N02	4.89	44.505	79.44	34.93
N03	0.71	40.608	77.78	37.17
N04	3.21	29.84	64.68	34.83
N05	0.74	19.79	62.81	43.02
N06	2.70	60.66	88.34	27.68
N07	1.77	70.02	80.93	10.91
N08	2.67	59.5	88.10	28.60
N09	0.84	49.03	85.37	36.33
N10	2.82	53.02	87.52	34.50
N11	3.20	51.89	86.34	34.44
N12	1.26	47.97	83.55	35.57
N13	1.36	48.27	82.86	34.58
N14	2.47	48.63	87.29	38.66
N15	1.05	40.76	85.64	44.88
N16	2.32	43.39	86.95	43.56
N17	0.57	42.85	86.04	43.19
N18	2.89	40.49	86.32	45.83
N19	4.41	47.86	85.65	37.78
N20	3.38	23.4	68.99	45.59
N21	1.56	19.8	67.16	47.36
N22	1.87	49.009	85.30	36.29
N23	1.59	51.67	84.64	32.97
N24	1.17	49.341	82.38	33.04
N25	2.57	43.66	84.70	41.03
N26	1.92	29.9	79.12	49.22
N27	0.93	28.46	75.52	47.06
N28	1.06	30.88	84.53	53.65

3.8.4.2. Cas de pointe plus incendie :

Tableau 3.10: Caractéristiques hydrauliques et géométriques des nœuds (cas de pointe + incendie)

Nœuds	Demande (L/s)	Côte (m)	côte piézométrique (m)	Pression(m)
N01	3,32	62.82	89.21	25.38
N02	4.89	44.505	80.22	34.70
N03	0.71	40.608	78.56	36.94
N04	3.21	29.84	65.46	34.60
N05	0.74	19.79	63.59	42.79
N06	2.70	60.66	89.05	27.37
N07	1.77	70.02	81.64	15.70
N08	2.67	59.5	88.60	28.06
N09	0.84	49.03	85.86	35.79
N10	2.82	53.02	87.43	33.34
N11	3.20	51.89	86.25	33.28
N12	1.26	47.97	83.46	34.41
N13	1.36	48.27	82.77	33.42
N14	2.47	48.63	86.88	37.15
N15	1.05	40.76	85.23	43.38
N16	2.32	43.39	85.86	41.47
N17	0.57	42.85	84.95	41.10
N18	2.89	40.49	84.00	42.51
N19	4.41	47.86	81.79	32.92
N20	3.38	23.4	65.13	40.73
N21	1.56	19.8	63.50	42.70
N22	1.87	49.009	79.56	29.55
N23	1.59	51.67	78.04	26.36
N24	1.17	49.341	75.77	26.43
N25	2.57	43.66	76.40	31.73
N26	1.92	29.9	70.82	39.92
N27	0.93	28.46	67.22	37.76
N28	18.06	30.88	41.00	9.12



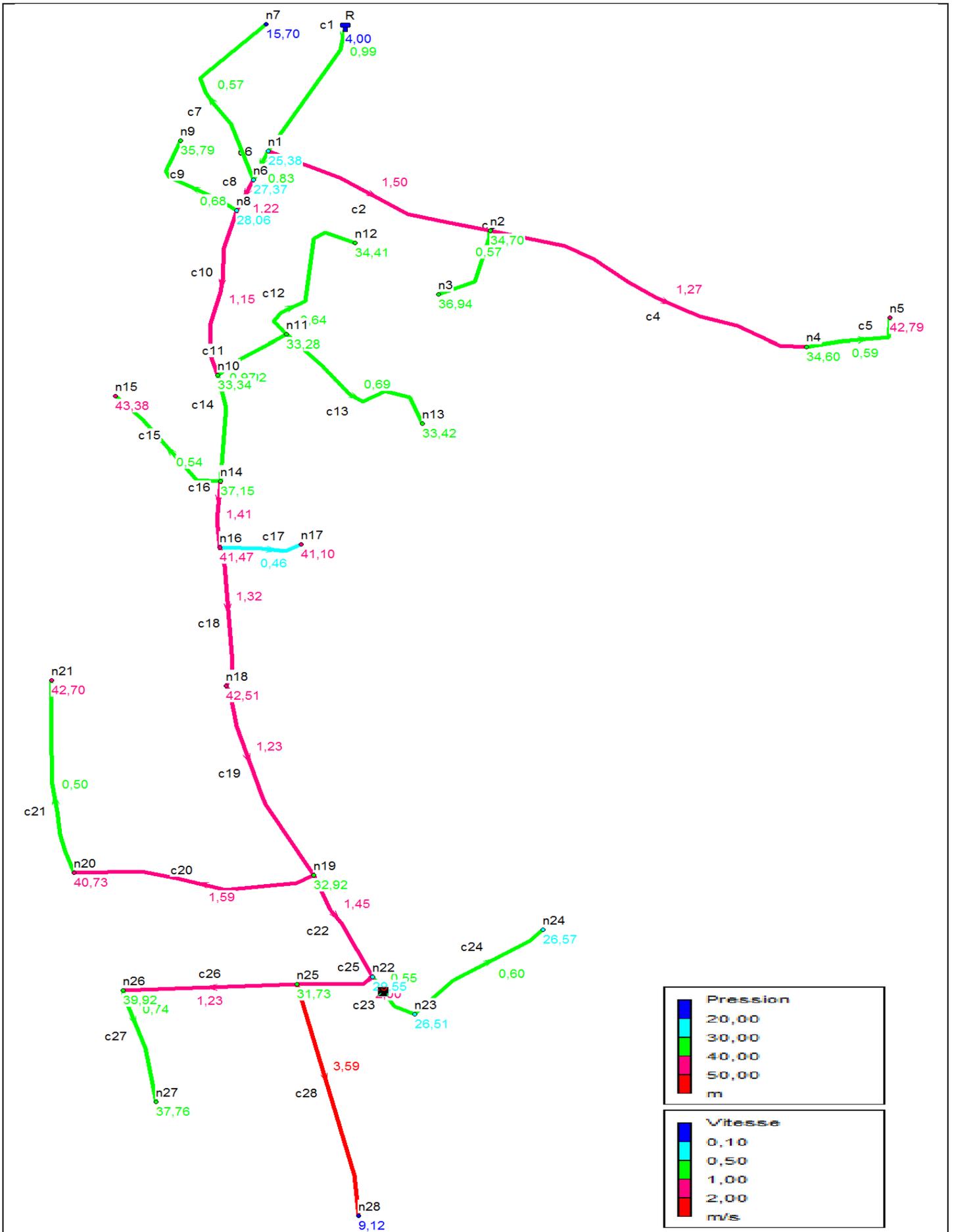


Figure 3.2: Vitesse et pression pour le cas de pointe plus incendie

### **3.9 Interprétation des résultats :**

#### **3.9.1. 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.

**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.

#### **3.9.2. Cas de pointe plus incendie :**

**Les vitesses :** Dans notre cas le point le plus défavorable (le nœud 28) est le point le plus loin du réservoir, il possède relativement une cote de terrain naturelle peu élevée. C'est pour cette raison toutes les vitesses sont similaires à celles trouvées dans le cas de pointe, sauf le tronçon (c28) qui arrive au point défavorable (noeud28), où la vitesse a augmenté pour atteindre 3.59 m/s (reste une vitesse acceptable dans le PEHD).

**Les pressions :** Nous remarquons que les pressions dans ce cas sont légèrement faibles par rapport au cas de pointe. En effet, la condition d'incendie se trouve satisfaite avec une pression de service au point défavorable égale à 9.12m de colonne d'eau.

### **3.10. Conclusion**

A travers ce chapitre nous avons dimensionné notre réseau en utilisant le logiciel EPANET. 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.

# **Chapitre 4**

## **Accessoires du réseau de distribution**

## ACCESSOIRES DU RESEAU DE DISTRIBUTION

### 4.1. Introduction :

Pour assurer le bon rendement de fonctionnement hydraulique d'un réseau de distribution d'eau, il est nécessaire de l'équiper en organes accessoires qui ont complétées l'ossature et la conception de ce réseau projeté pour l'agglomération, Ces matériaux sont confectionnés et choisis, principalement en fonction des conditions de travail des conduites. Le choix du matériau idéal du point de vue technico-économique nécessite une étude approfondie des facteurs qui influencent l'état de la conduite lors de son service, et des caractéristiques de chaque matériau.

### 4.2. Rôle des accessoires :

Le long d'une canalisation, différents accessoires sont installés pour:

- Assurer un bon écoulement.
- Régulariser les pressions et mesurer les débits.
- Protéger les canalisations.
- Soutirer les débits.
- Changer la direction.
- Raccorder deux conduites.
- Changer le diamètre.
- Vider une conduite.
- Chassé où faire pénétrer l'air dans une conduite.
- Isoler les canalisations.

### 4.3. Robinets-vannes :

Un robinet vanne est un dispositif motorisé ou muni d'un volant servant à arrêter ou régler à volonté le débit d'un fluide, en milieu libre (canal) ou en milieu fermé (canalisation). Ils permettent l'isolement des différents tronçons du réseau lors d'une réparation sur l'un d'entre eux, leur manœuvre s'effectue à partir du sol au moyen d'une clé dite « béquille », ces robinets –vannes sont court-circuités pour facilité l'ouverture.

On distingue plusieurs types de vannes:

#### 4.3.1. Robinets vannes à coin (à opercule) :

Ce type de robinet sert principalement à arrêter le débit et/ou à isoler la tuyauterie en aval de celui-ci, fonctionnant soit en ouverture totale, soit en fermeture totale. Le volant peut être fixé à la tige qui se déplace avec celui-ci, ou fileté avec la tige qui monte à l'intérieur du volant fixe, ou l'opercule se déplace sur le filet extérieur de la tige qui est fixe, Ils sont placés au niveau de chaque nœud de notre réseau, Le nombre de vanne doit être égal au nombre de branches moins 1.

#### 4.3.2. Les Vannes papillons:

Ce sont des vannes à surtitesse utilisée surtout au niveau des réservoirs d'eau (sortie de la conduite), dans notre projet on place ce genre des vannes à l'amont des conduites Ce sont des vannes déséquilibrées se fermant sous la pression de l'eau, à ne pas utiliser à l'aval d'une conduite. Elles occasionnent une faible perte de charge et présentent une rangeabilité importante. Pour la régulation, la manœuvre de l'obturateur est limitée à 60° car au-delà du gain le débit est faible et le couple de manœuvre augmente rapidement à partir de 60° et présentent même un maximum vers 80°, ce qui est préjudiciable à la stabilité de fonctionnement, Les diamètres sont plus importants, ils varient de 100 à 2500 mm parfois plus.

#### 4.3.3 Clapet anti retour :

Ils sont destinés à empêcher la circulation en retour donc ils permettent de diriger l'écoulement dans un seul sens, leur fonctionnement comme une porte silencieuse. Dans la réalité, le clapet doit s'adapter à de nombreux fluides, à des installations très variées, on les installe à la jonction de deux paliers de pression ou sur les conduites où sont installés les compteurs d'eau

On en trouve sur les canalisations de distribution pour empêcher l'eau d'entrer aux réservoirs à partir du réseau.

On distingue trois sortes de clapets :

##### 4.3.3.1 Clapet anti-retour à battant :

Le battant en position levée permet un débit important. Un mécanisme de contrepoids ou un ressort permet une fermeture régulée. Elle est utilisée pour une fréquence de manœuvre faible.



Figure 4.1: Clapet à simple battant.

##### 4.3.3.2. Clapet anti-retour à double battant :

Permet d'éviter les coups de béliers.



Figure 4.2: Clapet à double battant.

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

#### 4.3.4 Vannes de décharge :

Dans le cas d'intervention sur les conduites, des vannes de vidange sont prévues au point bas afin d'évacuer les eaux de la conduite, ce robinet sera posé dans un regard en maçonnerie d'accès facile.

**NB :** Dans notre cas on prévoit ces vannes aux points bas des conduites au niveau des nœuds 8, 14, 18 et 25 qui représentent les extrémités aval des ramifications. pour vidanger, nettoyer et réparer ces dernières.

#### 4.3.5 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.

### 4.4. Les ventouses :

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

La ventouse évacue l'air emprisonné et garantit ainsi la bonne performance de débit des réseaux, par le fait que l'air ne fera pas une bulle rétrécissant le diamètre de passage de l'eau. Les ventouses sont placées sur tous les points hauts d'un réseau.

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

- Une ventouse manuelle est un simple robinet que l'on manœuvre périodiquement.
- Les ventouses automatiques sont des pièces évacuant l'air dès qu'il se forme une poche notable.

Toutes ces ventouses sont disposées dans des regards visitables et leur bon fonctionnement doit être vérifié périodiquement.

#### 4.4.1. Ventouse Automatique Simple Fonction :

##### *Fonction:*

- Dégazage permanent de l'air des conduites en service sous pression.

##### *Limites d'utilisation :*

- Pression maxi de service : 25 bars
- Pression mini de service : 0,3 bars
- Température maxi de service : 90°C



Figure 4.3: Ventouse Automatique Simple Fonction

**NB :** Pour le cas de notre réseau de distribution, les robinets de vanne au niveau des maisons jouent le même rôle ils ne sont donc pas nécessaires au niveau du réseau de distribution.

#### 4.5. Poteaux d'incendie :

La bouche d'incendie est composée d'un orifice de sortie équipé d'un raccord à baïonnette avec bouchon étanche, d'un obturateur actionné par une vis de manœuvre en acier inoxydable, d'un dispositif de mise hors gel automatique et d'un coude à patin facultatif. La forme du guidage empêche l'éjection du clapet au démontage du couvercle lorsqu'il reste de la pression sous le clapet, ce clapet est entièrement vulcanisé. L'ouverture et la fermeture de l'appareil s'effectuent à l'aide d'une clé de manœuvre qui s'adapte sur le moufle.

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 500l/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 400m à 200m.



Figure 4.4: poteau d'incendie

#### **4.6. Pièces spéciales de raccordement :**

Il existe une gamme de raccords :

##### *4.11.1 Coude :*

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 emboîtement et à bout lisse ; les deux

##### *4.11.2. Cônes :*

Les cônes sont utilisés pour relier deux conduites de diamètres différents comme on les rencontre aussi à l'entrée et à la sortie des pompes. On distingue :

- Les cônes à deux emboîtements;
- Les cônes à deux brides;
- Les cônes à emboîtement et à bride.

##### *4.11.3. 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 bride.

#### **4.7. Joints de raccordements :**

Ils ont pour fonction d'assurer l'étanchéité des jointures des tuyaux et de faire face aux sollicitations mécaniques et chimiques. Les joints constituent la partie la plus fragile de la canalisation à cause de leur souplesse ; tout mouvement du tuyau s'articule sur le joint, ce qui provoque en lui des usures mécaniques. L'action des produits chlorés de l'eau et le dessèchement induisent le vieillissement des joints. Les longueurs de tuyaux sont assemblées

par des joints non verrouillés ou verrouillés permettent une auto-butée des canalisations, évitant des massifs en béton lourds, encombrants et longs à réaliser.

Les joints les plus couramment utilisés sont :

- le joint express;
- le joint standard;
- le joint Gibault;
- le joint verrouille;
- le joint automatique;
- le joint à brides (fixe ou orientable).

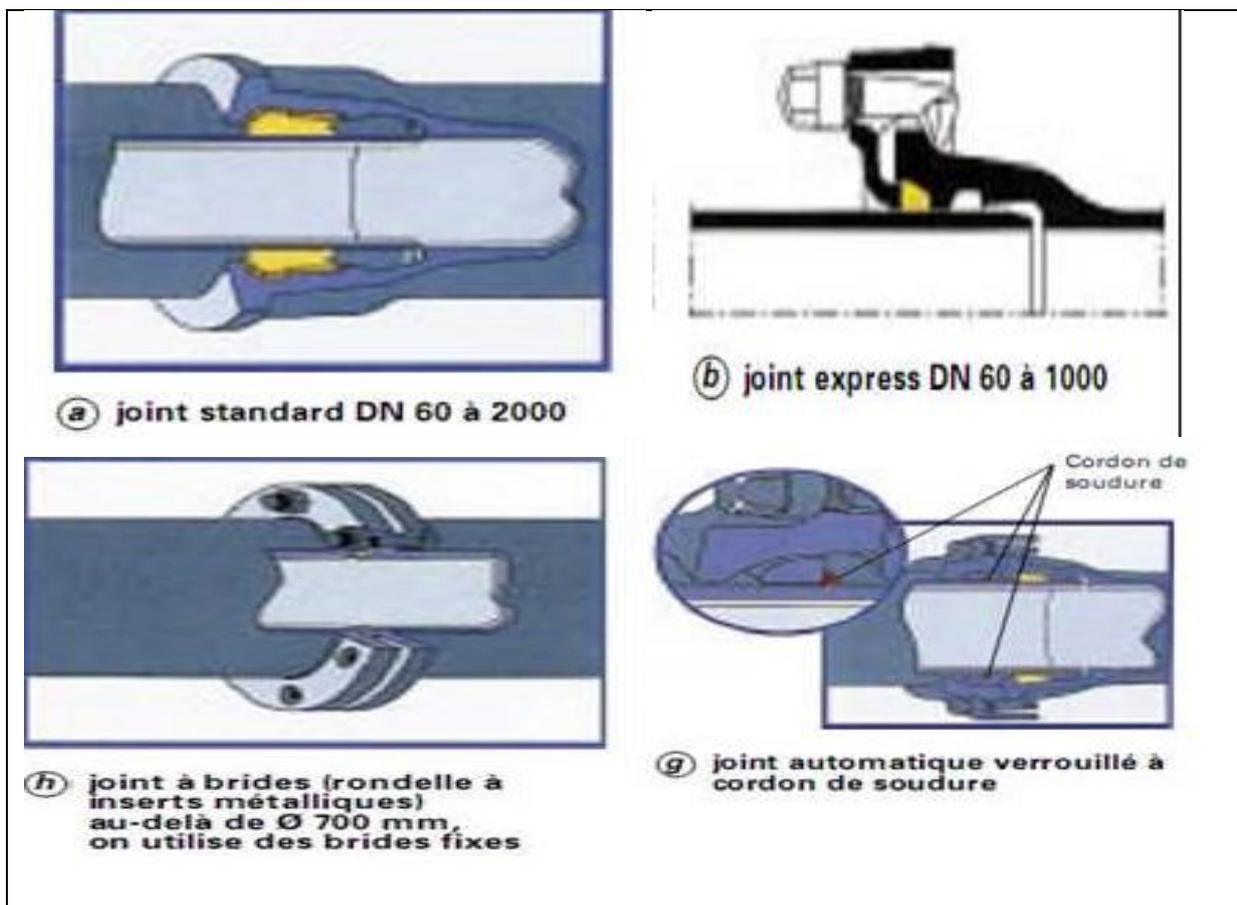


Figure 4.5 : différents types de Joints

#### 4.8. Les manchons :

En pratique on rencontre des manchons à bout lisse des deux extrémités à deux emboitements, à emboitement et à bout lisse et à bride Ce sont des morceaux de 25 à 50 cm, qui sont utilisés pour le raccordement des accessoires et appareillages.

#### 4.9. Organes de mesure :

##### 4.9.1. Mesure de débit :

Les appareils les plus utilisés au niveau des installations sont :

- Le diaphragme.
- Le venturi.
- La tuyère.

On crée une contraction de la section d'écoulement. Cette contraction entraîne une augmentation de la vitesse d'écoulement au droit de l'appareil se traduisant par une diminution de la pression. La mesure s'effectue avec un capteur de pression différentielle, on utilise ces appareils à et à l'entrée du réseau.

**NB :** On prévoit pour notre cas, l'installation des compteurs à un seul sens à la rentrée et à la sortie des réservoirs et au niveau des ramifications.

#### *4.9.2. Mesure de pression :*

Les appareils utilisés pour la mesure de pression sont :

##### *4.9.2.1 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 l'usure rapide de la denture surtout si le manomètre subit des vibrations.

##### *4.9.2.2. 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 sur chauffage.

**NB :** Dans notre cas on prévoit un manomètre à la sortie du réservoir et au niveau des conduites quelque soit leur diamètre.

#### **4.10. By-pass :**

Le by-pass est utilisé pour :

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

#### **4.11. Conclusion :**

Dans notre système, il est nécessaire de doter plusieurs accessoires et connaître leurs emplacements sur toute la longueur du réseau qui permet de donner une bonne fiabilité du fonctionnement, et aussi pour l'entretien des conduites, afin d'assurer la longévité de ces appareils et la bonne gestion.

# **Chapitre 5**

## **Pose de canalisation et organisation de chantier**

## Pose de canalisation et organisation de chantier

### 5.1. Introduction :

La longévité d'un réseau de distribution d'eau potable et son bon fonctionnement reposent sur une bonne mise en place des conduites qui joue un rôle très important dans leur stabilisation, et leur durabilité et cela en fonction du tracé, de l'importance du réseau et de la nature du sol, et pour obtenir une meilleure coordination des travaux sur terrain, nous allons exposer (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. Principe de pose de canalisation :

Les canalisation sont généralement posées en tranchée à l'exception de certain cas où elles sont posées sur sol à condition d'être rigoureusement entretenues et protégées, le principe de pose de canalisation est pratiquement le même, par contre le mode de pose est variable d'un terrain à l'autre ceci dans le fait de diminuer l'effet des différentes contraintes agissant sur la canalisation, en principe pour permettre un écoulement naturelle des eaux d'infiltration la pose de canalisation s'effectue à partir des point hauts.

Si la canalisation est posée en tranchée, celle-ci doit être suffisamment large de façon à permettre l'entrée des ouvriers pour le travail, la tranché devra présenter un élargissement plus poussé au niveau des joints, l'épaisseur du remblai au dessus de la génératrice supérieure de la conduite est variable suivant les régions du fait du gel, en générale elle est de 1 m.

Une conduite doit être toujours posée avec une légère pente afin de créer des points bas pour la vidange, et des points hauts pour l'évacuation de l'aire entraîner soit lors du remplissage de la conduite soit pendant le fonctionnement, on adopte en conséquence un tracé en dents de scie avec des pentes de quelques millimètres par mètre et des changements de pente tout les 200 à 400 m, les canalisations doivent être éloignées lors de la pose de tout élément dure d'environ 10 m, de 30 cm des câbles électriques et de 60 cm des canalisations de gaz.

Le choix du type de pose est essentiellement conditionné par la topographie du terrain, la disposition des lieux et la position des différents obstacles qui peuvent être rencontrés.

#### 5.2.1. Pose de canalisation dans un terrain ordinaire :

La pose en terre s'effectue dans une tranchée dont la largeur minimale est de 0.60 m permettant aux ouvriers d'y accéder.

La profondeur de la tranchée est déterminée comme suite :

- On laisse une distance suffisante au dessus de la génératrice supérieure de la conduite afin d'éviter les dégâts pouvant être causés par les charges. Cette distance peut varier de 0.80 à 1.20 m, suivant que les régions sont exposées aux gels importants ou non.

- On recouvre ensuite le fond de la fouille d'un lit de pose de 0.15 à 0.20 m d'épaisseur bien pilonné et aussi bien nivelé, suivant les côtes du profil en long.

Ce lit de pose est assuré :

- Par du gravier dans les terres ordinaires ;

- Par des pierres cassées à l'anneau de 5 cm pour former des drains dans les terrains rocheux ou imperméables ;

- Par un lit en béton maigre, dans les parties rocheuses possédant des pentes importantes.

Avant la descente en fouille, on examine les tuyaux afin d'éliminer ceux ayant subis des chocs.

Finalement, on passe au remblaiement de la tranchée en la bourrant soigneusement par couches successives arrosées et bien tassées en dessous et sur les flancs du tuyau avec une terre purgée de pierres.

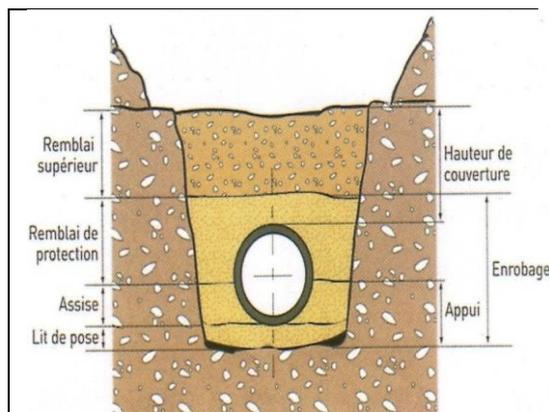


Figure 5.1 : Pose de canalisation en terre

**NB :** tous les tronçons seront posés en terre d'une façon ordinaire.

### 5.2.3. Pose de canalisation en galerie :

La pose des conduites en galerie présente un double avantage, faciliter leur surveillance et éviter les tassements de terrain en cas de fuite, ainsi que l'ouverture de la chaussée à l'occasion des réparations ou de remplacement. Cette pose est courante dans les villes ou les agglomérations disposent déjà de galeries spéciales souterraines (égouts, caniveaux ou galeries spéciales visitables).

Les conduites sont posées sur les consoles en fonte d'aluminium scellées dans les pieds droits pour les petits diamètres, et sur les tasseaux pour les grands diamètres dans les galeries sèches spéciales. Les robinets vannes sont placés dans des regards implantés de par et d'autre de la route.

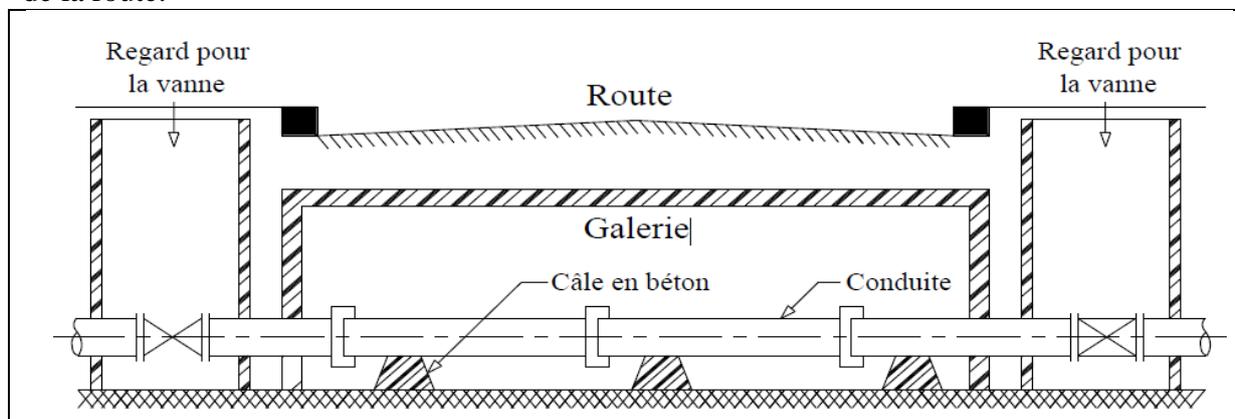


Figure 5.2 : Pose de canalisation en galerie.

### 5.2.5. Pose de canalisation en pente :

Dans le cas où la canalisation est posée sur tasseaux ou galerie, l'ancrage de la conduite doit avoir lieu. Pour une canalisation sous remblai les ancrages peuvent ne pas être nécessaires. Pour les conduites en fonte le joint type verrouille s'impose, en béton joint auto butée, en acier joint type soudé. Il est préférable d'espacer les massifs d'ancrage pour favoriser l'absorption de la force de glissement par le travail des joints longitudinalement.

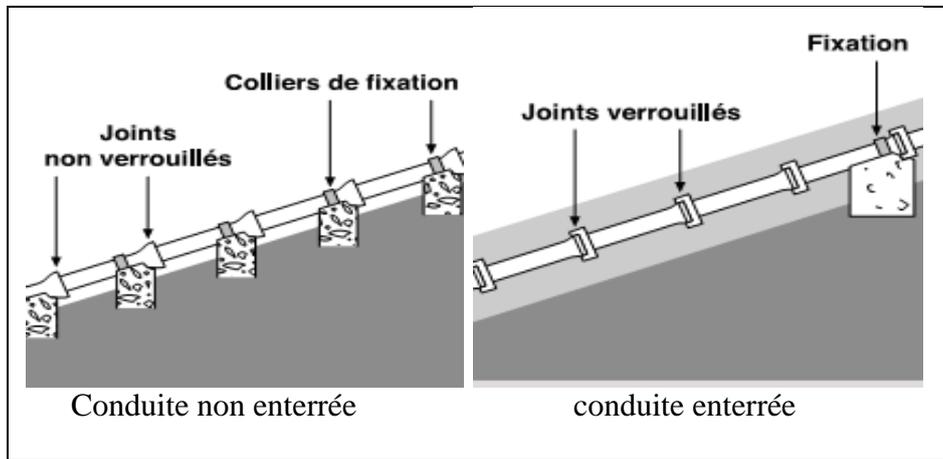


Figure 5.3 : Pose de canalisation en pente.

### 5.2.6. Cas d'amarrage et de butée d'un coude :

Il arrive souvent sur les conduites en acier ou sur les conduites en béton armé avec âme en tôle soudée aux joints tendance sous la poussée exercée par l'eau à un déboîtement du joint dans les parties soudées, parties coniques et branchements. On construit alors des massifs en béton qui par leur poids s'opposent à ce déboîtement, ces massifs parfois armés sont nécessaires même pour des conduites à joints soudés ou à brides, si l'intensité des efforts en jeu l'exige pour raison de sécurité, il n'est pas tenu compte de la butée des terres (à moins que l'on se trouve dans la roche compacte).

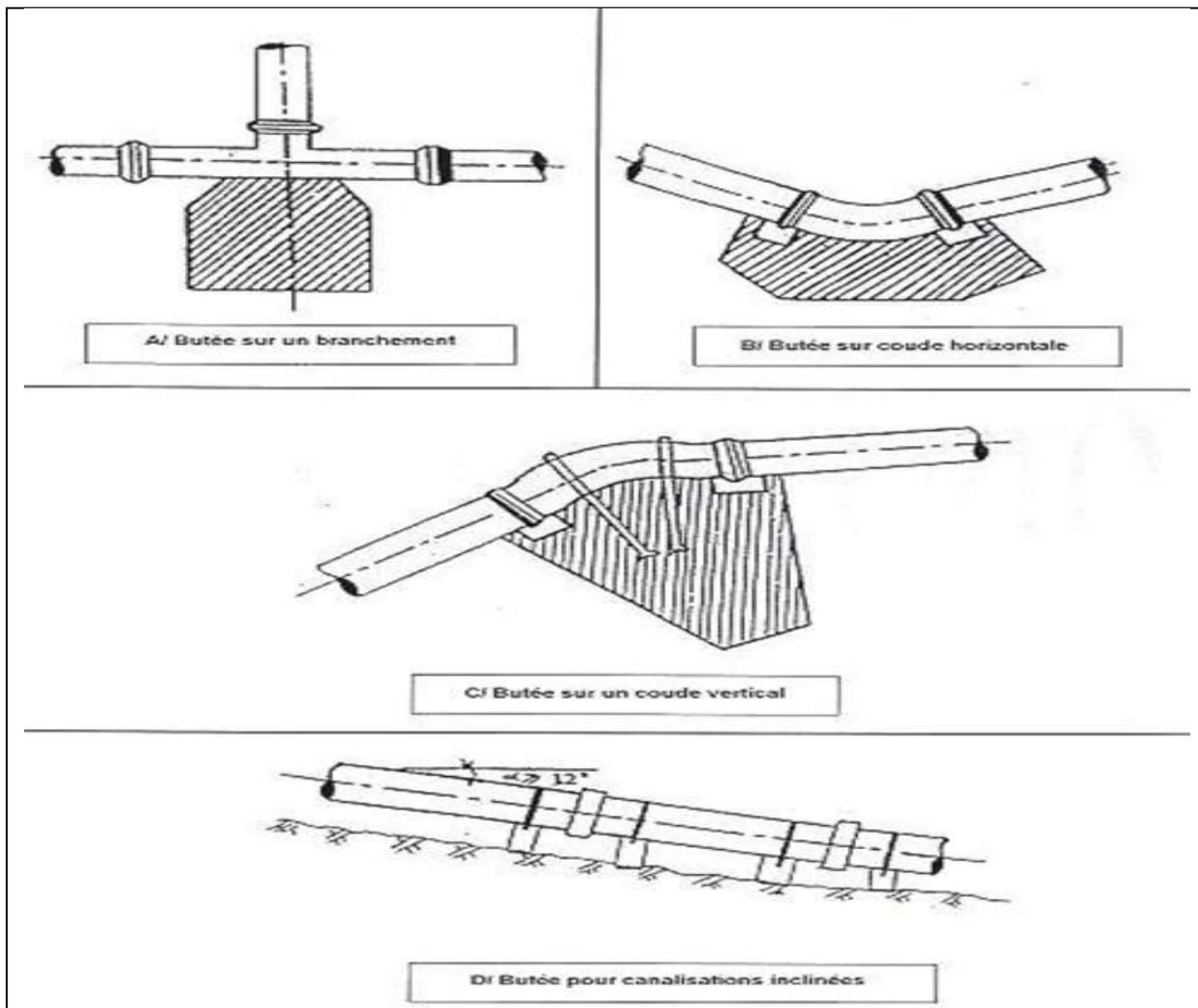


Figure 5.4 : Les butées.

### 5.2.8. Pose des conduites en traversées des routes et voies ferrées :

Pour qu'il n'y plus de transmission des vibrations dues aux charges et pour amortir les chocs qui peuvent nuire à la conduite et causant des ruptures, par suite des infiltrations nuisibles, on prévoit les solutions suivantes :

- Couler de béton noyant la plus grande partie du tuyau ;
- Placer une dalle de béton armé sur des piédroits en béton ;
- Coller une dalle en béton armé sur un lit de sable recouvrant entièrement le tuyau (enrobage) ;
- Utiliser les gaines, qui sont des buses de diamètre supérieur dans lesquelles les conduites sont introduites.

### 5.2.9. Pose a proximité d'une conduite d'assainissement (même tranchée) :

Le cas concerne essentiellement les conduites de distribution souvent jumelées aux conduites d'assainissement, alors les tuyaux d'eau potable devront être posés au dessus des tuyaux d'eau usée.

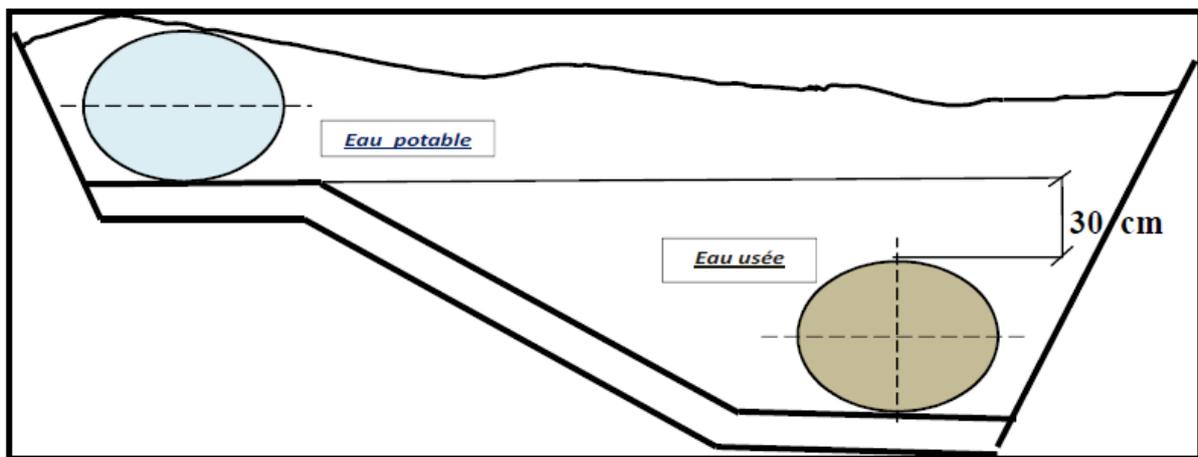


Figure 5.5 : Pose à proximité d'un cours d'eau usée.

### 5.2.10. Pose selon la nature des conduites :

Pour notre projet, comme les canalisations sont en polyéthylène haute densité (PEHD), l'enfouissement à la charrue est interdit, sauf dérogations expresses. Si le cintrage a lieu suivant une courbure de diamètre compris entre 06 à 16 fois le diamètre extérieur du tuyau, il doit s'effectuer à chaud ; de plus fortes courbures sont à proscrire. En cas de pose pendant les journées chaudes, le serrage de jonctions extrême des canalisations et le remblaiement ne doivent avoir lieu qu'aux heures fraîches, de préférence dans la matinée. On peut également classer les tuyaux en fonction des types de raccordement utilisés selon trois grandes familles.

#### 5.2.10.1. Raccordement par emboîtement :

Il y a en général alors un joint assurant l'étanchéité. Les tuyaux en fonte, PVC, béton à âme tôle, PRV sont de ce type. Ces raccordements impliquent presque toujours une surépaisseur par rapport au diamètre extérieur du tuyau ; les techniques de pose par fonçage ou forage ne sont alors pas toujours possibles.

#### 5.2.10.2. Raccordement par soudure :

Ces techniques sont réservées aux Polyéthylènes (électro-soudages par manchon ou « au miroir »), à l'acier parfois, à la partie acier des bétons. En raison de la surépaisseur du manchon, le PE soudé de cette façon se prête mal également aux forages et fonçages.

### 5.2.10.3 Raccordement par collage :

Le PVC en petits diamètres peut également être assemblé par collage. Les tuyaux se présentent le plus souvent en longueurs droites de 6 m, sauf pour les PE qui se présentent en tourets de plusieurs centaines de mètres selon le diamètre. Cette dernière présentation facilite leur utilisation en fonçage ou forage pour les diamètres de 100 à 400 mm.

### 5.2.11. Traversée de route :

Pour protéger les tuyaux des charges importantes qui peuvent causer des ruptures et par suite des infiltrations nuisibles à la conduite 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 tuyaux sont couverts de béton.

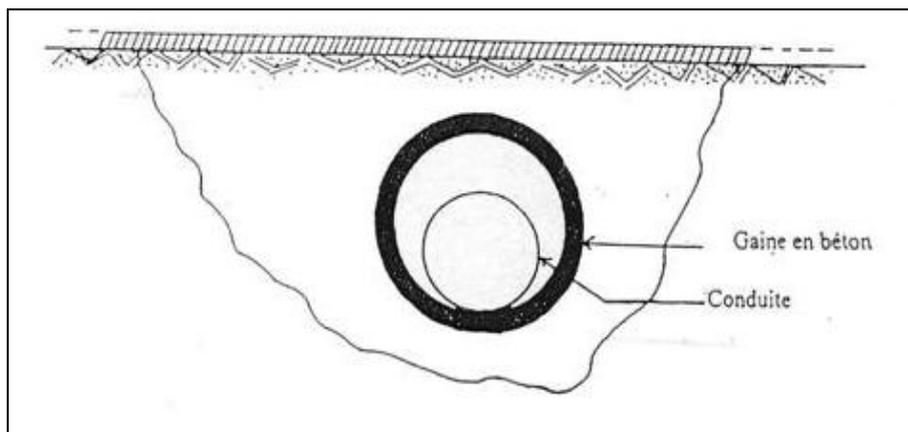


Figure 5.6 : Traversée d'une route au moyen d'une gaine.

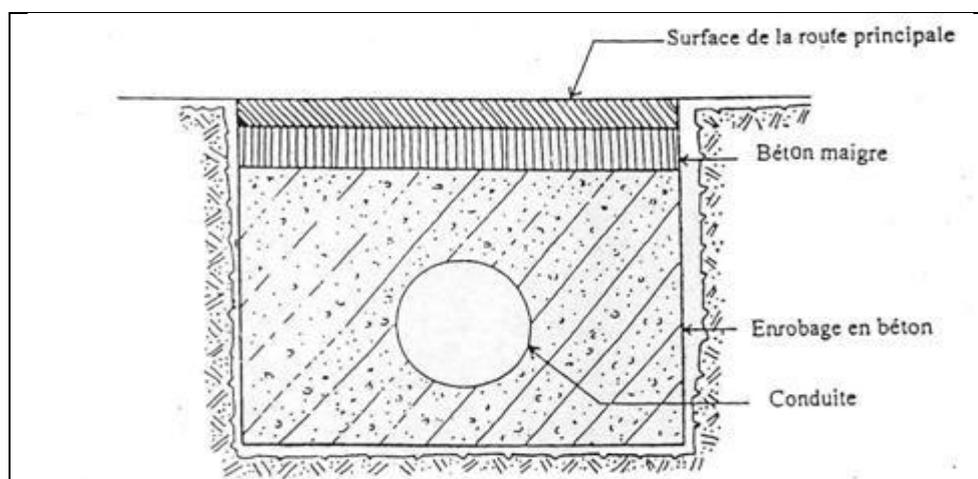


Figure 5.7 : Traversée d'une route au moyen d'enrobage dans le béton.

## 5.3. Exécution des travaux de pose 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 déterminées.

#### 5.3.1.2. Nivellement :

Le nivellement est la mesure des différences d'altitudes entre deux ou plusieurs points situés sur une pente uniforme. Lorsque le terrain compte des obstacles 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

L'excavation des tranchées s'effectue par tronçon successive en commençant par les points hauts pour assurer l'écoulement naturel des eaux d'infiltrations. 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 bulldozer ou un angledozer

#### 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.

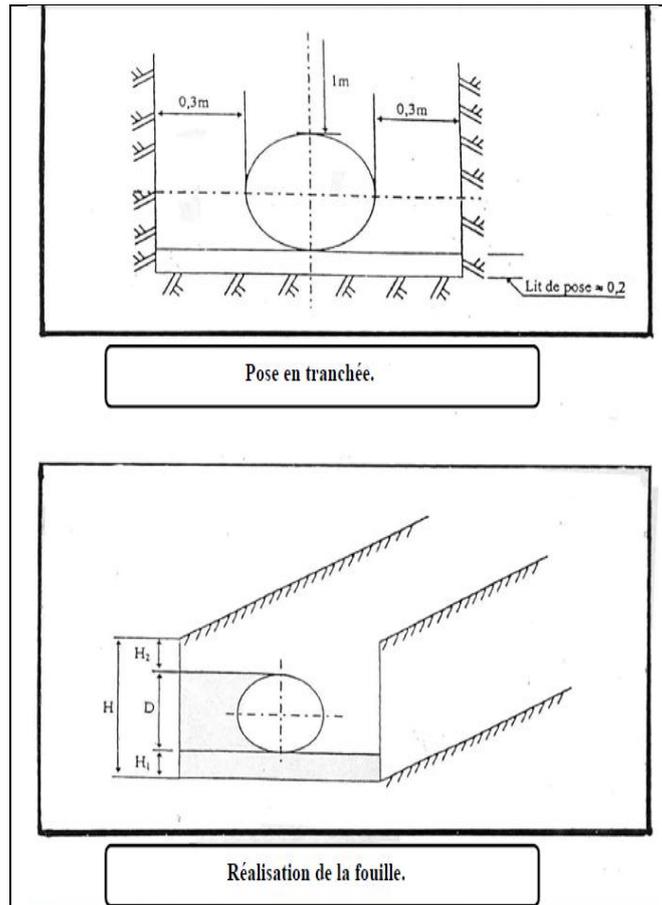


Figure 5.8 : Schéma d'une tranchée avec une conduite circulaire

L'excavation nécessite la détermination de plusieurs paramètres tels que :

#### a. Profondeur de la tranchée ( $H_{tr}$ ) :

La profondeur minimale de la tranchée à excaver est de 1 m pour :

- Garder la fraîcheur de l'eau pendant les grandes chaleurs.
- Ne pas gêner le travail de la terre (exploitation).
- Protéger la canalisation contre le gel.

Les tranchées sont établies en chaque point à la profondeur indiquée au profil en long, en générale la profondeur est donnée par la relation suivante :

$$\mathbf{H_{tr} = D+h+e} \text{ (m)} \quad \text{(V.1)}$$

**D** : Diamètre de la conduite (m) ;

**h** : Hauteur de la génératrice supérieure de conduite à la surface du sol, elle est variée entre 80 et 120cm.

**e** : Épaisseur du lit de pose ( $e = 0,2$  m).

*b. Largeur de la tranchée (b) :*

La largeur de la tranchée est évidemment en fonction du diamètre de la conduite. Elle varie aussi selon la nature du sol, le matériau constituant la conduite, le type de joint et les conditions de pose. La tranchée devra présenter en son fond une largeur au moins égale au diamètre extérieur du tuyau avec 30 cm d'espacement sur chaque côté de la conduite.

Avec :

$$\mathbf{b = D + 0,6 \text{ (m)}} \quad (\text{V.2})$$

**b** : Largeur de la tranchée (m).

**D** : Diamètre de la conduite (m).

*c. Aménagement du lit de sable*

Le lit de pose a pour fonction première d'assurer une répartition uniforme des charges sur la zone d'appui, il y a donc lieu de poser les tuyaux de manière à ce qu'il n'y ait ni appui linéaire, ni appui ponctuel. Avant la pose des conduites on procède aux opérations suivantes :

- Éliminer les grosses pierres sur les talus de la tranchée.
- Respecter les côtes du profil en long.
- Nivelier soigneusement le fond de la tranchée.
- Établir une suite le fond de la fouille en confectionnant un lit de pose (Sable).

*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.

*e. Choix du coefficient du talus (m) :*

Pour garder la stabilité du talus de la tranchée durant les travaux de pose des conduites, on doit définir ce coefficient qui est en fonction de la profondeur de tranchée et la nature du sol.

Tableau 5.1 : coefficient du talus en fonction de la profondeur de la tranchée.

Sols	Profondeur de la tranchée	
	Jusqu'à 1.5 m	Jusqu'à 3 m
Sable	$m = 0.5$	$m = 1$
Limon sableux	$m = 0.25$	$m = 0.67$
Limon argileux	$m = 0$	

### 5.3.3. Constructions des regards :

Les regards sont généralement de forme carrée, leurs dimensions varient en fonction des sections des conduites ou la pièce à poser. La profondeur et l'épaisseur varient d'un regard à un autre.

Les différentes opérations pour l'exécution d'un regard sont les suivantes :

- Réglage du fond du regard ;
- Exécution de la couche de béton de propreté ;
- Ferraillage du radier de regard ;
- Bétonnage du radier ;

Ferrailage des parois ;  
Coffrage des parois ;  
Bétonnage des parois ;  
Décoffrage des parois ;  
Ferrailage de la dalle ;  
Coffrage de la dalle ;  
Bétonnage de la dalle ;  
Décoffrage de la dalle.



Figure 5.9: Construction d'un regard

#### **5.3.4. 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.

#### **5.3.5. 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.

#### **5.3.6. Remblaiement de la tranchée :**

Un remblayage de qualité est nécessaire pour assurer, d'une part la transmission régulière des charges sur la canalisation et d'autre part sa protection contre tout dégât lors de l'exécution des remblais supérieurs. Le matériau utilisé est généralement similaire à celui mis en œuvre pour l'enrobage du tuyau. Le remblaiement est réalisé par couches successives dont l'épaisseur est déterminée en fonction de l'engin de compactage ( $<0,3m$ ), en tenant compte de la nature du remblai, afin de garantir une compacité optimale et régulière durant cette opération les tuyaux ne devront subir aucun dommage. Pour cette raison, l'utilisation d'engins de compactage moyens ou lourds n'est admissible qu'à partir d'une hauteur de couverture de 1m.

Par ailleurs dans le cas de faible couverture des tuyaux, la circulation des véhicules ainsi que le stockage des déblais des tranchées sont interdits sur le tracé de la canalisation.

#### *5.3.6.1. Le remblai d'enrobage :*

L'enrobage des conduites comprend le lit de pose, l'assise et le remblai de protection il est réalisé conformément au projet en tenant compte notamment des caractéristiques des tuyaux, des risques d'ovalisation et en mettant en place des matériaux de nature appropriée qui proviennent en général de la réutilisation des déblais des fouilles expurgés de tous matériaux susceptibles d'endommager les conduites et leurs revêtements par des effets de chocs ou l'effet des tassements lors de la consolidation (blocs rocheux, produits de démolition...etc.), il est également nécessaire de s'assurer de l'absence d'action chimique néfaste de certains matériaux (débris végétaux, mâchefer, produits gypseux...etc.) sur les matériaux constitutifs des tuyaux et de leur revêtement.

#### *5.3.6.2. Le remblai supérieur :*

Il est exécuté après les épreuves en pression, en fonction des contraintes de l'environnement et de la sécurité des personnes et des biens. Il est réalisé en mettant les déblais des fouilles, dont on élimine les éléments impropres comme dans le cas dans la précédente opération. Les conditions de mise en œuvre et la reconstitution de la couche supérieure dépendent des situations rencontrées comme en zone rurale ou en milieu urbaine dans le premier cas (zone rurale), le remblayage est effectué par couches successives et régulièrement damées et la couche supérieure de terre végétale est reconstituée par réemploi de la terre végétale mise en dépôt. Une légère sur hauteur est réservée pour les tassements ultérieurs.

#### **5.3.7. 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.

#### **5.3.8. Mise en service du réseau :**

- La mise en pression générale du réseau par l'intermédiaire du réservoir, avec des robinets fermés.
- Remplir les conduites lentement avec un débit de l'ordre de 1/20 à 1/15 de leurs débits normaux.
- Utiliser les robinets de vidange pour vérifier l'arrivée de l'eau, dans un premier temps ils sont ouverts ensuite ils sont refermés au fur et à mesure de l'arrivée de l'eau.
- Le remplissage est terminé, le réseau est mis sous pression pendant 48h, puis mesurer la perte par rapport à la capacité du réseau qui ne doit pas dépasser 2%.
- Procéder à la désinfection du réseau avant le distribution aux consommateurs.

#### **5.3.9. 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<sub>4</sub>) ;
- Hypochlorite de calcium (ClO<sub>2</sub>Ca) ;
- 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.

Tableau 5.2: Produits de désinfection (Doses et temps de contact) :

Désinfectants utilisés	Temps de contact minimum en heurs	Dose de désinfectant (mg / l)	Précautions
Eau de Javel	24	90 à 150	-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)

#### 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 :

Elle est utilisée pour l'excavation des tranchées. Les pelles sont des engins de terrassement conviennent à tous les types de terrains. Ce sont des engins dont le rôle est l'exécution des déblais et leur chargement. Ils sont de type à fonctionnement discontinu, c'est à dire que le cycle de travail comprend les temps suivants : Temps de fouille, temps de transport, temps de déchargement, temps de remise en position de déblais. On distingue deux types :

###### *a- pelle équipée en rétro :*

Les applications de la pelle en rétro sont :

- Creuser en dessous de la surface d'appui à son niveau.
- Peut excaver dans la direction de la machine.
- Creuser avec grande précision.

###### *b- Pelle équipée en butée :*

Les caractéristiques de cette pelle sont :

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

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

##### 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).

#### **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. Si les travaux ne sont pas très importants, on utilise le rétro 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.

### **5.5 Planification des travaux de réseau de distribution :**

Avant d'entamer la réalisation des travaux sur le chantier, il faut faire une planification qui consiste en une étude théorique qui va désigner la meilleure façon d'utilisation de la main d'œuvre et des autres moyens, elle consiste en :

- Installation des postes de travail;
- Observations instantanées;
- Analyse des tâches;
- Le chronométrage;
- Définition des objectifs et des attributions;
- Simplification des méthodes;

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

- dans un ordre correct (bonne succession des opérations du réseau)
- sans retard
- aussi économique que possible

Les travaux suivant seront ordonnés selon la méthode du réseau (CPM).

La méthode du réseau à chemin critique ou méthode PERT (program evaluation review technic) est une méthode où les nœuds et les flèches représentent des tâches et ils sont parcourus par un flux qui est le temps, le sommet (nœuds ou flèches) représente une étape ou un événement cette méthode a été élaborée en 1958 par les Américains.

#### **5.5.1. Construction du réseau :**

Pour construire un réseau il convient d'effectuer les six opérations suivantes :

- Etablissement d'une liste des tâches
- Détermination des tâches antérieures
- Construction des graphes partiels
- Regroupement des graphes partiels-Détermination des tâches de début de l'ouvrage et de fin de l'ouvrage
- Construction finale

#### **5.5.2. Détermination du chemin critique :**

- *Méthode CPM*

Les paramètres indispensables dans l'exécution de cette méthode sont les suivants :

DCP	TR
DFP	DCPP
DFPP	MT

Avec :

TR : temps de réalisation

DCP : date de commencement au plus tôt

DCPP : date de commencement au plus tard

DFP : date de finition au plus tôt

DFPP : date de finition au plus tard

MT : marge totale

$$DFP = DCP + TR \quad (V.3)$$

$$DCPP = DFPP - TR \quad (V.4)$$

- *Chemin critique:*

C'est le chemin qui donne la durée totale du projet (DTP) reliant les opérations possédant la marge totale nulle.

Donc pour retrouver un chemin critique il suffit de vérifier la double condition suivante :

$$MT = 0$$

$$\text{La somme de TR} = \text{DTP}$$

Les tâches de réalisation de réseau de distribution et leurs durées sont mentionnées dans le tableau.

Tableau 5.3 : temps de réalisation des opérations de réseau de distribution

Notation	Opération	Durée (j)
A	Exécution des tranchées du réseau	85
B	Pose du lit de sable	30
C	Bardage des conduites	6
D	Pose des conduites	40
E	Montage et raccordement des conduites	35
F	Essais d'étanchéités	3
G	Remblayage des tranchées	20
H	Nivellement et compactage	10

On montre le lien entre les opérations qui précèdent et qui succèdent chaque opération de réalisation du réseau.

Tableau 5.4: tâches qui précèdent et qui succèdent chaque opération du réseau :

opérations	précède	succède
A	B	/
B	C, D	A
C	E	B
D	E	B
E	F	C, D
F	G	E
G	H	F
H	/	G

Tableau 5.5 : détermination des délais :

Opérations	TR (jours)	DP		DPP		MT
		DCP	DFP	DCPP	DFPP	
A	85	0	85	0	85	0

B	30	85	115	85	115	0
C	6	115	121	149	155	34
D	40	115	155	115	155	0
E	35	155	190	155	190	0
F	3	190	193	190	193	0
G	20	193	213	193	213	0
H	10	213	123	213	223	0

Les réseaux à nœuds sont représentés sur la (figure 5.10) où les dates de commencement et de finitions au plutôt, les dates de commencement et de finitions au plus tard, les marges totales et les temps de réalisation sont mentionnés.

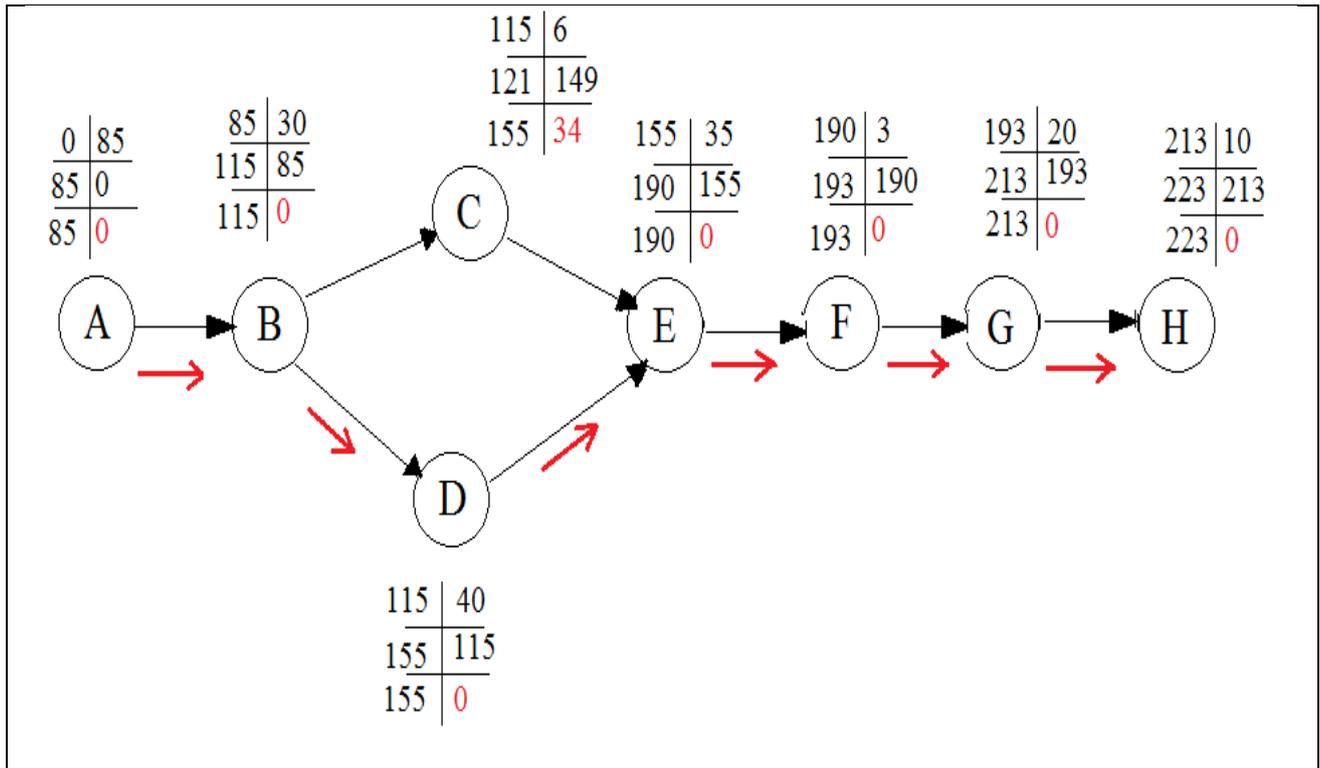


Figure 5.10 : Réseaux à nœuds et calcul du temps de réalisation du réseau de distribution.

→ : *Chemin critique.*

DTR = 223 jours.

### 5.6. Conclusion :

Dans notre travail, nous avons défini tous les travaux qui sont nécessaire pour le bon déroulement et le suivi de la réalisation du projet qui vont avoir lieu sur chantier, nous avons choisi les engins les plus appropriés pour les différentes étapes du projet qui sont réalisé dans des bonnes conditions à temps et assez économique possible, lors de la pose des canalisation il doit que la qualité des tuyaux et raccords ne soient pas détériorés pour assure le rendement voulu qui augmenter la durée de vie du système.

# **Chapitre 6**

## **Protection et sécurité du travail**

## PROTECTION ET SECURITE DU TRAVAIL

### 6.1. Introduction :

Les accidents du travail et les problèmes ont un rôle important sur le plan financier, plan de la production et sur le plan humain, Tous les accidents sont cause de souffrances pour la victime; beaucoup plongent la famille de celle-ci dans l'angoisse; surtout lorsqu'ils sont mortels ou qu'ils ont pour conséquence une incapacité permanente, peuvent avoir des effets catastrophiques sur la vie familiale.

L'objectif sera donc de diminuer la fréquence et la gravité des accidents dans l'entreprise. Il existe pour cela un certain nombre de dispositifs, de consignes, de règlement dit de « sécurité ». Néanmoins, les mesures préventives et leurs applications strictes ne suffisent pas à elles seules, il faut inculquer un esprit de sécurité au personnel qui leur permettra de prévoir et d'agir de façon pleinement efficace.

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 la sécurité et la protection doit être existé dans les différent travaux.

### 6.2 Ampleur du problème :

Les données statistiques sur les accidents du travail font apparaître l'ampleur du problème. Chaque année, au Royaume-Uni, l'accident du travail tue un millier de personnes environ. Un demi million de travailleurs sont atteints de blessures diverses, et 23 millions de journées de travail sont perdues du fait des accidents et des maladies.

Selon le Conseil national de la sécurité, le taux de fréquence des accidents suivis d'incapacité (c'est-à dire le nombre de cas soumis à déclaration par million d'heures travaillées) a passé du chiffre modeste de 5,99 pour 1961 à 10,87 pour 1976 un bond de 81%. Le conseil estime que les pertes de salaire, les frais médicaux, les dégâts matériels et les frais administratifs qu'entraînent les accidents représentent une charge de 51,1 milliards de dollars. Pour la seule année 1976, un million d'années de travail productif ont été perdues du fait des accidents du travail, lesquels ont coûté autant au pays que si toute l'activité économique avait été paralysée pendant une semaine.

Plusieurs pays (les Etats-Unis, le Japon) signalent régulièrement aujourd'hui plus de deux millions d'accidents du travail par an, d'autres (la République fédérale d'Allemagne, la France, l'Italie), plus d'un million. De nombreux Etats, certains importants et fortement industrialisés, ne publient aucun chiffre. Il n'est pas exagéré, toutefois, d'évaluer à plus de quinze millions le nombre des accidents du travail qui surviennent chaque année dans le monde — chiffre atterrant lorsque l'on songe à ce qu'il cache de souffrances, de peines et de pertes.

Certains pays industrialisés ont réussi sans doute à enrayer la progression de ces accidents, voire à amorcer une descente, mais bien d'autres n'y sont pas parvenus. En ce qui concerne les autres accidents du travail (non mortels), les définitions nationales diffèrent à tel point qu'il n'est guère possible de faire des comparaisons internationales valables.

Dans chaque cas, le contexte économique, social et culturel change les critères suivant les pays, une simple série de chiffres, un indicateur unique, ne sauraient refléter parfaitement la situation. Mais, pour autant que la période de référence soit assez longue, encore une fois, il est permis de dégager certaines conclusions de statistiques.

### **6.3. Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique :**

Les accidents de travail à des conditions dangereuses et actions dangereuses sont causés par deux facteurs :

#### **6.3.1. Facteurs humain**

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

#### **6.3.2. Facteurs matériel**

- 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 soit après la finition du projet (travaux d'entretien des pompes, des installations, etc.)

### **6.4. 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.

### **6.5. 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.

## **6.6. Mesures préventives pour éviter les causes des accidents :**

### **6.6.1 Les partenaires de la prévention :**

#### *6.6.1.1. Dans l'entreprise :*

- Le chef d'entreprise est le seul responsable de la sécurité
- Le service médical : médecin du travail, infirmières du travail, technicien hygiène et sécurité
- Le service de sécurité dans les grandes entreprises.
- Le comité d'entreprise et les délégués du personnel.

#### *6.6.1.2. En dehors de l'entreprise :*

- Le service de prévention
- Les comités techniques régionaux qui ont un pouvoir financier,
- Les instituts de médecine du travail et les consultations de pathologie professionnelle
- L'inspection du travail,
- Certains organismes agréés par le ministère du travail.

### **6.6.2. Prévention technique :**

#### *5.6.2.1. Protection individuelle :*

Elles sont moins fiables que la protection collective et ne devrait être mises en œuvre que lorsque celle-ci est impossible. La protection individuelle reste souvent indispensable. Elle n'est pas toujours respectée par le salarié ou mise à disposition par l'employeur.

- Combinaisons étanches ou spécifiques à certains risques (Casques de protection contre les objets pouvant tomber),
- Protection des mains : gants, crèmes protectrices, produits de nettoyage spécifiques non nocifs.
- Chaussures de protection (semelle épaisse, antidérapante, avec coquille métallique de protection des orteils)
- Lunettes de sécurité (UV, chaleur, projection de débris)
- Protecteurs auditifs (casques anti-bruit, bouchons d'oreille)
- Masques et cagoules anti-poussières ou contre les gaz.



Figure 6.1 : équipements de protection individuelle

### 6.6.2.2. Protection collective :

Elle doit toujours être mise en œuvre en premier lieu. C'est l'employeur, avec le service de sécurité, et conseillé par le médecin du travail, qui organise la prévention dans le cadre de la législation en vigueur afin d'empêcher que l'accident se produise à nouveau en détectant les risques. Les moyens possibles sont nombreux :

- Prévention intégrée : c'est la prévention de conception qui supprime l'existence du risque en installant dès la conception des dispositifs de protection et de sécurité sur les engins et machines dangereuses.
- Entretien des engins
- Contrôle et certification de conformité des engins.
- La signalisation dans l'entreprise doit être évidente et connue de tous, utilisation des couleurs de sécurité (rouge, orange, vert), isolement des zones dangereuses (barrières, écrans, cartons).
- Contrôle régulier du fonctionnement et entretien des systèmes de sécurité.
- Amélioration des techniques de travail : étiquetage des produits, travail en vase clos, aspiration des vapeurs et des poussières, remplacement d'un produit dangereux par un autre quand c'est techniquement possible.
- Amélioration des ambiances de travail (éclairage, bruit, empoussièremment, ambiance thermique)
- Contrôle des matériaux : obligation est faite aux fabricants, importateurs et vendeurs de fournir à l'entreprise toute information sur les produits nouveaux.

- Affichage des consignes de sécurité et du règlement intérieur de l'entreprise. Education sanitaire et développement des facteurs d'hygiène contribuant à la prévention : interdiction de boire, manger et fumer sur les lieux de travail, hygiène stricte (lavage des mains, douches).

### **6.6.3. Prévention médicale :**

#### *6.6.3.1. Examen clinique, éventuels examens complémentaires :*

Le médecin du travail doit s'attacher à dépister les contre-indications médicales à certains postes lors de la visite d'embauche et des visites systématiques, comme par exemple :

- postes dangereux comportant un risque pour le salarié avec une législation particulière
- poste de sécurité avec risque pour le travailleur ou pour les autres salariés, recherche d'épilepsie, diabète, problème cardiaque, examen psychotechnique...

En aucun cas, le médecin du travail ne doit accepter un risque grave pour le travailleur lui-même et pour son entourage.

#### *6.6.3.2. Information du salarié par le médecin du Travail :*

Elle porte :

- sur les risques encourus et les précautions à prendre. Cette information doit précéder la prise de poste et être renouvelée régulièrement à chaque visite médicale ou lors de la visite des lieux de travail.
- sur les résultats des analyses biologiques de surveillance, lors de l'exposition à des risques particuliers (plomb, benzène, rayonnements ionisants...). Le salarié doit être également informé des mesures de prévention et des contrôles effectués dans les locaux de travail.

### **6.6.4. Prévention pour les conducteurs d'engin :**

- Lire la notice d'utilisation de l'engin.
- Déterminer l'ordre des opérations en respectant les plans et cahiers des charges.
- Contrôler la machine avant et après démarrage.
- Adapter l'équilibre de l'engin et la tâche (creuser, saisir, lever, pousser, charger).
- Déblayer le terrain.
- Procéder au nivellement selon les situations dans toutes les dimensions (cotes) définies.
- Creuser des tranchées selon les indications topographiques.
- Remblayer à la surface ou en profondeur (une fouille).
- Réaliser un talus d'après des gabarits.
- Remplir une fiche technique d'intervention.
- Prendre les mesures de sécurité assurant la protection individuelle et collective.
- Assurant la maintenance de premier niveau des outils et du matériel.
- Communiquer les défauts aux supérieurs.

## **6.7. Conclusion :**

La prévention est la faire de tous c'est à dire une action offensive pour qu'il n'y ait plus de risques. Pour avoir des meilleures conditions au travaille, une grande maîtrise de l'outil de production et une plus grande adaptation dans environnement du travaille, il est indispensable de savoir les causes des accidents et évité les actions dangereuses qui peut briser ou handicaper une vie humaine.

# **Chapitre 7**

## **Gestion du réseau de distribution**

## GESTION DU RESEAU DE DISTRIBUTION

### 7.1. Introduction :

Le distributeur d'eau potable a toujours le souci de couvrir les besoins des consommateurs, en qualité et quantité suffisantes. Il a aussi le souci de veiller à la bonne gestion, la maintenance, l'exploitation, les opérations d'entretiens et de contrôles et la perfection de toutes les infrastructures concourant l'approvisionnement en eau, afin d'assurer la gestion technique et économique des systèmes. Dans ce chapitre, nous présenterons les différentes étapes de la gestion des réseaux d'alimentation en eau potable.

### 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.

#### 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 déterminée 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 pertes :

##### *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.
- Coup de bélier, Glissements de terrains
- raccordements 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 80% 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 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 par l'eau est la variation de concentrations de ses composants qui est due aux facteurs suivants :

- Pénétration d'air contenant des substances (CO<sub>2</sub>, le plomb, l'O<sub>2</sub>...etc.) dans les conduites ou dans les réservoirs.
- introduction d'eaux parasites à travers les endroits là où il y a des fuites.
- présence des micro-organismes dans les conduites d'adductions ou de distributions.
- la nature des terrains traversés.....etc.
- Le temps de séjours 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 en tartrate ou agressive.
- Problèmes de lessivage...etc.

Notre région d'étude est alimentée à partir du barrage EL-AGREM avec 41 l/s et le forage DN32 avec 8 l/s, et d'après le barrage une analyse physicochimique et la mesure de certains indicateurs de pollution a été réalisée au niveau des laboratoires de l'Algérienne Des Eaux(ADE) de Jijel. Un premier échantillon de l'eau brute de barrage a été prélevé au mois de

Juillet 2016 (prélèvement estival). Les résultats des analyses sont indiqués dans le tableau 7.1 ci-après :

Tableau 7.1 : Récapitulatif des résultats d'analyse d'eau de barrage EL-AGREM

Paramètres	Unités	Résultats du prélèvement
pH	--	7.78
Oxygène dissous	%	93.24
Nitrates NO <sub>3</sub>	mg/l	--
Nitrites NO <sub>2</sub>	mg/l	0.037
Ammonium NH <sub>4</sub>	mg/l	0.00
Phosphate PO <sub>4</sub>	mg/l	0.00
DBO <sub>5</sub>	--	1
DCO	--	26
MO	--	5.1

En comparant les résultats d'analyses aux bornes de la grille de qualité, nous avons trouvés que la qualité d'eau du barrage est moyenne.

**N.B :** on peut dire que cette qualité d'eau nécessite un traitement simple.

### 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 nous proposons une méthodologie de diagnostic recommandée et qui s'établit en quatre phases:

#### 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 nécessaires 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. Nous distinguons 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.

##### **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.

- **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.

- **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).

*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,
- Étendre le comptage dans les bâtiments publics sans compteurs,
- Installer les compteurs à 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.

##### **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.....).

#### **7.5. Conclusion :**

Pour assurer aux exploitants une bonne gestion du réseau doit avoir La connaissance des différentes défaillances, l'étude de diagnostic approfondie, et les différentes méthodes d'entretien proposées veulent dire une optimisation des coûts et une pérennité d'un réseau, afin que le réseau soit géré efficacement dès son premier temps de fonctionnement pour bien minimiser les fuites d'eaux et par conséquent augmenter son rendement.

# **Conclusion Générale**

## **Conclusion générale:**

A travers cette étude, nous avons essayé d'apporter une contribution au projet du réseau de distribution d'eau potable de la région de Tlata (w. Jijel) 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 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 EPANET

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.

**REFERENCES**

**BIBLIOGRAPHIQUE**

## **Références bibliographiques:**

- [1] **SALAH, B.** Poly copies de comportement mécanique des conduites enterrées. Edition 1994. ENSH Blida.
- [2] **SALAH, B.** Poly copies d'alimentation en eau potable. Edition 1993, ENSH Blida.
- [3] **ABRAMOV.** Ouvrage d'AEP. Edition 1982
- [4] **BONIN, J.** Hydraulique urbaine appliquée aux agglomérations de petites et moyennes importances. Editions 1986. Paris.
- [5] **IVANOV, E.** Organisation et la construction d'un système du projet de distribution de l'eau. Edition 1985. Paris
- [6] **CARLIER, M.** Hydraulique générale et appliqué. Editions 1980. Paris.
- [7] **NONCLERCQ, IR.** Hydraulique urbaine appliquée 3ème partie le calcul des collecteurs urbains. Edition 1990. Paris.
- [8] **Mr KAHLERRAS, D:** Cours De Protection et Sécurité Du Travail(ENSH)

# **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 7.1 : Différent classes de qualité :

Classe Paramètres	C1 - Bonne	C2 - Acceptable	C3-Mauvaise	C4- Très mauvaise
pH	6.5- 8.5	6.5-8.5	8.5- 9.0	>9.0 et <6.5
Oxygène dissous %	100-90	90-50	50- 30	<30
Ammonium NH <sub>4</sub>	0-0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
Nitrates NO <sub>3</sub>	0-10	10-20	20- 40	>40
Nitrites NO <sub>2</sub>	0-0.01	0.01-0.1	0.1- 3	>3
Phosphate PO <sub>4</sub>	0-0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
DBO <sub>5</sub>	5	5-10	10-15	>15
DCO	20	2-40	40-50	>50
MO	5	5-10	10-15	>15
RS	300-1000	1000-1200	1200-1600	>1600

Source : ADE (w. jijel)