

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de L'Enseignement supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة سعيدة - د. مولاي الطاهر

UNIVERSITÉ DE SAIDA Dr MOULAY Tahar



Faculté de technologie

Département de génie civil et d'hydraulique

Mémoire de Fin d'Étude

Présenté pour l'obtention du diplôme de Master en hydraulique

Spécialité : Hydraulique Urbaine

---

**Étude d'un Systèmes d'Alimentation en Eau Potable  
« Nouveau Pôle »**

**Ville d'El Hassasna. W. SAIDA-Algérie**

---

Présente par :

M<sup>lle</sup> RAHIL Fatma.

Soutenu le : 18/06/2023, devant le jury composé de :

M<sup>r</sup> : HADJEM M.

Président

M<sup>r</sup> : TALBI O.

Examinateur

M<sup>r</sup> : CHAFI C.

Encadreur

**Promotion 2022/ 2023**

# *Remerciements*

*Je remercie ALLAH le tout puissant pour m'avoir donnée la santé, le courage et la volonté de reprendre l'étude et pour m'avoir permis de réaliser ce modeste travail.*

*Au terme de cette étude, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes vifs remerciements à M<sup>r</sup> CHAFI mon promoteur .*

*Je remercie le président et les membres du jury qui me feront l'honneur de juger mon travail.*

*Je voudrais aussi remercier l'ensemble des professeurs, le directeur de l'université et le ministère de tutelle pour avoir veillé à notre formation.*

*Un remerciement particulier à tous les travailleurs de l'établissement -URBAT-DRE -ADE -CTRH.*

*Un grand merci à M<sup>r</sup> B. Lakhdar, M<sup>me</sup> MADBOUHI Saliha, M<sup>r</sup> CHIKHI Mohamed, M<sup>r</sup> G. Youcef, M<sup>r</sup> SEDDI Ali, et M<sup>r</sup> A. KADARI toutes les personnes qui ont contribuées de près ou de loin pour la réalisation de ce mémoire.*

*RAHIL fatma*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à l'âme de mon  
père ainsi ma très chère mère à ma famille.*

*À tous, ceux qui m'ont aidée de près ou de loin  
à l'élaboration de ce travail.*

*- À tous les membres de ma famille,  
- À mes collègues de travail.*

*RAHIL fatma*

## Résumé

En raison de l'expansion démographique de la région, il était nécessaire d'établir un nouveau complexe urbain « Nouveau Pôle » rattaché administrativement à la ville d'El-hassasna, wilaya de Saida.

L'objectif de cette étude est la conception et le dimensionnement d'un système d'alimentation en eau potable pour la population et pour les autres équipements, et cela se fait selon plusieurs étapes.

Nous avons réalisé une étude approfondie sur la situation actuelle de la région et l'étude des infrastructures hydrauliques. L'objectif de l'étude hydraulique est d'assurer l'eau potable en quantité et en pression aux Nouveau Pôle.

Nous avons également réalisé la simulation hydraulique du réseau dans le but de répondre qualitativement et quantitativement aux besoins des différents utilisateurs (consommateurs) en matière d'eau potable.

## الملخص

**نظراً للتوسيع الديموغرافي الذي تشهده المنطقة استوجب إنشاء مجمع عمراني جديد تابع إدارياً لمدينة الحساسنة ولاية سعيدة وتهدف هذه الدراسة إلى التخطيط وحساب أبعاد منظومة التزويد بالمياه الصالحة للشرب.**

إذ قمنا بدراسة شاملة حول الوضع الحالي للمنطقة ودراسة البنية التحتية الهدف من الدراسة الهيدروليكيّة هو توفير المياه الصالحة للشرب للمنطقة الهيدروليكيّة. كماً وكيفاً.

كما قمنا بتشغيل المحاكاة الهيدروليكيّة للشبكة لغرض الاستجابة النوعية والكمية (المستهلكين) لاحتياجات مختلف الفئات من حيث المياه الصالحة للشرب.

## Abstract

For reason to the demographic expansion in the region, it was necessary to construct a new urban complex «**Nouveau Pôle** » affiliated administratively to the town of El Hassasna, wilaya of Saida. The aim of this study is to plan a drinking water supply network for the population and for the other facility, and this is done according to several stages shown in the research plan.

We carried out a comprehensive and comprehensive study on the current situation of the region and the study of the hydraulic infrastructure. The objective of the hydraulic study is to provide potable water for the region.

We also ran the hydraulic simulation of the network for the purpose of responding qualitatively and quantitatively to the needs of different groups (consumers) in terms of potable water.

# SOMMAIRE

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Introduction générale | 1 |
|-----------------------|---|

## **Chapitre I : Présentation générale de la région de l'étude**

|       |  |   |
|-------|--|---|
| I     | Présentation de la zone d'étude              | 2 |
| I.1   | Situation géographique et administrative     | 2 |
| I.1.1 | Nature Juridique                             | 3 |
| I.1.2 | Situation géologique                         | 3 |
| I.1.3 | Topographie                                  | 3 |
| I.2   | Situation climatique                         | 3 |
| I.2.1 | Les précipitations                           | 3 |
| I.2.2 | Température                                  | 4 |
| I.2.3 | Humidité de l'air                            | 5 |
| I.2.4 | Les Vents                                    | 6 |
| I.3   | Aménagement de Nouveau Pôle                  | 6 |
| I.3.1 | Situation démographique (population estimée) | 7 |
| I.3.2 | Situation socio-économique du Nouveau Pôle   | 8 |
| I.4   | Situation Hydraulique                        | 9 |

## **Chapitre II : Évaluations des besoins en eau du Nouveau Pôle**

|          |  |    |
|----------|--|----|
| 11       | Évaluation des besoins en eau du nouveau Pôle                    | 10 |
| II.1     | Calcul de la consommation moyenne journalière                    | 10 |
| II.1.2   | Estimation de la population                                      | 10 |
| II.1.3   | Choix de la dotation   | 12 |
| II.2     | Estimation moyenne des besoins de l'équipement                   | 12 |
| II.2.1   | Besoins centre équestre  | 12 |
| II.2.2   | Besoins scolaire   | 12 |
| II.2.3   | Besoins sanitaire  | 13 |
| II.2.4   | Besoins socio culturelle et commercial                           | 13 |
| II.2.5   | Besoin arrosage  | 14 |
| II.2.6   | Récapitulations de la consommation moyenne total en eau          | 14 |
| II.3     | Étude des variations de débits                                   | 16 |
| II.3.1   | Coefficients d'irrégularité                                      | 16 |
| II.3.1.1 | Coefficient d'irrégularité maximale journalière ( $K_{\max,j}$ ) | 16 |
| II.3.1.2 | Coefficient d'irrégularité horaire ( $K_h$ )                     | 17 |
| II.3.1.3 | Coefficient de point ( $K_p$ )                                   | 17 |

|          |  |    |
|----------|--|----|
| II.3.1.4 | Récapitulations des différents Débits  | 18 |
| II.3.2   | Variation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitant            | 18 |
| II.3.2.1 | Consommation moyenne horaire   | 18 |
| II.3.2.2 | Consommation maximum horaire   | 18 |
| II.3.2.3 | Évaluation de la consommation horaire en fonction du coefficient maximum horaire | 19 |

### **Chapitre III : Étude du Stockage**

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| III       | Définition du Réservoir  | 20 |
| III.1     | Le rôle des réservoirs   | 20 |
| III.2     | Emplacement des réservoirs   | 20 |
| III.3     | Classification des réservoirs  | 20 |
| III.3.1   | Classement selon le matériau de construction                                   | 20 |
| III.3.2   | Classements selon position du réservoir par rapport au terrain naturel         | 21 |
| III.3.3   | Classements selon la forme de la cuve  | 21 |
| III.4     | Analyse de la capacité de stockage   | 21 |
| III.5     | Dimensions d'ouvrage du stockage projeté                                       | 25 |
| III.5.1   | Le diamètre de réservoir superficiel (cuve)                                    | 26 |
| III.5.2   | Recalculer la hauteur d'eau $h_e$ dans le réservoir                            | 26 |
| III.5.3   | La Hauteur D'incendie pour réservoir superficiel                               | 26 |
| III.5.4   | Cote Radier De Réservoir   | 26 |
| III.5.5   | Diamètre de la conduite de distribution  | 27 |
| III.5.6   | Détermination de type de réservoir projet                                      | 27 |
| III.5.6.1 | Perte De Charge  | 27 |
| III.5.6.2 | Calcul de la côte radier du réservoir  | 27 |
| III.5.6.3 | Le diamètre de réservoir 750 m <sup>3</sup> (cuve)                             | 28 |
| III.5.6.4 | La Hauteur D'incendie (pour réservoir 750 m <sup>3</sup> )                     | 28 |
| III.5.6.5 | Calcul la hauteur d'eau $h_e$ dans le réservoir du capacité 750 m <sup>3</sup> | 28 |
| III.5.6.6 | Cote du trop-plein   | 28 |
| III.5.6.7 | Cote d'arrivée d'eau   | 28 |
| III.6     | Construction de réservoir  | 29 |
| III.7     | Équipement du réservoir  | 29 |
| III.8     | Entretien des réservoirs   | 32 |
| III.9     | Autres Recommandations   | 32 |

## **Chapitre IV : Conception et dimensionnement du réseau de Distribution**

|            |  |    |
|------------|--|----|
| IV         | Choix du type de réseau et le matériau des conduites.                  | 33 |
| IV.1       | Type de réseau suivant la structure et l'importance de l'agglomération | 33 |
| IV.2       | Choix du matériau des conduites  | 35 |
| IV.3       | Choix du type de réseaux   | 35 |
| IV.3.1     | Principe de la méthode d'HARDY-CROSS                                   | 35 |
| IV.3.1.1   | Condition d'équilibre  | 35 |
| IV.3.1.2   | La méthode de Hardy cross au calcule du Réseau maillé                  | 36 |
| IV.3.1.2.1 | Le débit correctif   | 36 |
| IV.3.1.2.2 | Détermination des diamètres  | 37 |
| IV.3.2     | La pression minimale admissible au sol.                                | 37 |
| IV.3.3     | Cotes piézométriques   | 37 |
| IV.3.4     | La pression de service   | 37 |
| IV.4       | Conception d'un Réseau   | 37 |
| IV.5       | Calcul hydraulique du réseau maillé                                    | 38 |
| IV.6       | Détermination des Débits   | 38 |
| IV.6.1     | Débit Spécifique   | 38 |
| IV.6.2     | Débit de route   | 38 |
| IV.6.3     | Débit aux nœuds  | 39 |
| IV.7       | Calcul des Débits  | 39 |
| IV.8       | Modélisation et résultats de la simulation hydraulique de réseau.      | 41 |
| IV.8.1     | Dimensionnement du réseau par simulation hydraulique                   | 41 |
| IV.8.2     | Intérêt de la modélisation   | 41 |
| IV.8.3     | Les logiciels de modélisation des réseaux d'AEP                        | 42 |
| IV.8.4     | AUTO-CAD/ EPACAD   | 42 |
| IV.8.5     | Le logiciel EPACAD   | 43 |
| IV.8.6     | Présentation de l'interface du logiciel EPANET                         | 43 |
| IV.8.7     | Principe hydraulique régissant les calculs du logiciel                 | 43 |
| IV.8.7.1   | Données  | 44 |
| IV.8.7.2   | Résultats de la simulation hydraulique de réseau                       | 44 |

## **Chapitre V : Adduction**

|     |                                  |    |
|-----|----------------------------------|----|
| V   | Circulation de l'eau dans le sol | 50 |
| V.1 | Principaux types de source       | 50 |
| V.2 | Captages en nappe aquifère       | 50 |
| V.3 | Captage des eaux de surface      | 50 |
| V.4 | Adduction                        | 51 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| V.5   | Condition d'établissement de la conduite                | 52 |
| V.5.1 | Conditions techniques                                   | 52 |
| V.5.2 | Conditions économique                                   | 53 |
| V.6   | Détermination du diamètre de la conduite de refoulement | 53 |
| V.6.1 | Pertes de charge totales                                | 53 |
| V.6.2 | Calcule diamètre de la conduite d'adduction             | 54 |
| V.6.3 | Vérification des vitesses                               | 54 |

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

|        |                                       |    |
|--------|---------------------------------------|----|
| VI     | Les accessoires                       | 55 |
| VI.1   | Les robinets                          | 55 |
| VI.1.1 | Fonctions                             | 55 |
| VI.1.2 | Classement des robinets               | 55 |
| VI.2   | Les clapets                           | 57 |
| VI.3   | Les ventouses                         | 57 |
| VI.4   | Les by-pass                           | 58 |
| VI.5   | Régulateurs de pression amont         | 58 |
| VI.6   | Pièces spéciales de raccord           | 58 |
| VI.7   | Les organes de mesures                | 59 |
| VI.7.1 | Mesures de débit                      | 59 |
| VI.7.2 | Mesure de pression                    | 60 |
| VI.8   | Les bouches et les poteaux d'incendie | 60 |

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

|         |  |    |
|---------|--|----|
| VII     | Rôle de canalisation                           | 61 |
| VII.1   | Pose de canalisation                           | 61 |
| VII.1.1 | Exécution et aménagement de la tranchée        | 61 |
| VII.1.2 | Conseils de pose de canalisation               | 62 |
| VII.1.3 | Conditionnement et stockage                    | 62 |
| VII.1.4 | Mis en œuvre                                   | 62 |
| VII.1.5 | Réparation                                     | 62 |
| VII.1.6 | Stabilisation des conduites                    | 63 |
| VII.2   | Différents types de pose de conduites          | 63 |
| VII.2.1 | Pose de canalisation dans un terrain ordinaire | 64 |
| VII.2.2 | Pose de canalisation dans un mauvais terrain   | 65 |
| VII.2.3 | Pose de canalisation en galerie                | 65 |
| VII.2.4 | Traversée de route                             | 66 |
| VII.2.5 | Traversées d'oueds                             | 66 |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| VII.2.6   | Pose en élévation  | 67 |
| VII.3     | Réalisation des fouilles                                       | 67 |
| VII.3.1   | Excavation des tranchées                                       | 67 |
| VII.3.2   | Largeur de la tranchée   | 68 |
| VII.3.3   | La profondeur de tranchée ( $H_{tr}$ )                         | 68 |
| VII.3.4   | Lit de pose  | 68 |
| VII.3.5   | Remblaiement   | 68 |
| VII.3.5.1 | Le remblai d'enrobage  | 68 |
| VII.3.5.2 | Le remblai supérieur   | 69 |
| VII.4     | Organisation de chantier                                       | 69 |
| VII.4.1   | Travaux concernant le réseau de distribution                   | 69 |
| VII.4.1.1 | Exécution des tranchées  | 69 |
| VII.4.1.2 | Construction des regards                                       | 69 |
| VII.4.1.3 | Pose du lit de sable   | 70 |
| VII.4.1.4 | Pose des conduites   | 70 |
| VII.4.1.5 | Remblayage des tranchées                                       | 70 |
| VII.5     | Implantation du tracé des tranchées sur le terrain             | 70 |
| VII.5.1   | Matérialisation  | 70 |
| VII.5.2   | Le nivellation   | 70 |
| VII.6     | Mise en eau et épreuve   | 70 |
| VII.7     | La stérilisation des conduites neuves avant la mise en service | 70 |
| VII.8     | Calcul des volumes des travaux                                 | 70 |
| VII.8.1   | Calcul du volume du déblai du réseau                           | 70 |
| VII.8.2   | La profondeur ( $H_{tr}$ )                                     | 71 |
| VII.8.3   | Largeur de la tranchée   | 71 |
| VII.8.4   | Lit de sable   | 73 |
| VII.8.5   | Volume de la conduite  | 74 |
| VII.8.6   | Remblai compacté   | 76 |
| VII.8.7   | Devis estimatif  | 77 |

## **Chapitre VIII : Protection et sécurité de travail**

|          |                                      |    |
|----------|--------------------------------------|----|
| VIII     | Protection et sécurité               | 81 |
| VIII.1   | Cause des accidents de travail       | 81 |
| VIII.1.1 | Causes humaines                      | 81 |
| VIII.1.2 | Causes techniques                    | 81 |
| VIII.1.3 | Causes matérielles                   | 82 |
| VIII.1.4 | Causes des maladies professionnelles | 82 |

|          |  |    |
|----------|--|----|
| VIII.2   | Liste des conditions dangereuses                         | 83 |
| VIII.3   | Liste des actions dangereuses                            | 83 |
| VIII.4   | Mesures préventives pour éviter les causes des accidents | 84 |
| VIII.4.1 | Protection individuelle                                  | 84 |
| VIII.4.2 | Autres protections                                       | 84 |
| VIII.4.3 | Protection collective                                    | 84 |
| VIII.5   | Plan de sécurité adapté aux travaux de réalisation       | 85 |

## **Chapitre IX : Gestion du réseau**

|          |   |    |
|----------|---|----|
| IX       | Objectifs de la gestion du réseau                     | 86 |
| IX.1     | But de la gestion                                     | 86 |
| IX.2     | Défaillances  | 86 |
| IX.2.1   | Définitions du Défaillances                           | 86 |
| IX.2.2   | Les différents types de défaillances                  | 86 |
| IX.2.2.1 | Les pertes  | 86 |
| IX.2.2.2 | Les fuites  | 87 |
| IX.2.2.3 | Les ruptures (casses)                                 | 87 |
| IX.3     | L'entretien   | 87 |
| IX.3.1   | Les types d'entretien                                 | 88 |
| IX.3.1.1 | Entretien préventif systématique                      | 88 |
| IX.3.1.2 | Entretien exceptionnel                                | 88 |
| IX.4     | Entretien des réseaux d'AEP                           | 88 |
| IX.4.1   | Entretien des réservoirs                              | 88 |
| IX.4.2   | Entretien du réseau de distribution et de l'adduction | 88 |
| IX.4.2.1 | Surveillance et entretien                             | 88 |
| IX.4.2.2 | Actions de réduction des pertes en eau                | 89 |
| IX.4.3   | Dispositions et moyens d'intervention                 | 91 |
| IX.4.3.1 | Moyens humains  | 91 |
| IX.4.3.2 | Moyens matériels                                      | 91 |
|          | Conclusion générale                                   | 92 |

## LISTE DES TABLEAUX

|                    |  |   |
|--------------------|--|---|
| <b>Tableau I.1</b> | Précipitation moyenne mensuelle période 2000 -2012                     | 4 |
| <b>Tableau I.2</b> | Températures moyennes mensuelle de Hessasna période 1961-1993          | 4 |
| <b>Tableau I.3</b> | Les variations de l'humidité relative au cours de la période 1979-1995 | 5 |
| <b>Tableau I.4</b> | Vitesse de vent en m/s période 1979-1995                               | 6 |
| <b>Tableau I.5</b> | Habitat programmé  | 7 |
| <b>Tableau I.6</b> | Équipement Programme   | 8 |
| <b>Tableau I.7</b> | Coordonnées cartésiennes et hydraulique du Forage Djida                | 9 |

### **Chapitre II : Évaluations des besoins en eau du Nouveau Pôle**

|                      |   |    |
|----------------------|---|----|
| <b>Tableau II.1</b>  | Les équipements du Nouveau Pol avec la superficie       | 11 |
| <b>Tableau II.2</b>  | Besoins en eau pour Centre équestre                     | 12 |
| <b>Tableau II.3</b>  | Besoins scolaires estimé en eau                         | 12 |
| <b>Tableau II.4</b>  | Besoins sanitaire                                       | 13 |
| <b>Tableau II.5</b>  | Besoins socio-culturel et commercial                    | 13 |
| <b>Tableau II.6</b>  | Besoins en eau estimé pour l'arrosage                   | 14 |
| <b>Tableau II.7</b>  | Récapitulation de la consommation en eau moyenne totale | 15 |
| <b>Tableau II.8</b>  | Majoration du débit moyen journalière                   | 16 |
| <b>Tableau II.9</b>  | Variation De Coefficient $\beta$                        | 17 |
| <b>Tableau II.10</b> | Calcul consommation maximal                             | 18 |

### **Chapitre III : Étude du Stockage**

|                      |   |    |
|----------------------|---|----|
| <b>Tableau III.1</b> | Coefficient maximum horaire $K_{maxh}$ en fonction de variation horaire de la consommation totale | 22 |
| <b>Tableau III.2</b> | Détermination de la capacité de stockage nécessaire pour le Nouveau Pôle                          | 23 |
| <b>Tableau III.3</b> | Caractéristiques du Réservoirs  | 32 |

### **Chapitre IV : Conception du réseau de distribution**

|                     |   |    |
|---------------------|---|----|
| <b>Tableau IV.1</b> | Calcul des débits nodaux                  | 39 |
| <b>Tableau IV.2</b> | Perte de charge et vitesse dans le réseau | 46 |
| <b>Tableau IV.3</b> | Charges et pression dans le réseau        | 48 |

## Chapitre V Adduction

|                    |   |    |
|--------------------|---|----|
| <b>Tableau V.4</b> | Coefficients K, m et $\beta$ pour plastique               | 53 |
| <b>Tableau V.5</b> | Vérification de la Vitesse d'écoulement selon le diamètre | 54 |

## Chapitre VII : Pose de canalisation

|                      |  |    |
|----------------------|--|----|
| <b>Tableau VII.1</b> | Les différents matériaux                 | 62 |
| <b>Tableau VII.2</b> | Calcul volume du déblai du réseau        | 72 |
| <b>Tableau VII.3</b> | Calcul volume du lit de sable            | 73 |
| <b>Tableau VII.4</b> | Calcul du volume des conduites           | 75 |
| <b>Tableau VII.5</b> | Calcul du volume remblai compacté        | 76 |
| <b>Tableau VII.6</b> | Devis estimatif et quantitatif du projet | 78 |

## LISTE DES FIGURES

### Chapitre I : Présentation générale de la région de l'étude

|                   |  |   |
|-------------------|--|---|
| <b>Figure I.1</b> | Carte géographique de Hassasna   | 2 |
| <b>Figure I.2</b> | Courbe précipitation moyenne mensuelle période 2000-2012 station Ain Skhouna | 4 |
| <b>Figure I.3</b> | Histogramme températures moyennes mensuelle de Hassasna période 1961-1993    | 5 |
| <b>Figure I.4</b> | Courbe de la variation d'humidité période 1979-1995                          | 6 |
| <b>Figure I.5</b> | Histogramme vitesse du vent (période 1979-1995)                              | 6 |

### Chapitre III : Étude du Stockage

|                     |   |    |
|---------------------|---|----|
| <b>Figure III.1</b> | Schéma d'un réservoir de distribution forme Cylindrique, Cubique          | 21 |
| <b>Figure III.2</b> | Graphe de la consommation.  | 24 |
| <b>Figure III.3</b> | Graphe de calcul de la capacité du réservoir par Méthode graphique        | 25 |
| <b>Figure III.4</b> | Conduite d'arrivée  | 29 |
| <b>Figure III.5</b> | Conduit de distribution   | 30 |
| <b>Figure III.6</b> | Conduite de trop-plein  | 30 |
| <b>Figure III.7</b> | Schéma représente les différents équipements d'un réservoir d'eau potable | 31 |
| <b>Figure III.8</b> | Sauvegarde de la réserve d'incendie                                       | 31 |

### Chapitre IV : Conception et dimensionnement du réseau de distribution

|                    |                |    |
|--------------------|----------------|----|
| <b>Figure IV.1</b> | Réseau ramifié | 33 |
|--------------------|----------------|----|

|                    |  |    |
|--------------------|--|----|
| <b>Figure IV.2</b> | Réseau mailé   | 34 |
| <b>Figure IV.3</b> | Réseau étagé   | 34 |
| <b>Figure IV.4</b> | Méthodologie adoptée pour le traçage et la simulation                              | 42 |
| <b>Figure IV.5</b> | Dessin de réseau de Nouveau Pôle obtenir par Auto CAD                              | 42 |
| <b>Figure IV.6</b> | Transformation d'un réseau AUTO-CAD / EPACAD / EPANET                              | 43 |
| <b>Figure IV.7</b> | Schéma illustratif du résultat de la simulation hydraulique de réseau distribution | 45 |
| <b>Figure IV.8</b> | Répartitions de vitesse par conduit  | 47 |
| <b>Figure IV.9</b> | Répartitions de pression par Nœud  | 49 |

## **Chapitre V Adduction**

|                   |   |    |
|-------------------|---|----|
| <b>Figure V.1</b> | Adduction gravitaire  | 51 |
| <b>Figure V.2</b> | Adduction par refoulement   | 52 |
| <b>Figure V.3</b> | Adduction Mixte   | 52 |
| <b>Figure V.4</b> | Schème exemple d'adduction du forage Djida vers l'ouvrage de stockage | 54 |

## **Chapitre VI Accessoires du Réseau de distribution**

|                    |                                     |    |
|--------------------|-------------------------------------|----|
| <b>Figure VI.1</b> | Robinet vanne de sectionnement      | 55 |
| <b>Figure VI.2</b> | Vanne à papillon                    | 56 |
| <b>Figure VI.3</b> | Robinet à flotteur                  | 56 |
| <b>Figure VI.4</b> | Clapet anti retour                  | 57 |
| <b>Figure VI.5</b> | Ventouse simple                     | 57 |
| <b>Figure VI.6</b> | Réducteur de pression               | 58 |
| <b>Figure VI.7</b> | Les différents types de débitmètres | 60 |

## **Chapitre VII : Pose de canalisation et organisation de chantai**

|                     |   |    |
|---------------------|---|----|
| <b>Figure VII.1</b> | Pose et la protection de la conduite en tranchée  | 61 |
| <b>Figure VII.2</b> | Butée sur coude horizontal                        | 63 |
| <b>Figure VII.3</b> | Butée sur coude vertical et Butée sur branchement | 63 |
| <b>Figure VII.4</b> | Pose de conduite dans un terrain ordinaire        | 64 |
| <b>Figure VII.5</b> | Fouilles  | 64 |
| <b>Figure VII.6</b> | Pose de canalisation dans un mauvais terrain      | 65 |
| <b>Figure VII.7</b> | Pose de canalisation en galerie                   | 65 |
| <b>Figure VII.8</b> | Protection spéciale pour la traversée de route    | 66 |

|  |  |    |
|--|--|----|
| <b>Figure VII.9</b>                    | Traversée d'oued                         | 67 |
| <b>Figure VII.10</b>                   | Traversée de la rivière par canalisation | 67 |
| <b>Figure VII.11</b>                   | Schéma du remblai d'une tranchée         | 69 |
| <b>Figure VII.12</b>                   | Schéma d'une tranchée                    | 71 |
| <b>Chapitre IX : Gestion du réseau</b> |  |    |
| <b>Figures IX.1</b>                    | La corrélation acoustique                | 90 |

## Bibliographie

## Annexes

- Plan d'occupation du sol d'El Hassesna Nouveau Pôle.
- Tableau Répartition des débits horaires en fonction de variations horaires de la consommation totale en fonction du coefficient maximum horaire ( $K_{\max h}$ ).
- Gamme de diamètre et épaisseur.
- Profil en long.

## Liste des abréviations

|                 |   |
|-----------------|---|
| ADE             | Algérien des eaux   |
| AEP             | Alimentation en Eau Potable   |
| EQ              | Équipement  |
| $\beta_{\max}$  | Coefficient qui dépend du nombre d'habitants.   |
| CTH             | Control technique hydraulique   |
| CTN             | Cote terrain naturel (m)  |
| Cr              | Cote radier (m)   |
| D               | Diamètre (m)  |
| DA              | Dinar Algérien  |
| DRE             | Direction des ressources en eau   |
| h               | Hauteur (m)   |
| ENSH            | École Nationale Supérieure d'Hydraulique  |
| ENSMM           | École Nationale Supérieure de Mécanique et de Microtechnique                          |
| HMT             | Hauteur manométrique total (m)  |
| Kh              | Coefficient horaire   |
| Kj              | Coefficient journalière   |
| KW              | Kilo watt   |
| L               | Longueur  |
| l/s             | Litre par seconde   |
| l/s.ml          | Litre par seconde par unité de mètre linaire  |
| $m^3$           | Mètre cube  |
| max             | Maximum   |
| moy             | Moyen   |
| OBS             | Observation   |
| P.              | Page  |
| PE              | Polyéthylène  |
| PEHD            | Polyéthylène Haute Densité.   |
| Q               | Débit (l/s) ou ( $m^3/j$ )  |
| Qn              | Débit nœud  |
| Qp              | Débit de pointe   |
| Qr              | Débit de route  |
| Qsp             | Débit spécifique (l/s/ml)   |
| R EQ            | Reserve Équipement  |
| S               | Surface (ha) ou ( $m^2$ )   |
| V               | Volume ( $m^3$ )  |
| V               | Vitesse (m/s)   |
| Vinc            | Volume d'incendie $m^3$   |
| V               | La différence entre le volume entrant et le volume sortant (consommé)                 |
| $\alpha_{\max}$ | Coefficient qui dépend du niveau de vie de la population et du confort des bâtiments. |

# Introduction générale

L'eau est un facteur primordial pour le développement durable dans les secteurs économiques, sociaux et environnemental. Le renforcement des ressources en eau et leur affectation optimale faciliteront les conditions de satisfaction des besoins de cette ressource vitale.

Le développement de divers domaines dans une région dépend principalement du développement du secteur de l'eau, car le secteur de l'eau est étroitement lié à divers secteurs de l'économie. En tant qu'élément essentiel nécessaire à toutes les formes de vie et de développement, l'avenir de l'eau et ses impacts sont restés le thème central du questionnaire. Cette ressource vitale devient de plus en plus rare dans le monde en raison d'une répartition inégale, de faibles précipitations et d'une croissance démographique rapide, combinées aux effets de la pollution de l'eau et d'une augmentation sécheresse.

Vis-à-vis à cette situation, l'Algérie à lancer javelot des projets d'envergure dans le secteur de l'eau (barrages, systèmes d'adduction d'eau et augmentation des raccordements au réseau AEP), mais cela ne suffit pas à résoudre le problème de la rareté de l'eau. Ainsi, le plan accorde également une attention particulière à l'élimination des gaspillages et des pertes, tout en assurant la conception des systèmes de protection des ressources et des systèmes de stockage et de distribution, ainsi que la maintenance et l'entretien de ces derniers.

Afin de mieux cerner la problématique de développement du périmètre d'étude, il faut tout d'abord essayer d'approcher les aspects sociodémographiques, économiques et géographiques, il est de même indispensable de situer la commune d'El Hassasna dans l'armature urbaine de la Wilaya et dans son environnement.

Quelles sont les mesures à entreprendre pour répondre aux besoins en eau de l'agglomération a première raison. Un usage rationnel et plus équilibré du besoin en eau potable pour les Habitats et autre équipement ?

Pour ce faire, notre étude intitulée (Étude d'un système Alimentation en eau potable « Nouveau Pôle » Ville d'El Hassasna. W. SAIDA-Algérie), et pour une vision macro du développement dans secteur hydraulique il faut adepte une nouvelle stratégie qui est de prévoir une étude qui sera réalisée à long terme ; selon le PDAU l'année de réalisation pour ce projet sera 2038 ; comprendra essentiellement les étapes suivantes.

- Présentation de la zone d'étude.
- Évaluation des besoins en eau.
- Les ouvrages de stockage.
- Dimensionnement du réseau d'AEP.
- Les accessoires du réseau.
- La pose de canalisation et l'organisation de chantier.



## **Chapitre I**



## **Présentation générale de la région d'étude**

## I. Présentation de la zone d'étude

Avant tout projet il faut évaluée une étude de la zone pour mieux connaitre toutes les caractéristiques du lieu et les facteurs qui influent sur la conception du projet. Parmi ces facteurs, nous citons : les données relatives à l'agglomération, ainsi que la connaissance de la géologie et la topographie et les données climatique ; qui permettrons de prendre les dispositions nécessaires lors de la réalisation des travaux.

### I-1 Situation géographique et administrative : [1]

La commune d'El Hassasna, (daïra d'El Hassesna wilaya de Saida) se situe à une altitude de 1100 m elle et à 20 kilomètres de l'ouest de la commune de Saida.

La zone d'étude (Nouveau Pôle) appartient juridiquement et géographiquement à la daïra d'El Hassasna, cette dernière est délimitée comme suit :

- Au Nord par la commune d'OULAD KHALED, AIN SOLTANE.
- Au Sud par la commune de SIDI AHMED.
- À l'Ouest par ville de SAIDA, AIN EL HADJAR.
- À l'Est par ville de MAAMORA.
- Au Nord-ouest par la commune de TIRCINE.

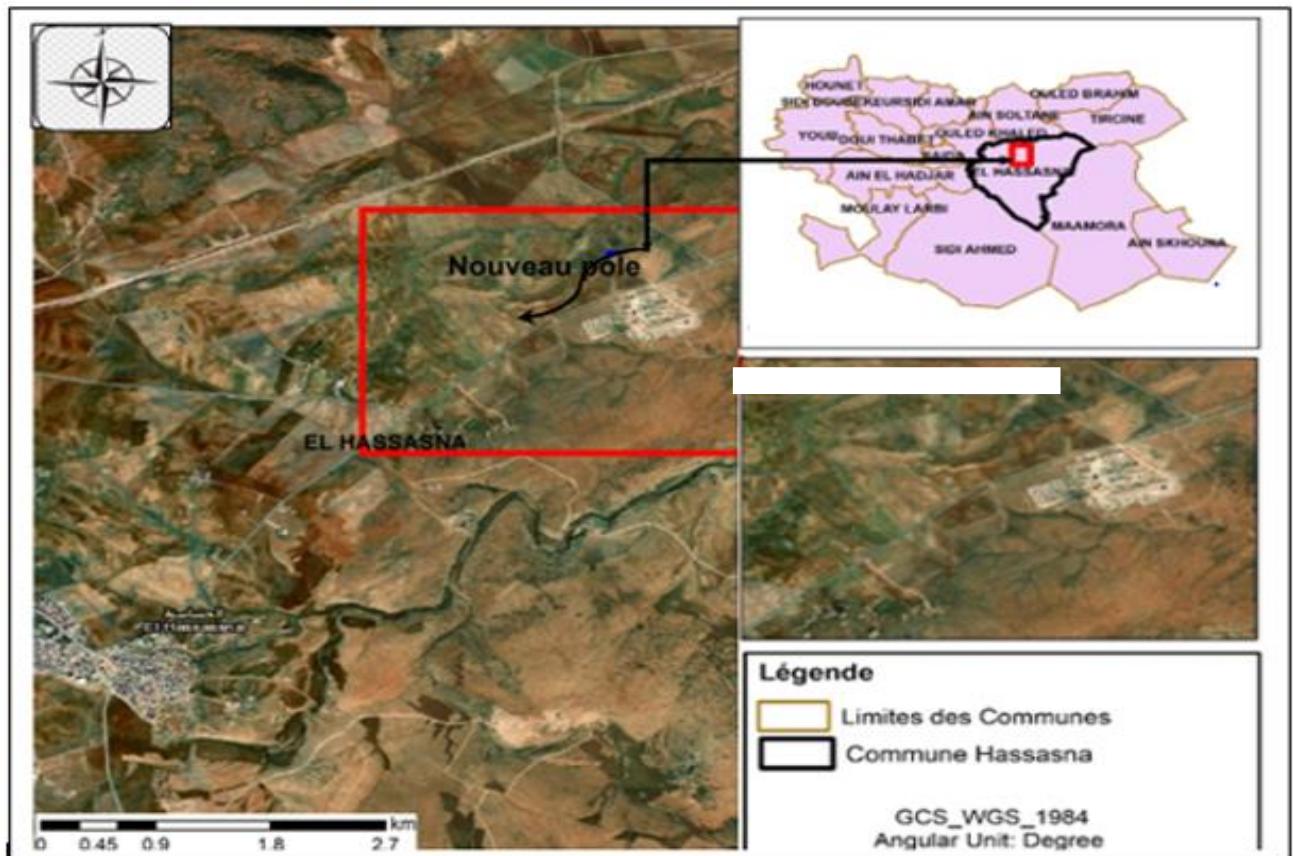


Figure I.1 carte géographique d'El Hassasna [2]

La zone d'étude (Nouveau Pôle) est située à l'extrême ouest du chef-lieu d'El Hassasna à environ 5 km. Elle est comprise entre "34.84" longitude et "0.35" de l'altitude. Et entre "1006" .et. " 990", " 997" de l'altitude de sud-est. Elle s'étale sur une superficie de 94.90 ha.

- À l'exception de quelques habitations dispersées, faisant office d'hangars d'activités d'élevage, le reste du site est totalement libre et inculte.
- Du point de vue servitudes, le site est desservi par le CW9, une ligne électrique de moyenne tension et de base tension.
- Au-delà de la centralité géographique entre les deux principales agglomérations de la commune, le site du Nouveau Pôle, rayonne sur un ensemble de groupement d'habitats de zone éparses (hameaux, douars).

### **I.1.1-Nature Juridique :[3]**

La totalité de la zone consiste à un terrain communal, ce terrain a été annexé à la ville par l'actuelle révision du PDAU, et la nature juridique constitue un élément qui doit faciliter les procédures de cession des terrains et leurs exploitations.

### **I.1.2Situation géologique [4]**

Le site est occupé par une croute de nature calcaire et rocheuse, sans intérêt agricoles, apte à l'urbanisation et offrant l'alternative d'un nouveau pôle support pour le chef-lieu de commune.

### **I.1.3 Topographie : [3]**

Le terrain de la zone (Nouveau Pôle) est un anticlinal, en général, elle présente des pentes de faibles à moyennes.

Les pentes sont régulières et orientées du Nord-Ouest vers le Sud et vers le Sud-est.

L'altitude la plus haute est située à la limite Est du site 1008.5 m sur le CW9.

L'altitude la plus basse est située au Sud du périmètre d'étude avec 990 m et 977 m dans la partie Sud-est de l'aire d'étude.

## **I.2 Situation climatique :**

Le climat de la ville d'El Hassasna est semi-aride qui est caractérisé par un hiver pluvieux, avec un abaissement sensible de la température et un été chaud relativement sec. [5]

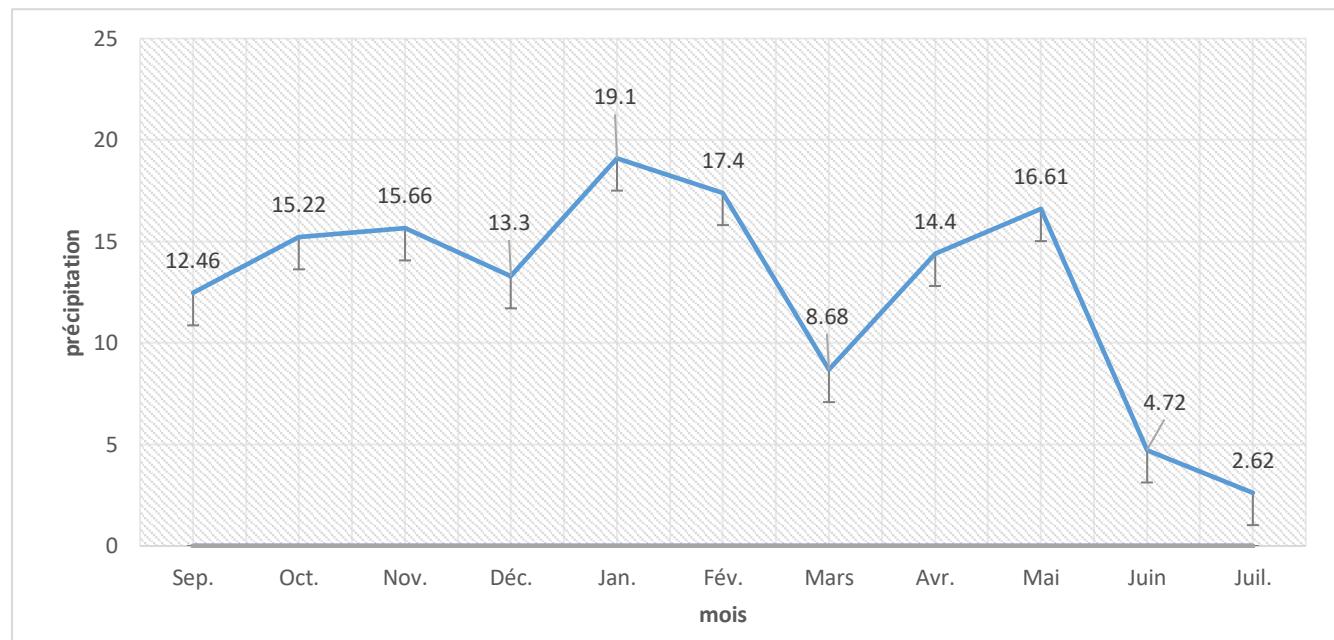
### **I.2.1 les précipitations**

Les précipitations (P) l'un des facteurs essentiels du système hydrologique. Elles conditionnent les régimes des écoulements et l'alimentation des nappes aquifères.

Le tableau I.1 représente les précipitations moyennes mensuelles de la région étudiée.

**Tableau I.1 : précipitation moyenne mensuelle période 2000 -2012 (Station111202) [5]**

| Mois               | Sep.  | Oct.  | Nov.  | Déc. | Jan. | Fév. | Mars | Avr. | Mai   | Juin | Juil. | Août | Année |
|--------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|------|-------|
| Précipitation (mm) | 12.46 | 15.22 | 15.66 | 13.3 | 19.1 | 17.4 | 8.68 | 14.4 | 16.61 | 4.72 | 2.62  | 12.2 | 24.43 |

**Figure I.2 courbe de précipitations moyennes mensuelles (période 2000-2012) - station Ain- Skhouna (Code station111202).**

Nous constatons d'après la répartition mensuelle des précipitations que la période pluvieuse s'étale sur les mois suivants :

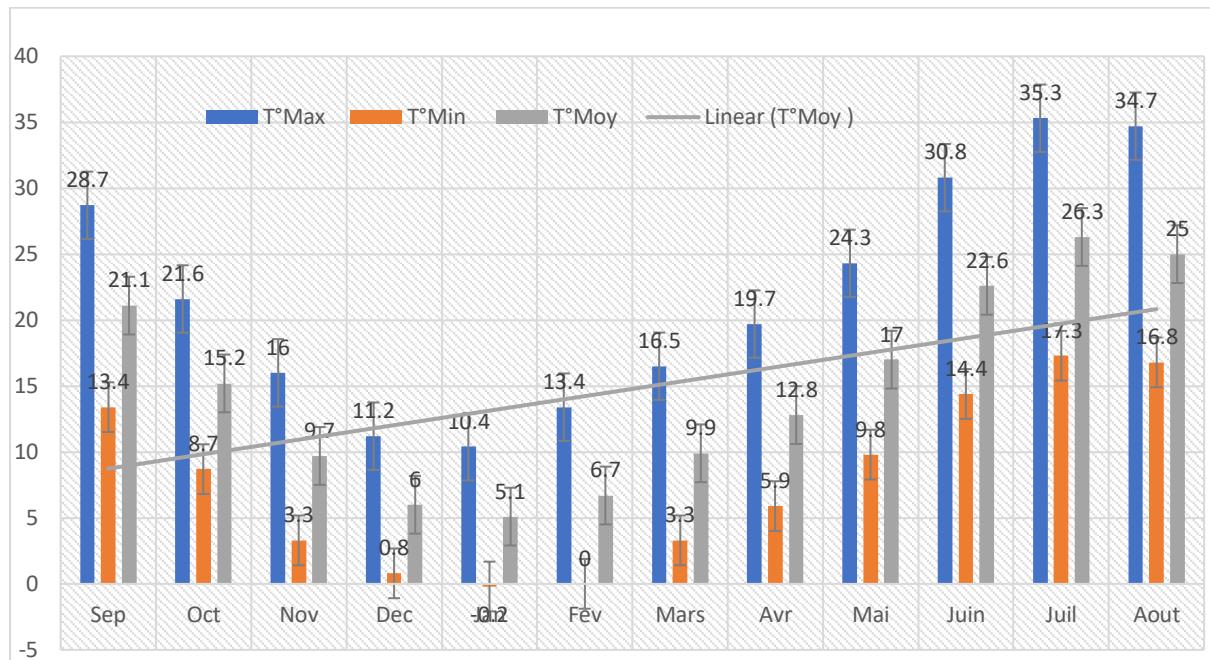
- Forte période janvier, fièvre et mai.
- Octobre, novembre et avril à pluviosité moyenne.
- Juin et juillet avec une période avec une période humide.

## I.2.2 Température

Le tableau suivant donne une idée sur les températures mensuelles de la zone d'étude

**Tableau I.2 : Températures moyennes mensuelle de Hessasna période 1961-1993[6]**

| Mois              | Sep. | Oct. | Nov. | Déc. | Jan. | Fév. | Mars | Avr. | Mai  | Juin | Juil. | Août | Tmoy  |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|
| T° <sub>Max</sub> | 28.7 | 21.6 | 16.0 | 11.2 | 10.4 | 13.4 | 16.5 | 19.7 | 24.3 | 30.8 | 35.3  | 34.7 |       |
| T° <sub>Min</sub> | 13.4 | 8.7  | 3.3  | 0.8  | -0.2 | 00   | 3.3  | 5.9  | 9.8  | 14.4 | 17.3  | 16.8 |       |
| T° <sub>Moy</sub> | 21.1 | 15.2 | 9.7  | 6.0  | 5.1  | 6.7  | 9.9  | 12.8 | 17.0 | 22.6 | 26.3  | 25.0 | 14.78 |



**Figure I.3 Histogramme températures moyennes mensuelle d'El Hassasna (Période 1961-1993)**

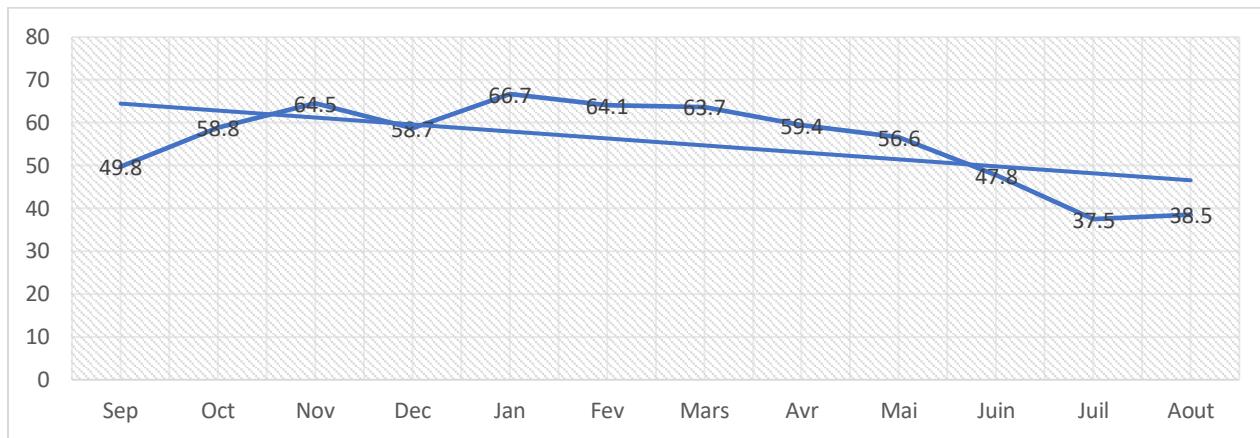
On peut dire que :

- Le mois le plus froid de l'année est janvier, avec une température moyenne avoisinant les 5.10°C ;
- Les mois de juillet et août sont les plus chauds avec des températures moyennes de 26.3 et 25.0 °C respectivement.

### I.2.3 Humidité de l'air

**Le Tableau I.3 les variations de l'humidité relative au cours de la période 1979-1995 station SAIDA [6]**

| Mois | Sep. | Oct. | Nov. | Déc. | Jan. | Fév. | Mars | Avr. | Mai  | Juin | Juil. | Août |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| V.H  | 49.8 | 58.8 | 64.5 | 58.7 | 66.7 | 64.1 | 63.7 | 59.4 | 56.6 | 47.8 | 37.5  | 38.5 |



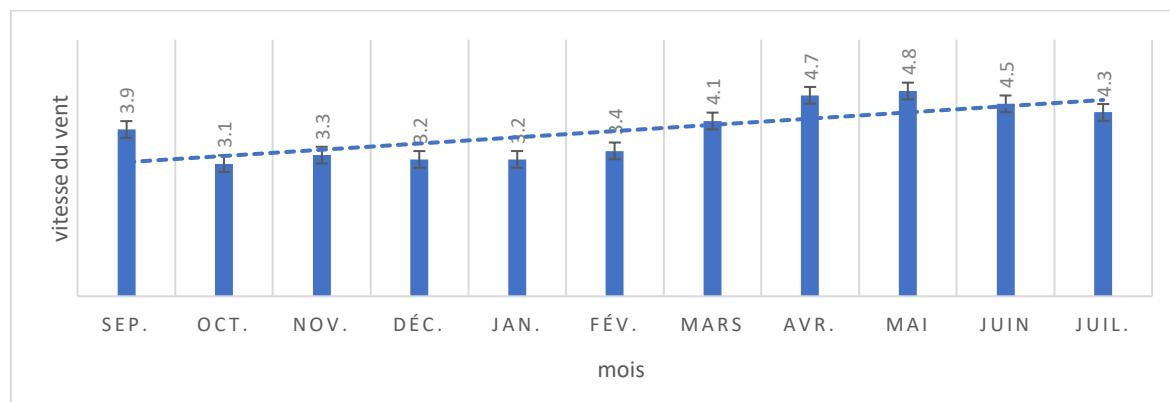
**Figure I.4 Courbe de la variation d'humidité (période 1979-1995)**

#### I.2.4 Les vents

Le vent correspond au déplacement d'une masse d'air consécutif à des différences locales de températures et de pression.

**Tableau N° I.4 Vitesse du vent (période 1979-1995) [6]**

| Mois                  | Sep. | Oct. | Nov. | Déc. | Jan. | Fév. | Mars | Avr. | Mai | Jun | Juil | Août |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|
| Vitesse du vent (m/s) | 3.9  | 3.1  | 3.3  | 3.2  | 3.2  | 3.4  | 4.1  | 4.7  | 4.8 | 4.5 | 4.3  | 4.1  |



**Figure I.5 Histogramme vitesse du vent (période 1979-1995)**

La variation saisonnière de la vitesse du vent durant la période d'observation reste presque constante, valeur maximale 4.8 m/s ; et la valeur minimale 3.1m/s est observée aux mois mai et d'octobre.

**1-3 Aménagement du Nouveau Pôle :** D'après les orientations du PDAU, l'estimation globale des besoins en matière de logements au niveau de la ville était de **2790** logements dont **2280** au niveau du chef-lieu de la commune, cette estimation est fondée sur la base des perspectives de la croissance démographique avec un taux d'occupation par logement amélioré de **05** personnes tout en prenant en considération le déficit constaté.

Les terrains dégagés pour répondre aux besoins de la population à long terme (habitat et équipements compris), étaient de **153.20 ha** au niveau de la commune d'EL Hassasna et **125.36 ha** au niveau de l'agglomération chef-lieu d'EL Hassasna, dont les **94.90** hectares constituent l'étude de Nouveau Pôle en question avec **75.70%** des besoins globaux en extensions.

Donc le programme d'habitat projeté de la zone d'étude est de **4200** logements collectifs et **405** logements individuels.

Ce programme peut répondre largement aux besoins futurs de la population en habitat pour la ville d'El Hassasna.

**Tableau N°I.5 : Habitat programmé.**

| <b>Habitat projeté</b> | <b>Nombre de logements</b> | <b>Superficie (ha)</b> |
|------------------------|----------------------------|------------------------|
| Habitat Collectif      | 4200                       | 27.53                  |
| Habitat individuel     | 405                        | 7.94                   |
| <b>TOTAL</b>           | <b>4605</b>                | <b>35.47</b>           |

### **I.3.1 Situation démographique (population estimée)**

- Population estimée pour 4605logements avec un taux de 5 personnes par logement est calculé selon formule suivant

$$N_{hab} = Nbr\ de\ logt * Taux \quad \text{I.1}$$

$$N_{hab} = 4605 * 5 = 23025\ hab.$$

Population estimée est : 23025 habitants.

### I.3.2 Situation socio-économique du Nouveau Pôle :

D'après URBAT La zone d'étude comporte les équipements collectifs suivants :

**Tableau NI.6 : Équipement Programme.**

| Nom de l'équipement A projeté | Superficie (ha) |
|-------------------------------|-----------------|
| Centre équestre               | 14.66           |
| École primaire 01             | 0.50            |
| École primaire 02             | 0.50            |
| École primaire 03             | 0.50            |
| CEM                           | 0.79            |
| Lycée                         | 1.32            |
| Station de service            | 0.45            |
| Station urbaine               | 2.07            |
| Sureté urbain                 | 0.76            |
| Protection civile             | 0.72            |
| Maternité                     | 1.49            |
| Agence postale                | 0.26            |
| Mosquée                       | 0.26            |
| Antenne APC                   | 0.26            |
| EQ. Culturel                  | 0.26            |
| Centre commercial + marché    | 1.36            |
| Complexe sportif              | 1.54            |
| Polyclinique                  | 0.55            |
| Reserve. Équipement 01        | 0.30            |
| Reserve. Équipement 02        | 0.58            |
| Reserve. Équipement 03        | 0.28            |
| Reserve. Équipement 04        | 0.97            |
| Placette 01                   | 0.28            |
| Placette 02                   | 0.26            |
| Placette 03                   | 0.26            |
| Placette 04                   | 0.26            |
| Placette 05                   | 0.26            |
| Placette 06                   | 0.28            |
| Placette linéaire 01          | 1.16            |
| Placette linéaire 02          | 1.05            |
| Placette linéaire 03          | 0.98            |
| Placette linéaire 04          | 0.64            |
| Aire de jeux 01               | 0.13            |
| Aire de jeux 02               | 0.07            |
| <b>TOTAL</b>                  | <b>36,01</b>    |

#### I.4 Situation Hydraulique :

La zone d'étude sera alimentée à partir de forage Djida avec les coordonnées X=298.00, Y=180.25, Z=1100 m. Avec un débit mobile 20 (l/s). Niveau statique N.S =33.00 m niveau dynamique N.D=37 m. Et d'autre forages qui serons réhabilités décilla la réalisation du projet urbanisme. (Source d'information ADE/ DRE de SAIDA).

**Tableau I.7 Coordonnées Géographique et hydraulique du Forage Djida.**

|                     | <b>Z</b> | <b>X</b> | <b>Y</b> | <b>Débit</b> | <b>N.D</b> | <b>N.S</b> |
|---------------------|----------|----------|----------|--------------|------------|------------|
|                     | <b>m</b> | <b>m</b> | <b>m</b> | <b>l/s</b>   | <b>m</b>   | <b>m</b>   |
| <b>Forage Djida</b> | 1100.00  | 298.00   | 180.25   | 20.00        | 37.00      | 33.00      |



## **Chapitre II**



# **Évaluation des besoins en eau du Nouveau Pôle**

## II. Évaluation des besoins en eau du Nouveau Pôle :

L'évaluation des besoins en eau constitue la seconde étape dans la conception d'un projet hydraulique ; qui est l'évaluation d'Eau (domestique, irrigation, industrie). Le dimensionnement des différents ouvrage (pompes, conduites, châteaux d'eau... etc.) peut se faire à partir du calcul des besoins. Ces derniers sont variables dans le temps, il y a lieu de cerner cette évolution dans le temps.

Le débit de consommation à plusieurs variations, en raison de l'irrégularité de la consommation, et qui se résument comme suit

- Les variations annuelles qui dépendent de niveau de vie de la population.
- Les variations mensuelles et saisonnières qui dépendent de l'importance de la cité.
- La variation horaire qui dépend du régime de consommation de la population on distingue.
  - Heure de pointe pendant les repas.
  - Consommation faible pendant la nuit.

Afin d'aboutir à une estimation du débit journalier, l'évaluation des besoins en eau de la zone d'étude nécessite la connaissance des facteurs tel que :

- Population estimée.
- Les besoins municipaux (sanitaires, sociales, commerciales, loisirs et joue ...etc.).

Et s'ajointe d'autres paramètres (dotation journalière, taux d'accroissement....).

### II.1 Calcul de la consommation moyenne journalière $O_{j.moy.}$ :

La consommation journalière moyenne sera calculée comme suit :

$$Q_{j.moy} = \frac{\sum N_i * m_i}{1000} \text{ (m}^3/\text{j)}$$

II.1

Avec

$O_{j.moy}$  : débit journalier moyen.

$N$  : nombre calculé de consommation de chaque catégorie.

$i$  : indice-catégorie.

$m$  : norme unitaire moyenne journalière dotation (l/j/usager)

#### II.1.1. Estimation de la population :

Le nombre d'habitant du Nouveau Pôle est estimé à 23025 hab. (voir. Chapitre I. Page 9).

Paragraphe 1.3.1 situation démographique (population estimée)).

**II.1.2 Les équipements de la zone d'étude :** Ils sont présents dans le tableau II.1

**Tableau II.1 Équipements du Nouveau Pol avec la superficie**

| <b>Nom de l'équipement à projeté</b> | <b>Superficie</b> |                      |
|--------------------------------------|-------------------|----------------------|
|                                      | <b>Ha</b>         | <b>m<sup>2</sup></b> |
| Centre équestre                      | 4.14              | 41365                |
| École primaire01                     | 0.50              | 5000                 |
| École primaire 02                    | 0.50              | 5000                 |
| École primaire 03                    | 0.50              | 5000                 |
| CEM                                  | 0.79              | 7000                 |
| Lycée                                | 1.32              | 13200                |
| Station de service                   | 0.45              | 4500                 |
| Station urbaine                      | 2.07              | 20700                |
| Sureté urbain                        | 0.76              | 7600                 |
| Protection civile                    | 0.72              | 7200                 |
| Maternité                            | 1.49              | 14900                |
| Agence postale                       | 0.26              | 2600                 |
| Mosquée                              | 0.26              | 2600                 |
| Antenne APC                          | 0.26              | 2600                 |
| EQ culturel                          | 0.26              | 2600                 |
| Centre commercial + marché           | 1.36              | 13600                |
| Complexe Sportif                     | 1.54              | 15400                |
| Polyclinique                         | 0.55              | 5500                 |
| R EQ 01                              | 0.30              | 3000                 |
| R EQ 02                              | 0.58              | 5800                 |
| R EQ 03                              | 0.28              | 2800                 |
| R EQ 04                              | 0.97              | 9700                 |
| Placette 01                          | 0.28              | 2800                 |
| Placette 02                          | 0.26              | 2600                 |
| Placette 03                          | 0.26              | 2600                 |
| Placette 04                          | 0.26              | 2600                 |
| Placette 05                          | 0.26              | 2600                 |
| Placette 06                          | 0.28              | 2800                 |
| Placette linéaire 01                 | 1.16              | 11600                |
| Placette linéaire 02                 | 1.05              | 10500                |
| Placette linéaire 03                 | 0.98              | 9800                 |
| Placette linéaire 04                 | 0.64              | 6400                 |
| Aire de jeux 01                      | 0.13              | 1300                 |
| Aire de jeux 02                      | 0.07              | 700                  |
| <b>Total</b>                         |                   | <b>36.01</b>         |
|                                      |                   | <b>360100</b>        |

### II.1.3. Choix de la dotation :

Le choix de la dotation se fait en fonction du nombre d'habitants de l'agglomération urbaine étudiée.

En Algérie, les besoins moyens en milieu urbain sont de l'ordre de 150 à 200 l/j/habitant (ville moyenne à grande ville). En milieu rural, ils sont de l'ordre de 80 à 100 l/j/habitant.

### II.2 Estimation moyenne des besoins de l'équipement :

**II.2.1 Besoins centre équestre :** Le Nouveau Pôle container de centre équestre pour les Chevaux donc leur besoin en eau estimatif est déterminé dans le Tableau N° II.2suivent :

**Tableau N° II.2 Besoins en eau pour Centre équestre.**

| Type de l'équipement | Surface  | Dotation     | Consommation moyenne journalière |              |
|----------------------|----------|--------------|----------------------------------|--------------|
|                      | $m^2$    | $l/j/ m^2$   | $m^3/j$                          | $l/s$        |
| Centre équestre      | 41365.00 | 25           | 1034.13                          | 11.97        |
|                      |          | <b>Total</b> | <b>1034.13</b>                   | <b>11.97</b> |

**II.2.2 Besoins scolaires :** Le Nouveau Pôle comprend trois écoles, un CEM et un Lycée, leurs besoins en eau estimés se résument dans le tableau suivant

**Tableau N° II.3 Besoins scolaires**

| Type de l'équipement | Surface | Dotation     | Consommation moyen journalière |             |
|----------------------|---------|--------------|--------------------------------|-------------|
|                      | $m^2$   | $l/j/ m^2$   | $m^3/j$                        | $l/s$       |
| École primaire 01    | 5000    | 15           | 75.00                          | 0.87        |
| École primaire 02    | 5000    | 15           | 75.00                          | 0.87        |
| École primaire 03    | 5000    | 15           | 75.00                          | 0.87        |
| CEM                  | 7900    | 20           | 158.00                         | 1.83        |
| Lycée                | 13200   | 20           | 264.00                         | 3.05        |
|                      |         | <b>Total</b> | <b>647.00</b>                  | <b>7.49</b> |

### II.2.3 Besoins sanitaires

Le nouveau Pôle comprend des équipements sanitaires une maternité et un Polyclinique dont leur besoin en eau estimatif est déterminé dans le tableau suivant

**Tableau N ° II.4 : Besoins sanitaires.**

| Type de l'équipement | Surface<br>$m^2$ | Dotation<br>l/j/ $m^2$ | Consommation moyen journalière |             |
|----------------------|------------------|------------------------|--------------------------------|-------------|
|                      |                  |                        | $m^3/j$                        | l/s         |
| Maternité            | 14900            | 5                      | 74.50                          | 0.86        |
| Polyclinique         | 5500             | 5                      | 27.50                          | 0.32        |
|                      |                  | <b>Total</b>           | <b>102.00</b>                  | <b>1.18</b> |

### II.2.4 Besoins socio-culturel et commercial :

Le Nouveau Pôle comprend les équipements administratifs suivent : protection civile, agence postale, mosquée, antenne APC, équipements culturel, centre commercial+marché, complexe sportif, station de service et sureté urbaine leur besoins en eau estimatif est déterminé dans le tableau ci-dessous :

**Tableau N ° II.5 : Besoins socio-culturel et commercial**

| Type de l'équipement       | Surface<br>$m^2$ | Dotation<br>l/j/ $m^2$ | Consommation Moyenne journalière |      |
|----------------------------|------------------|------------------------|----------------------------------|------|
|                            |                  |                        | $m^3/j$                          | l/s  |
| Station de service         | 4500             | 25                     | 112.50                           | 0.26 |
| Station urbain             | 20700            | 5                      | 103.50                           | 1.20 |
| Sureté urbain              | 7600             | 5                      | 38.00                            | 0.44 |
| Protection civile          | 7200             | 5                      | 36.00                            | 0.42 |
| Agence postale             | 2600             | 5                      | 13.00                            | 0.15 |
| Mosquée                    | 2600             | 5                      | 13.00                            | 0.15 |
| Antenne APC                | 2600             | 5                      | 13.00                            | 0.15 |
| Équipement culturel        | 2600             | 15                     | 39.00                            | 0.45 |
| Centre commercial + marché | 13600            | 5                      | 68.00                            | 0.79 |
| Complexe sportif           | 15400            | 10                     | 154.00                           | 1.78 |

**Suit Tableau N ° II.5**

|         |      |              |                |              |
|---------|------|--------------|----------------|--------------|
| R EQ 01 | 3000 | 25           | 75.00          | 0.87         |
| R EQ 02 | 5800 | 25           | 145.00         | 1.68         |
| R EQ 03 | 2800 | 25           | 70.00          | 0.81         |
| R EQ 04 | 9700 | 25           | 242.50         | 2.80         |
|         |      | <b>Total</b> | <b>1032.50</b> | <b>11.95</b> |

**II.2.5 Besoins pour l'arrosage**

Les besoins estimé pour l'arrosage sont résumés dans le tableau II.6 suivent :

**Tableau N ° II.6 : Besoins en eau estimé pour l'arrosage.**

| Type de l'équipement | Surface<br>m <sup>2</sup> | Dotation<br>l/j/ m <sup>2</sup> | Consommation moyenne journalière |             |
|----------------------|---------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------|
|                      |                           |                                 | m <sup>3</sup> /j                | l/s         |
| Placette 01          | 2800                      | 5                               | 14.00                            | 0.16        |
| Placette 02          | 2600                      | 5                               | 13.00                            | 0.15        |
| Placette 03          | 2600                      | 5                               | 13.00                            | 0.15        |
| Placette 04          | 2600                      | 5                               | 13.00                            | 0.15        |
| Placette 05          | 2600                      | 5                               | 13.00                            | 0.15        |
| Placette 06          | 2800                      | 5                               | 14.00                            | 0.16        |
| Placette linéaire 01 | 11600                     | 5                               | 58.00                            | 0.67        |
| Placette linéaire 02 | 10500                     | 5                               | 52.50                            | 0.61        |
| Placette linéaire 03 | 9800                      | 5                               | 49.00                            | 0.57        |
| Placette linéaire 04 | 6400                      | 5                               | 32.00                            | 0.37        |
| Aire de jeux 01      | 1300                      | 50                              | 65.00                            | 0.75        |
| Aire de jeux 02      | 700                       | 50                              | 35.00                            | 0.41        |
|                      |                           | <b>Total</b>                    | <b>371.50</b>                    | <b>4.30</b> |

**II.2.6 Récapitulation de la consommation moyenne totale en eau**

Les déférents calculs des besoins en eau du Nouveau Pôle sont récapitulés dans le tableau II.7

Tableau N ° II.7 Récapitulation de la consommation en eau moyenne totale

| N  | Type de consommation      | Unité                      | Nombre         | Superficie     | Dotation   | Débit moyen journalier |           |       |
|----|---------------------------|----------------------------|----------------|----------------|------------|------------------------|-----------|-------|
|    |                           |                            |                | m <sup>2</sup> | l/j/usager | (m <sup>3</sup> /j)    | (l/s)     |       |
| 01 | Domestique                | Habitants                  | hab.           | 23025          | /          | 150                    | 3453. 750 | 39.97 |
| 02 | Centre équestre           | Chevale                    | m <sup>2</sup> | /              | 41365.00   | 25                     | 1034.13   | 11.97 |
| 03 | Scolaire                  | École primaire             | m <sup>2</sup> | 3              | 15000      | 15                     | 647.00    | 7.49  |
|    |                           | CEM                        | m <sup>2</sup> | 1              | 7900       | 20                     |           |       |
|    |                           | Lycée                      | m <sup>2</sup> | 1              | 132000     | 20                     |           |       |
| 04 | Sanitaire                 | Maternité                  | m <sup>2</sup> |                | 14900      | 5                      | 102.00    | 1.18  |
|    |                           | Polyclini-que              | m <sup>2</sup> | 01             | 5500       | 5                      |           |       |
| 05 | Socio-culturel Commercial | Station de service         | m <sup>2</sup> | 1              | 4500       | 5                      | 1032.50   | 11.95 |
|    |                           | Station urbain             | m <sup>2</sup> | 1              | 20700      | 5                      |           |       |
|    |                           | Sureté urbain              | m <sup>2</sup> | 1              | 7600       | 5                      |           |       |
|    |                           | Protection civile          | m <sup>2</sup> | 1              | 7200       | 5                      |           |       |
|    |                           | Agence postale             | m <sup>2</sup> | 1              | 2600       | 5                      |           |       |
|    |                           | Mosquée                    | m <sup>2</sup> | 1              | 2600       | 5                      |           |       |
|    |                           | Antenne APC                | m <sup>2</sup> | 1              | 2600       | 5                      |           |       |
|    |                           | EQ culturel                | m <sup>2</sup> | 1              | 2600       | 15                     |           |       |
|    |                           | Complexe sportif           | m <sup>2</sup> | 1              | 15400      | 10                     |           |       |
|    |                           | R EQ                       | m <sup>2</sup> | 4              | 21300      | 25                     |           |       |
| 06 | Arrosage espace vert      | Centre commercial + marché | m <sup>2</sup> | 1              | 13600      | 5                      | 371.5     | 4.30  |
|    |                           | Placettes                  | m <sup>2</sup> | 10             | 54300      | 5                      |           |       |
|    |                           | Aire de Joux               | m <sup>2</sup> | 2              | 2000       | 50                     |           |       |
|    |                           |                            |                |                |            | Total                  | 6640.88   | 76.86 |

$$Q_{jmoy} = 6640.88 \text{ (m}^3/\text{j)}$$

Il est nécessaire de majorer la consommation moyenne de 20%, marge de sécurité pour pallier aux éventuels imprévus tel que pertes d'eau dans le réseau de distribution, donc la consommation moyenne journalière devient.

$$Q_{jmoy} = Q_{jmoy} \text{ calculée} + 20\% \text{ de } Q_{jmoy} \text{ calculée}$$

**II.2**

$$Q_{jmoy} = 6640.88 * 1.2 = 7969.05 \text{ (m}^3/\text{j)}$$

OBS :  $Q_{jmoy} = 7969.05 \text{ (m}^3/\text{j)}$  c'est le débit moyen majoré pour toutes les catégories du consommateur.

**Tableau N ° II.8 Majoration du débit moyen journalière.**

| Type de consommateur | Q <sub>moyj</sub> |              | Coeff Majoration | Q <sub>moyj</sub> majorée |              |
|----------------------|-------------------|--------------|------------------|---------------------------|--------------|
|                      | m <sup>3</sup> /j | l/s          |                  | m <sup>3</sup> /j         | l/s          |
| Besoins domestique   | 3453.75           | 39.97        | 1.20             | 4144.50                   | 47.97        |
| Autre besoins        | 3187.13           | 36.89        | 1.20             | 3824.55                   | 44.27        |
| <b>Total</b>         | <b>6640.88</b>    | <b>76.86</b> |                  | <b>7969.05</b>            | <b>92.23</b> |

### II.3 Étude des variations de débits

Le débit de consommation à plusieurs variations, en raison de l'irrégularité de la consommation, et qui se résument comme suit

- Les variations annuelles qui dépendent de niveau de vie de la population.
- Les variations mensuelles et saisonnières qui dépendent de l'importance de la cité.
- La variation horaire qui dépend du régime de consommation de la population on distingue.
  - Heure de pointe pendant les repas.
  - Consommation faible pendant la nuit. [8]

#### II.3.1 Coefficients d'irrégularité

##### II.3.1.1 Coefficient d'irrégularité maximale journalière $k_{maxj}$

$K_{maxj}$  : coefficients d'irrégularité maximale des variations de la consommation journalière, ce coefficient garantissant la satisfaction intégrale des besoins en eau.

$$K_{maxj} = \frac{Q_{j,max}}{Q_{j,moy}}$$

Avec :  $Q_{j,max}$  : le débit maximum journalier (m<sup>3</sup>/j).

$Q_{j,moy}$  : le débit moyen journalier (m<sup>3</sup>/j).

$K_{maxj}$  : varie entre 1.1 à 1.3 dans notre cas on prend  $K_{maxj} = 1.2$

### II.3.1.2 Coefficient d'irrégularité horaire kh

$$K_{hmax} = \frac{Q_{h.max}}{Q_{h.moy}}$$

Avec :  $K_{hmax}$  : coefficient d'irrégularité horaire maximum

$Q_{h.max}$  : le débit maximum horaire ( $m^3/h$ ).

$Q_{h.moy}$  : le débit moyen horaire ( $m^3/h$ ).

$$K_{hmax} = \alpha_{max} * \beta_{max}$$

**Tableau II.9 Variation De Coefficient  $\beta$**

| Population (hab.) | 1.0 | 1.5 | 2.5 | 4.0 | 6.0  | 10.0 | 20.0 | 50.0 | 100.0 | 300.0 | 1000.0 |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|-------|-------|--------|
| $B_{max}$         | 2.0 | 1.8 | 1.6 | 1.5 | 1.4  | 1.3  | 1.2  | 1.15 | 1.1   | 1.03  | 1.0    |
| $B_{min}$         | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.25 | 0.4  | 0.5  | 0.6  | 0.7   | 0.83  | 1.0    |

$\beta$ : en fonction de nombre d'habitant de la cité

$\alpha$ : en fonction de niveau de vie et de travail de population prend  $\alpha = 1.2$

$\alpha_{max}$  varie entre « 1.2 à 1.6 » on prend (1.5) ;  $\alpha_{min}$  entre « 0.4 à 0.6 » on prend (0.5).

Dans ce projet le nombre de populations est égal à 23025 habitants

#### Calcul B max

$$(1.2 - 1.15) \longrightarrow (20000 - 50000)$$

$$(1.2 - \beta_{max}) \longrightarrow (20000 - 23025)$$

$$\beta_{max} = 1.19$$

#### Calcul $\beta$ min

$$(0.5 - 0.6) \longrightarrow (20000 - 50000)$$

$$(0.5 - \beta_{min}) \longrightarrow (20000 - 23025)$$

$$\beta_{min} = 0.48$$

$$\text{Donc } K_{hmax} = \alpha_{max} * \beta_{max} = 1.2 * 1.19 = 1.43$$

$$K_{hmin} = \alpha_{min} * \beta_{min} = 0.5 * 0.48 = 0.24$$

### II.3.1.3 Coefficient de point $k_p$ : le coefficient de point est donné par l'expression suivant :

$$k_p = k_{jmax} * k_{hmax}$$

$$k_p = 1.2 * 1.43$$

$$K_p = 1.72$$

#### II.3.1.4 Récapitulation des Différents Débits :

Tous les besoins en eau du Nouveau Pôle qui sont récapitulés dans le tableau suivant :

**Tableau II.10 Calcul consommation maximal.**

| Type de Consommateur      | Q <sub>moyj</sub> majoré |              | K <sub>j</sub> | Q <sub>maxj</sub> |               | K <sub>p</sub> | Q <sub>p</sub>    |               |
|---------------------------|--------------------------|--------------|----------------|-------------------|---------------|----------------|-------------------|---------------|
|                           | m <sup>3</sup> /j        | l/s          |                | m <sup>3</sup> /j | l/s           |                | m <sup>3</sup> /j | l/s           |
| <b>Besoins domestique</b> | 4144.50                  | 47.97        | 1.2            | 4973.40           | 57.56         | 1.72           | 7131.61           | 82.54         |
| <b>Autres besoins</b>     | 3824.56                  | 44.27        | 1.0            | 3824.56           | 44.27         | 1.43           | 5469.12           | 63.30         |
| <b>Total</b>              | <b>7969.06</b>           | <b>92.23</b> |                | <b>8797.96</b>    | <b>101.83</b> |                | <b>12597.66</b>   | <b>145.81</b> |

**Remarque :**

- Avec le débit maximal journalier on dimensionne la conduite de refoulement et le réservoir et le choix de la pompe.
- Et avec le débit de point on dimensionne le conduit de distribution et le réseau d'AEP.

La lutte contre les incendies doit assurer l'alimentation des bouches d'incendie qui débitent (120 m<sup>3</sup>/2h = 17 l/s). [8]

#### II.3.2 Variations de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitant

Les débits horaires est déterminiez en fonction du régime de consommation et du développement des habitudes de la population.

##### II.3.2.1 Consommation moyenne horaire

Le débit moyen horaire est donné par la formule suivante :

$$Q_{h.moy} = \frac{Q_{j.max}}{24} \quad \text{II.3}$$

Avec:

Avec : Q<sub>h.moy</sub>: débit moyen horaire en m<sup>3</sup>/h

Q<sub>max,j</sub>: débit maximum journalier en m<sup>3</sup>/j

$$Q_{h.moy} = \frac{8797.96}{24} = 366.58 \text{m}^3/\text{h}$$

##### II.3.2.2 Consommation maximum horaire

Ce débit joue un rôle très important dans les différents calculs durés eau de distribution, il est déterminé par la formule suivante:

$$Q_{h.max} = K_{max,h} * Q_{h.moy} \quad \text{II.4}$$

Donc Q<sub>h.max</sub> = 1.43 \* 366.58 = 524.21 m<sup>3</sup>/h

Avec : Q<sub>h.max</sub> : débit maximum horaire en m<sup>3</sup>/h

K<sub>max,h</sub>: Coefficient d'irrégularité maximale horaire; donne notre cas égale à 1,43.

**II.3.2.3 Évaluation de la consommation horaire en fonction du coefficient maximum horaire :**

L'importance de l'agglomération et la consommation horaire impose la variation de débit horaire. La variation des débits horaires dans une journée est représentée en fonction du coefficient maximum horaire.



## Chapitre III



## Étude du stockage

### III. Définition du Réservoir :

Le réservoir est un ouvrage hydraulique de stockage d'eau et aussi de régulation entre le débit d'apport et le débit de consommation pendant la période de distribution lorsque ce dernier se vide et se remplit lors de la consommation et la régularité dans le fonctionnement des pompes ; il est conçu pour assurer la satisfaction des besoins des eaux de l'agglomération pour certaine durée avec une pression régulière et maintient l'eau à l'abri de tout risque de contamination.

Le réservoir permet de rendre optimale le débit d'équipement pour tous les ouvrages situés en amont de lui, soit son fonctionnement est permanence ou volontairement intermittent. [8]

- Dans ce chapitre on va déterminer les volumes de stockage (la capacité des réservoirs), et de vérifier leur capacité, afin d'assurer un meilleur fonctionnement du réseau d'alimentation et de satisfaire les besoins en eau des différentes catégories de consommateurs.

#### III.1 Le rôle des réservoirs [8]

Les réservoirs ont plusieurs rôles dans un système d'AEP, parmi ces rôles :

- Réserve permettant d'assurer aux heures de pointe le débit maximal demandé.
- Assurer la continuité de la distribution pendant l'arrêt de la pompe.
- Régulariser le fonctionnement de la pompe.
- Régulariser la pression et le débit dans le réseau de distribution.
- Assurer la réserve d'incendie.
- Réduire la consommation de l'énergie électrique aux heures de pointe.

#### III.2 Emplacement des réservoirs

L'emplacement des réservoirs obéit aux critères suivants :

- L'emplacement du réservoir doit être choisi de telle façon à pouvoir satisfaire aux abonnés une pression suffisante.
- L'alimentation du réseau de distribution doit se faire par gravité, le réservoir doit être construit à un niveau supérieur à celui de l'agglomération.
- L'emplacement est de préférence également à l'extrémité de la ville ou à proximité du centre de la consommation.

- Le choix du site du réservoir doit alors en général obéir à la règle simple suivant :

« Trouver à la cote minimale d'implantation (assurant une desserte satisfaisante des maisons les plus hautes). Le point le plus proche de l'agglomération, compte tenu bien entendu des possibilités de fondations sur le terrain » [8].

#### III.3 Classification des réservoirs

Le classement de réservoir peut être réalisé selon plusieurs critères.

##### III.3.1 Classement selon le matériau de construction : [8]

Les matériaux utilisés pour la construction des réservoirs sont soit le métal, rivé ou soudé .la maçonnerie avec enduit intérieur de ciment étanche, et maintenant surtout le béton armé, également enduit.

##### III.3.2 Classements selon position du réservoir par rapport au terrain naturel :

- Sur sol.
- Enterrés.
- Semi-enterrés.
- Sur tour.

### III.3.3 Classements selon la forme de la cuve :

Les travaux doivent s'adapter à la forme de la parcelle ou aux conditions du terrain.

- **Forme Cubique** : La forme cubique du réservoir permet une structure statique et adaptable, solide dans l'exécution, de sorte que les extensions ultérieures ne présenteront pas beaucoup de difficultés.
- **Forme Cylindrique** : La cuve cylindrique de grand diamètre est en béton précontraint. D'un point de vue spécifique du volume, c'est le plus avantageux. Une répartition homogène des charges hydrostatiques contribue à une bonne stabilité du talus excavé et réduit les risques de fissuration. Des modes de réalisation de ce type ne sont pas adaptés à des terrains en pente soumis à des contraintes asymétriques.



**Figure III.1 : schéma d'un réservoir de distribution forme de la cuve (Cylindrique, Cubique) [18]**

### III.4 Analyse de la capacité de stockage

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.

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.

- **Principe de calcul**

La capacité d'un réservoir est estimée soit par la méthode analytique soit par la méthode graphique qui tient compte de la consommation totale déduite à partir des coefficients des variations horaires de la consommation.

✓ **Méthode analytique de calcul le volume de réservoir**

La méthode de calcul de la capacité du réservoir est dressée dans le tableau III.2

Volume apporté  $Q\Delta t$  : volume maximal journalier ( $m^3/h$ ) ; ( $Q\Delta t = \frac{Q_{j,max}}{24}$ ).

Volume consommé = volume apporté  $\frac{ah*24}{100} = Q\Delta t * ah * 0.24$ .

$\Delta v$  : volume d'apport cumulé – volume consommé cumulé

$\Delta v^+$  : excès lors des différentes heures de la journée.

$\Delta v^-$  : déficit lors des différentes heures de la journée.

On  $K_{maxh}=1.5$  donc le coefficient horaire sera pris comme il est indiqué (Annexe 2 : Répartition des débits horaires en fonction de variations horaires de la consommation totale en fonction du coefficient maximum horaire ( $K_{max h}$ )).

**Tableau III.1 Coefficient maximum horaire  $K_{maxh}$  en fonction de variation horaire de la consommation totale**

| Valeur correspondante d'ah |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| horaire                    | 0-1   | 1-2   | 2-3   | 3-4   | 4-5   | 5-6   | 6-7   | 7-8   | 8-9   | 9-10  | 10-11 | 11-12 |
| <b>K<sub>maxh</sub></b>    | 1.5   | 1.5   | 1.5   | 1.5   | 2.5   | 3.5   | 4.5   | 5.5   | 6.25  | 6.25  | 6.25  | 6.25  |
| Valeur correspondante d'ah |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| horaire                    | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 | 20-21 | 21-22 | 22-23 | 23-24 |
| <b>K<sub>maxh</sub></b>    | 5     | 5     | 5.5   | 6     | 6     | 5.5   | 5     | 4.5   | 4     | 3     | 2     | 1.5   |

$$V_r = |\Delta v_{max}^+| + |\Delta v_{max}^-|$$

**III.1**

Avec

$V_r$  : volume résiduel de réservoir ;

$Q_{j,max}$  : débit maximal journalier;

$a$  (%) : pourcentage du volume maximal qui devant être stocké.

La capacité totale du réservoir sera comme suit:

$$V_t = V_r + V_{inc}$$

**III.2**

Avec:

$V_t$  : volume total de réservoir.

$V_{inc}$  : volume d'incendie estimé à une valeur de  $120 m^3$  pendant 2 heures.

Méthode analytique on note que  $K_{hmax} = 1.5$  donc le coefficient horaire sera pris comme il est indiqué au Tableau III.1. Coefficient maximum horaire  $K_{maxh}$  en fonction de variation horaire de la consommation totale [8]

(Volume apport =  $Q_{max,j} / 24$ ) ; ( $8797.96 / 24 = 366.5817 m^3/h$ ).

**Tableau III.2: Détermination de la capacité de stockage nécessaire pour le nouveau Pôle.**

| Horaire | Coefficient horaires | Q <sub>max</sub> apport | Q <sub>max</sub> *ah* 0.24 | Volume Apport | Volume consommation | ΔV <sup>+</sup> | ΔV <sup>-</sup> |
|---------|----------------------|-------------------------|----------------------------|---------------|---------------------|-----------------|-----------------|
| 0—1     | 1.50                 | 366.5817                | 131.9694                   | 366.58        | 131.97              | 234.61          |                 |
| 1—2     | 1.50                 | 366.5817                | 131.9694                   | 733.16        | 263.94              | 469.22          |                 |
| 2—3     | 1.50                 | 366.5817                | 131.9694                   | 1099.75       | 395.91              | 703.84          |                 |
| 3—4     | 1.50                 | 366.5817                | 131.9694                   | 1466.33       | 527.88              | 938.45          |                 |
| 4—5     | 2.50                 | 366.5817                | 219.9490                   | 1832.91       | 747.83              | 1085.08         |                 |
| 5—6     | 3.50                 | 366.5817                | 307.9286                   | 2199.49       | 1055.76             | <b>1143.73</b>  |                 |
| 6—7     | 4.50                 | 366.5817                | 395.9082                   | 2566.07       | 1451.66             | 1114.41         |                 |
| 7—8     | 5.50                 | 366.5817                | 483.8878                   | 2932.65       | 1935.55             | 997.10          |                 |
| 8—9     | 6.25                 | 366.5817                | 549.8726                   | 3299.24       | 2485.42             | 813.81          |                 |
| 9—10    | 6.25                 | 366.5817                | 549.8726                   | 3665.82       | 3035.30             | 630.52          |                 |
| 10—11   | 6.25                 | 366.5817                | 549.8726                   | 4032.40       | 3585.17             | 447.23          |                 |
| 11—12   | 6.25                 | 366.5817                | 549.8726                   | 4398.98       | 4135.04             | 263.94          |                 |
| 12—13   | 5.00                 | 366.5817                | 439.8980                   | 4765.56       | 4574.94             | 190.62          |                 |
| 13—14   | 5.00                 | 366.5817                | 439.8980                   | 5132.14       | 5014.84             | 117.31          |                 |
| 14—15   | 5.50                 | 366.5817                | 483.8878                   | 5498.73       | 5498.73             | 0.00            |                 |
| 15—16   | 6.00                 | 366.5817                | 527.8776                   | 5865.31       | 6026.60             |                 | -161.30         |
| 16—17   | 6.00                 | 366.5817                | 527.8776                   | 6231.89       | 6554.48             |                 | -322.59         |
| 17—18   | 5.50                 | 366.5817                | 483.8878                   | 6598.47       | 7038.37             |                 | -439.90         |
| 18—19   | 5.00                 | 366.5817                | 439.8980                   | 6965.05       | 7478.27             |                 | -513.21         |
| 19—20   | 4.50                 | 366.5817                | 395.9082                   | 7331.63       | 7874.17             |                 | <b>-542.54</b>  |
| 20—21   | 4.00                 | 366.5817                | 351.9184                   | 7698.22       | 8226.09             |                 | -527.88         |
| 21—22   | 3.00                 | 366.5817                | 263.9388                   | 8064.80       | 8490.03             |                 | -425.23         |
| 22—23   | 2.00                 | 366.5817                | 175.9592                   | 8431.38       | 8665.99             |                 | -234.61         |
| 23—24   | 1.50                 | 366.5817                | 131.9694                   | 8797.96       | 8797.96             |                 | 0.00            |
| Total   | 100.00               | 8797.96                 | 8797.96                    |               |                     |                 |                 |

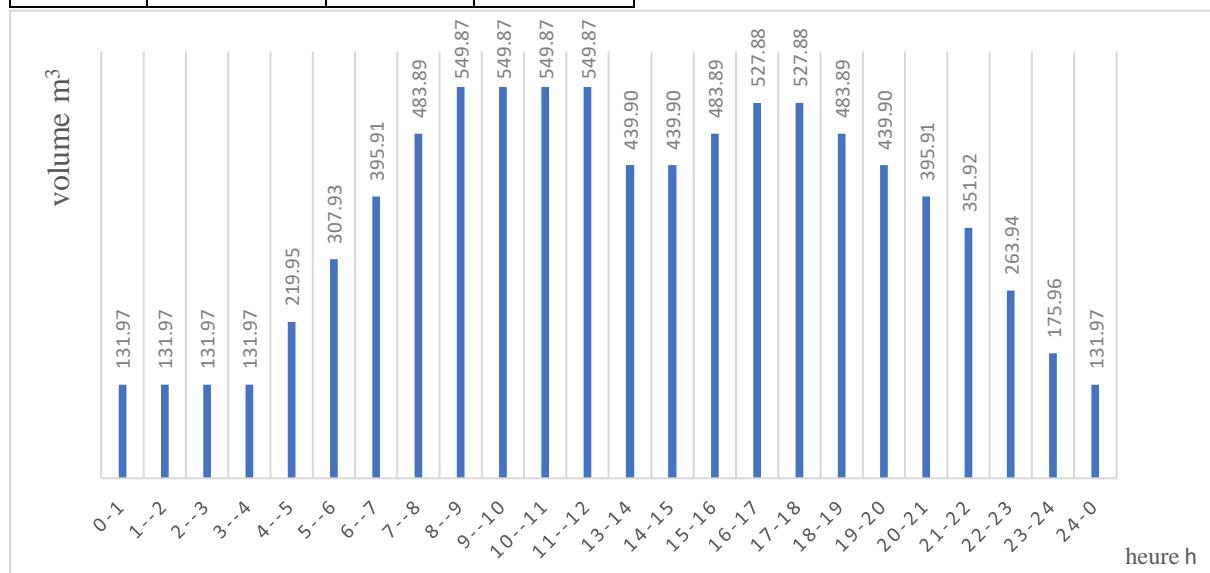


Figure III.2 Graphe de la consommation.

D'après le tableau et le graphe mentionnés à la page précédente on a :

- Le débit maximum horaire qui est de 8.00 h à 12 h.  $Q_{\text{maxh}} = 549.87 \text{ m}^3/\text{h}$
- Le débit minimum horaire qui est de 24 h à 4.  $Q_{\text{minh}} = 131.97 \text{ m}^3/\text{h}$
- Le volume excès  $|\Delta V_{\text{max}}^+| = 1143.73 \text{ m}^3$  et le volume déficit  $|\Delta V_{\text{max}}^-| = 542.54 \text{ m}^3$

$$V_{\text{rés}} = |\Delta V_{\text{max}}^+| + |\Delta V_{\text{max}}^-| + V_{\text{rés inc}}$$

III.3

$$V_{\text{rés}} = |1143.73| + |542.54| + 120 = 1806.27 \text{ m}^3$$

- Représentation graphique de la méthode analytique**

On représente les courbes d'apports et de consommation, le volume est obtenu en additionnant les écarts des deux extrêmes par rapport la courbe d'apport on obtient  $|\Delta V_{\text{max}}^+|$  et  $|\Delta V_{\text{max}}^-|$  en ajoutant le volume de réserve d'incendie  $V_{\text{incendie}} = 120 \text{ m}^3$

$$V_t = 1143.73 + 542.54 + 120 = 1806.27 \text{ m}^3$$

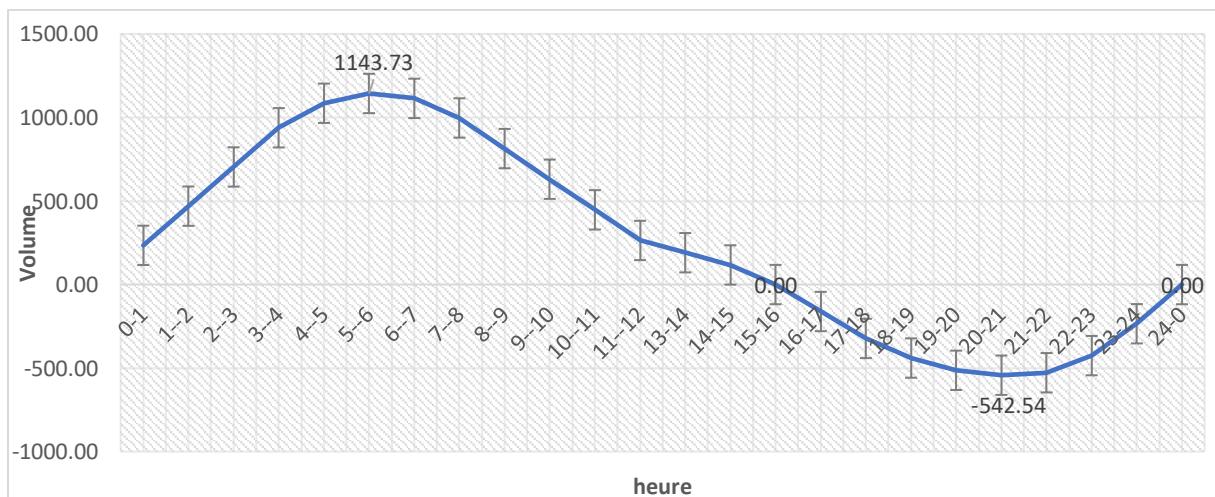
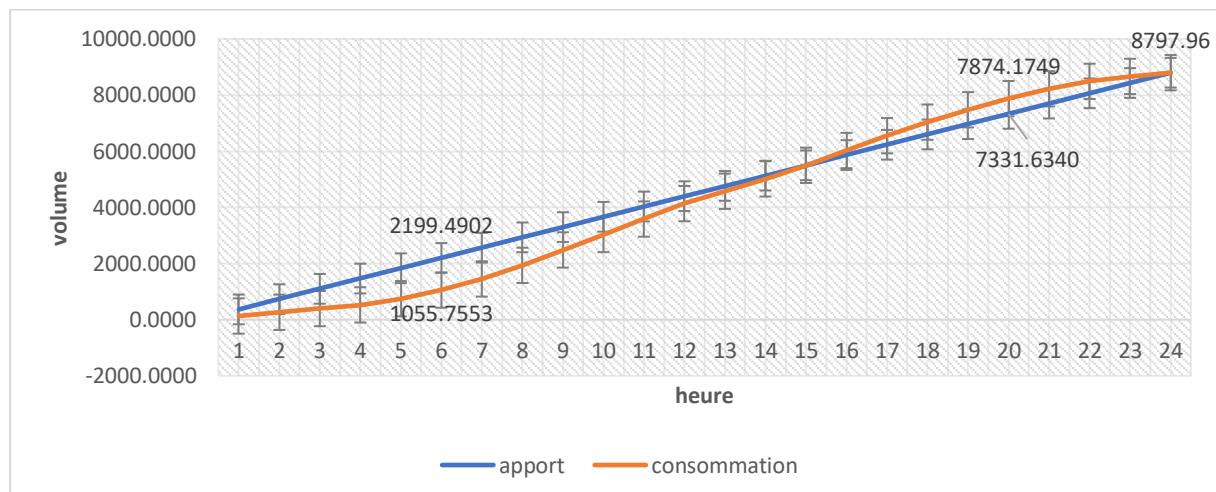


Figure III.3 Graphe de calcul de la capacité du réservoir

On conclut que la capacité (volume) du réservoir qui satisfaire les besoins de notre agglomération qui est calculé analytiquement, si on prévoir un seul réservoir est estimée 2000 m<sup>3</sup>.

### III.5 Dimensions d'ouvrage du stockage projeté : en note réservoir cylindrique.

Les niveaux d'eau utiles sont généralement limités entre 3 et 6 mètres ; pour les agglomérations petites ou moyennement importantes, la hauteur optimale se situe généralement autour de 3 à 5 mètres. Pour les grands réservoirs (villes importantes), le niveau d'eau peut atteindre 5 à 8 mètres, ou même peut atteindre jusqu'à 10 mètres.

On pose : h = 5 m

Nous projetons un ouvrage de stockage

- Un réservoir superficiel d'un volume de 1200 m<sup>3</sup> pour assurer le débit.
- Un château d'eau d'une capacité de 750 m<sup>3</sup> pour assurer la pression.

#### • Réservoir de capacité 1200 (m<sup>3</sup>)

##### III.5.1 Le diamètre de réservoir superficiel (cuve)

$$S = \frac{\pi * D^2}{4} = S = \frac{V_n}{h} \quad \text{III.4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * V_n}{\pi * h}} \quad \text{III.5}$$

V<sub>n</sub> : capacité normalisée du réservoir (m<sup>3</sup>).

S : section du réservoir (m<sup>2</sup>).

D : diamètre de la cuve (m).

h<sub>e</sub> : hauteur utile optimale d'eau (m).

$$D = \sqrt{\frac{4 * 1200}{3,14 * 5}} \Rightarrow D = 17,49 \text{ m soit } D = 18 \text{ m}$$

##### III.5.2 Recalculer la hauteur d'eau (h<sub>e</sub>) dans le réservoir :

Nous avons :

$$h_e = \frac{4 * V_n}{\pi * D^2} \quad \text{III.6}$$

$$h_e = \frac{4 * 1200}{3,14 * 18^2} = 4,72 \text{ m}$$

h<sub>e</sub> = 4,72 m. Soit h<sub>e</sub> = 5m.

La conduite d'arrivée sera à : h<sub>e</sub> + 0,5 m, soit 5,50 m au-dessus du radier de la cuve.

**III.5.3 La Hauteur D'incendie pour réservoir superficiel:**Avec volume d'incendie égal 120 m<sup>3</sup>

$$h_{inc} = \frac{4*120}{\pi*D^2}$$

$$h_{inc} = 0.47 \text{ m}$$

$$h_{inc} = 0.5 \text{ m}$$

**III.5.4 Cote Radier De Réservoir**

Pour s'assurer que l'eau arrive dans tous les points de l'agglomération La cote radier du réservoir doit être dimensionnés de manière à ce qu'il n'y est pas des pressions trop importantes sur les points bas et des pressions faible sur les points haute

$$Cr = Ct + H + hwi + Pr + hwe$$

**III.6**

Avec

Cr : cote de radier du réservoir.

Ct : cote du terrain au point le plus défavorable.

H : hauteur d'eau donnée en fonction du nombre d'étage.

 $H = R + 4*n$  (avec R pression du sol = 10m ; n : nombre d'étage, (pour Nouveau Pôle n = 4))

Hwi : perte de charge intérieure du sol = 3m.

Ps : pression minimale au niveau (chauffe d'eau Ps = 3m).

Hwe : perte de charge dans la conduite de distribution (Hwe = jl).

**III.5.5 Diamètre de la conduite de distribution**

On applique l'équation de continuité pour une vitesse moyenne de 1(m/s)

$$\text{Avec } Q = V * S$$

**III.7**Avec le débit max est  $Q_{j,max} = 145.81 \text{ l/s}$ On fixe la Vitesse d'écoulement  $V = 1 \text{ m/s}$ 

De formules III.6 et III.1 on aura :

$$D = \sqrt{\frac{4 * 145.81 * 10^{-3}}{3,14 * 1}}$$

$$D = 0.430 \text{ m}$$

On a le choix entre deux diamètres 0.450m et 0.400 m.

Pour  $D = 0.450 \text{ m}$   $V = 0.92 \text{ m/s}$  et pour  $D = 0.400 \text{ m}$   $V = 1.16 \text{ m/s}$ .La conduite de distribution sera en PEHD, On prend un diamètre commercial  $D = 400 \text{ mm}$ Note:  $V = 1.16 \text{ m/s}$ ;  $Q_p = 145.81 \text{ l/s}$ .

- **Réservoir capacité 750 (m<sup>3</sup>).**

### III.5.6 Détermination de type de réservoir projet

Pour déterminer le type de réservoir projeté, il faut calculer la hauteur de Tour cette dernier est déterminé comme suit  $Hch = Cr - CTN$ .

#### III.5.6.1 Perte De Charge

Pour le calcul de la perte de charge dans la conduite de distribution, on applique la formule de Hazen-Williams. Par mesure de sécurité, on suppose que la rugosité de la paroi de la conduite d'adduction est égale à 150 mm

$$J = 1.1 * (10.69 * \left(\frac{145.81/1000}{150}\right)^{1.852} * \left(\frac{1}{0.40}\right)^{4.87} * L) \quad \text{Avec } L = 100 \text{ m.}$$

$$J = 0.27$$

#### III.5.6.2 Calcul de la côte radié du réservoir

$$Cr = Ct + H + hwi + Pr + hwe$$

$$Cr = 999.51 + (10 + 4 * 4) + 3 + 3 + (0.27)$$

$$Cr = 1031.78 \text{ m}$$

La cote du radier du réservoir sera égale à 1031.78 m

#### III.5.6.3 Le diamètre de réservoir 750 m<sup>3</sup> (cuve)

$$D = \sqrt{\frac{4 * V_n}{\pi * h}} \quad \text{III.5}$$

$V_n$  : capacité normalisée du réservoir (m<sup>3</sup>).

$S$  : section du réservoir (m<sup>2</sup>).

$D$  : diamètre de la cuve (m).

$h_e$  : hauteur utile optimale d'eau (m).

$$\text{AN:} \quad D = \sqrt{\frac{4 * 750}{3,14 * 10}} \Rightarrow D = 9.77 \text{ m} \quad \text{Soit } D = 10 \text{ m}$$

#### III.5.6.4 La Hauteur D'incendie (pour réservoir 750 m<sup>3</sup>) :

Avec volume d'incendie égal 120 m<sup>3</sup>

$$h_{inc} = \frac{4 * 120}{\pi * 10^2}$$

$$h_{inc} = 1.236 \text{ m}$$

$$h_{inc} = 1.25 \text{ m}$$

#### III.5.6.5 Calcul de la hauteur d'eau $h_e$ dans le réservoir du capacité 750 m<sup>3</sup> :

Nous avons :

$$Cr = 1031.78, CTN = 1023$$

$$h_e = Cr - CTN \quad 1031.78 - 1023$$

III.8

$$\Rightarrow h_e = 8.78 \text{ m} \quad \text{Soit } h_e = 10 \text{ m}$$

### III.5.6.6 Cote du trop-plein

La cote du trop-plein ce calcul comme suit

$$\begin{aligned} C_{tp} &= C_r + h_e & \text{III.9} \\ C_{tp} &= 1031.78 + 10 \\ &= 1041.78 \text{ m.} \end{aligned}$$

En ajoutant la hauteur de conduit d'arrivée qui est 0.5m

$$C_r = 1031.78 \text{ m.}$$

$$C_{tp} = 1041.78 \text{ m.}$$

### III.5.6.7 Cote d'arrivée d'eau

La cote d'arrivée de l'adduction est déterminée comme suit

$$\begin{aligned} C_{ad} &= C_r + h_e + 0.5 & \text{III.10} \\ C_{ad} &= C_{tp} + 0.5 \\ &= 1041.78 + 0.5 \\ &= 1042.28 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H_{ch} = C_r - CTN = 1031.78 - 1023 = 8.78 \text{ m.}$$

Donc le réservoir sera de type surélevé (château d'eau avec un hauteur de tour 10 m environ

- Vue le volume important, du réservoir pour le château d'eau d'une capacité 750 m<sup>3</sup> et un réservoir superficiel de 1200 m<sup>3</sup> muni d'un sur-presseur automatique aliment le château d'eau.

## III.6 Construction de réservoir

Les matériaux utilisés dans la construction des réservoirs devront être choisis pour assurer

Une parfaite étanchéité.

Une bonne résistance et durabilité dans le temps au contrôle de l'eau.

Ne devront en aucun cas provoquer une altération des qualités de l'eau emmagasinée.

Réservoir en béton armé matériau qui a fait ses preuves. Il est en général le plus utilisé.

Le réservoir doit comporter une chambre de manœuvre où se trouveront les organes de réglage. [8]

## III.7 Équipements du réservoir [8]

Un réservoir unique ou compartimenté doit être équipé de :

- **une conduite d'arrivée ou d'alimentation** : Cette conduite, du type refoulement ou gravitaire, doit arriver de préférence dans la cuve en siphon noyé ou par le bas, toujours à l'opposé de la conduite de départ, pour provoquer le brassage. Cette arrivée par le bas ou en siphon noyé permet le renouvellement d'eau par mélange en créant des perturbations. L'extrémité de cette dernière est munie d'un dispositif qui obture la conduite quand le niveau atteint son niveau maximal.

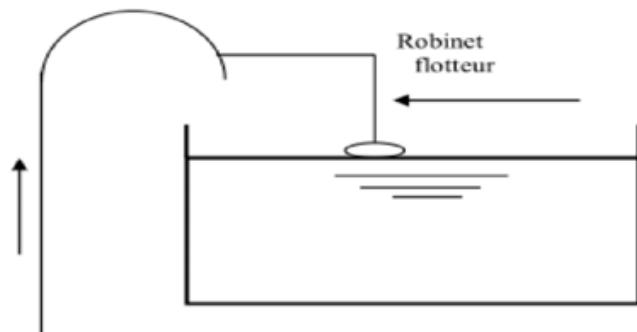


Figure III.4 Conduite d'arrivée [8]

- **Une conduite de départ ou de distribution** : Cette conduite est placée à l'opposé de la conduite d'arrivée à quelques centimètres au-dessus du radier, pour éviter l'entrée de matières en suspension. L'extrémité est munie d'une crêpine courbée pour éviter le phénomène de vortex (pénétration d'air dans la conduite). Cette conduite est équipée d'une vanne à survitesse permettant la fermeture rapide en cas de rupture au niveau de cette conduite.

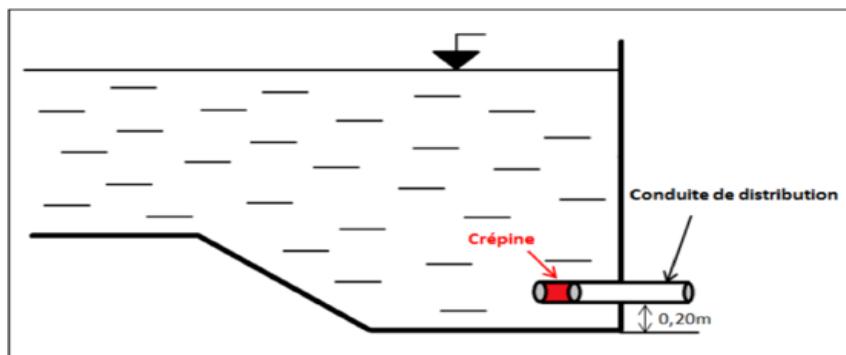


Figure III.5 Conduite de distribution [8]

- **Conduite de trop-plein** : Cette conduite permet d'évacuer l'excès d'eau arrivant au réservoir en cas où une pompe ne s'arrête pas. L'extrémité de cette conduite doit être en forme de siphon afin d'éviter l'introduction de certains corps nocifs dans la cuve.

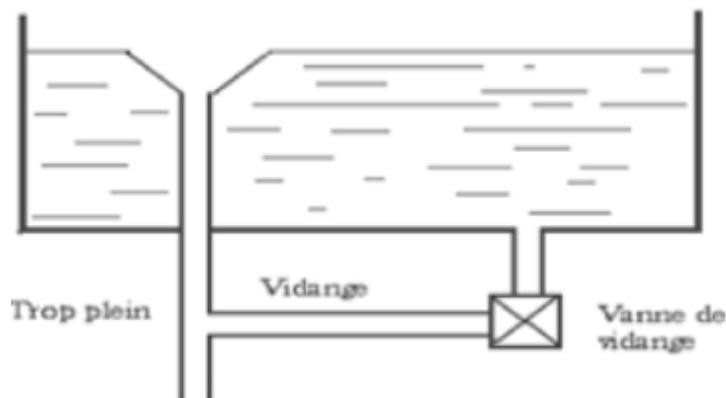


Figure III.6 Conduite de trop-plein [8]

**-Une conduite de vidange :** Elle permet la vidange du réservoir en cas de nettoyage ou de réparation. Elle est munie d'un robinet- vanne, et se raccorde généralement à la conduite de trop-plein. Le robinet-vanne doit être nettoyé après chaque vidange pour éviter le dépôt de sable.

**- Une conduite by-pass :** C'est un tronçon de conduite qui relie la conduite d'arrivée et la conduite de départ, elle fonctionne uniquement quand le réservoir est isolé pour son entretien.

**- Un système de matérialisation de la réserve d'incendie :** C'est une disposition spéciale de la tuyauterie qui permet d'interrompre l'écoulement, une fois le niveau de la réserve atteint le seuil. Nous distinguons :

- Le système à deux prises : Ce système est très rarement utilisé du fait que la réserve de sécurité n'est pas convenablement renouvelée.
- Le système à siphon : Ce système à l'avantage de renouveler constamment la réserve d'incendie. Quelques équipements sont aussi à prévoir dans les réservoirs :

- Une fenêtre d'aération (entrée et sortie de l'air lors du remplissage et de la vidange).
- Un accès pour le nettoyage de la cuve.
- Une chambre de vannes, un trop-plein (évacuation de l'excédent d'eau), une galerie de Vidange (au fond).
- une fermeture par flotteur de l'alimentation, un enregistreur du niveau d'eau dans le réservoir.

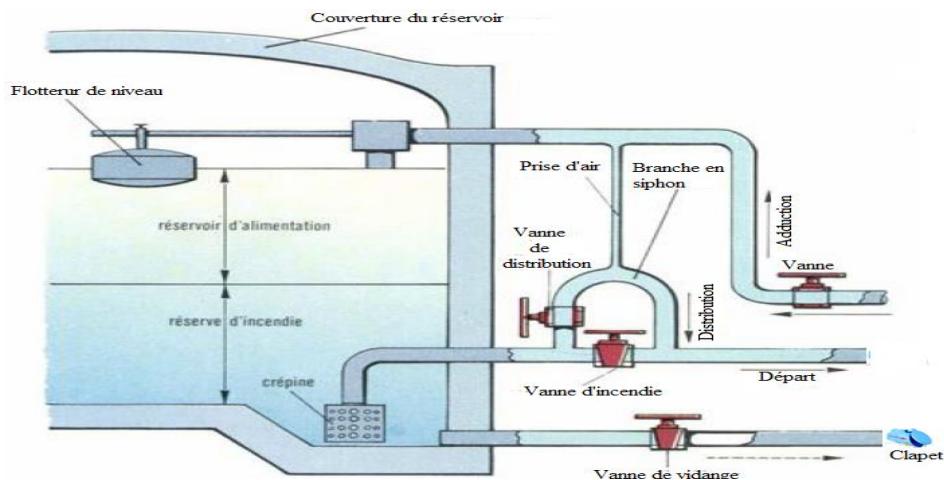
#### **- Le système à siphon**

Le système à siphon consiste à prélever, dans tous les cas l'eau au voisinage du fond du réservoir mais on la faisant transiter au service normal par un siphon situé à la coté supérieure de la réserve d'incendie et muni d'un événement qui la désamorce dès que l'eau atteint ce niveau. En cas de sinistre, la vanne 2 (vanne d'incendie) court-circuite le siphon et assure la mise en service de la réserve d'incendie, cette solution présente l'avantage d'éviter la stagnation de l'eau au voisinage du fond du réservoir.

En temps normal, 1 et 3 sont ouvertes et 2 fermée.

En cas d'incendie, 2 est ouverte et 1 est fermée

- ✓ Toutes ces conduites doivent normalement aboutir dans une chambre de manœuvre.



**Figure III.7 Schéma représente les différents équipements d'un réservoir d'eau potable. [19]**



**Figure III.8 Sauvegarde de la réserve d'incendie. [19]**

### III.8 Entretien des réservoirs:

Les structures du réservoir doivent faire l'objet d'une surveillance régulière en ce qui concerne les fissures éventuelles que les phénomènes de corrosion sur les parties métalliques entraînent en raison de l'atmosphère humide qui y règne.

Un soin particulier est à apporter à un nettoyage des réservoirs; opération comportant plusieurs étapes telles que:

- Isolement et vidange du réservoir, afin d'éviter le gaspillage de l'eau et la perte de temps. On ne procède à cette opération que lorsque la quantité d'eau stockée dans le réservoir est la plus faible.
- Éliminations des dépôts sur les parois.
- Examen et réparations éventuelles de celle-ci.
- Désinfection à l'aide des produits chlorés.
- Remise en service.

Il faut signaler que les parties métalliques (portes, échelles, équipements hydrauliques et cheminées d'aération) sont aussi concernées par l'entretien.

Parmi l'hygiène et la sécurité, les réservoirs sont couverts afin d'être protégés contre les corps étrangers et les variations de température.

Une ventilation convenablement choisies réaménagée, conçue de façon à éviter l'entrée de certaines espèces nuisibles (serpent, souris ...etc.).[8]

Toute vanne sera disposée dans une chambre de manœuvre.

### III.9 Autres Recommandations

Dans un réservoir d'AEP, il aussi nécessaire de :

Limiter l'entrée de la lumière naturelle pour éviter les risques de prolifération d'algues.

Éviter l'élévation de la température de l'eau par une bonne isolation thermique et ceci pour limiter l'activité biologique et protéger la structure contre les microfissurations.

Aménager des évacuations pour les eaux pluviales. [8]

L'ouvrage du stockage opté est un réservoir type superficiel, surélevé avec les caractéristiques suivantes :

**Tableau III.2 Caractéristiques du Réservoirs**

| Capacité de stockage<br><b>m<sup>3</sup></b> | Type        | Diamètre | Hauteur de la cuve | Cote de terrain naturel | Cote de radier | Cote de trop-plein |
|--|-------------|----------|--------------------|-------------------------|----------------|--------------------|
|  |             | <b>m</b> | <b>m</b>           | <b>m</b>                | <b>m</b>       | <b>m</b>           |
| 1200   | Superficiel | 18       | 5                  | 1023.00                 | 1023.00        | 1028.00            |
| 750  | Surélevée   | 10       | 10                 | 1023.00                 | 1031.78        | 1041.78            |



## **Chapitre IV**



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

#### IV Choix du type de réseau et la matière des conduites

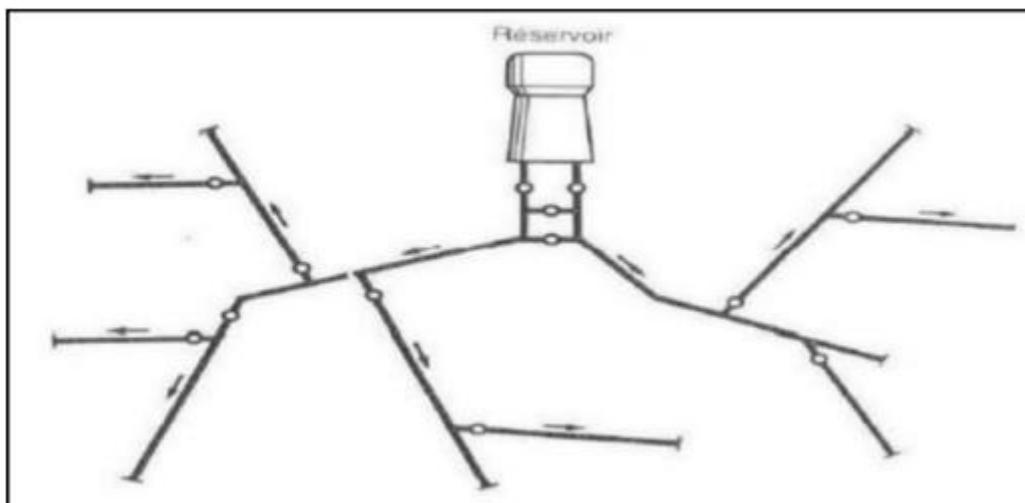
L'acheminement de l'eau vers les abonnés doit se faire en qualité et en quantité, avec des débits bien répartis avec des pressions et des besoins satisfaits aux différents nœuds le choix du type de réseau dépend essentiellement de tracé et l'importance de l'agglomération.

##### IV.1 Type de réseau suivant la structure et l'importance de l'agglomération :

On distingue trois schémas principaux de réseaux de distribution (le réseau ramifié, le réseau maillé, le réseau étagée et réseau mixte).

###### ➤ Réseau ramifié

Réseau ramifié est un réseau construit sous forme d'arbre allant des conduites primaires aux conduites tertiaires. L'écoulement s'y effectue de l'amont vers l'aval dans les conditions normales de fonctionnement. Il est adapté aux réseaux de faible densité et conçu pour une continuité de service peu exigée.



**Figure VI.1 Réseau ramifié [18]**

- **Avantages**

- ✓ Le coût d'investissement par rapport au réseau maillé est relativement bas.
- ✓ Le sens de l'écoulement est unique et connu.

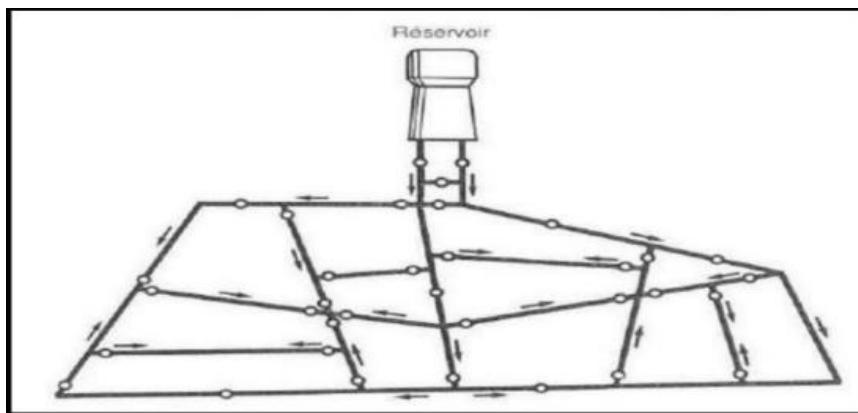
Ce qui permet une meilleure maîtrise du fonctionnement et de l'exploitation.

- **Inconvénients**

- ✓ Élévation de Perte de charge du système.
- ✓ Les abonnés en aval seront privés d'eau potable en cas de rupture ou travaux d'entretien ou d'un accident sur la conduite principale.

### ➤ Réseau maillé

Un réseau maillé est un ensemble des conduites dont la plupart des extrémités sont connectées pour former des mailles. Les points de rencontre des conduites sont appelée noeuds. Le sens de l'écoulement de l'eau dans le réseau maillé dépend fortement de la demande.



**Figure VI.2 Réseau maillé [18]**

#### • Avantages

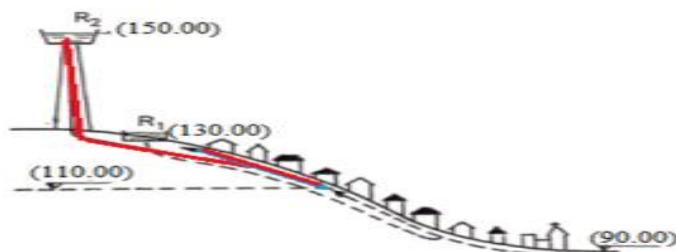
- ✓ Le tronçon est alimenté par deux canalisations ou plus, d'où l'approvisionnement en eau est sécurité.
- ✓ L'interruption de service en cas de rupture de conduite principale, se limite à la portion de réseau concernée, isolée par des vannes.

#### • Inconvénients

- ✓ Le coût de réalisation est relativement élevé par rapport au réseau ramifié.
- ✓ Difficulté de Connaissance et maîtrise du fonctionnement du réseau.
- ✓ Inversion possible du sens de circulation de l'eau.
- ✓ Identification difficile, du tronçon causant des désordres (fuites, contaminations).

### ➤ Réseau étagé

La différence de niveau très important entraîne par de fortes pressions au point le plus bas, nécessite l'installation d'un réservoir intermédiaire. Ce système qui permettant la régularisation de la pression, c'est lui-même le réseau étagé.



**Figure VI.3 Réseau étagé [8]**

### ➤ Réseau mixte

Le réseau mix est très souvent rencontré dans les zones urbaines, se forme d'association d'un réseau maillé et d'un réseau ramifié ; imposée par la situation topographique du régent.

#### **IV.2 Choix du matériau des conduites :** Le choix du matériau utilisé est en fonction :

- de la pression.
- de l'agressivité due aux fluides et au sol.
- La température.
- La charge.
- de l'ordre économique (coût, disponibilité dans le marché).
- de la bonne jonction de la conduite avec les équipements auxiliaires (joints, coudes, vannes...).

Nous avons opté comme matériau le PEHD PN10, PN16 suite à ces avantages qui sont les suivants :

- Disponibilité sur le marché.
- Bonne résistance à la corrosion interne, externe, microbiologique et à l'entartrage.
- Facilité de pose (bonne flexibilité).
- Fiabilité au niveau des branchements (réduction de risque de fuites).
- Bonne caractéristique hydraulique (coefficients 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°C.

Comme inconvénient, ce type de matériau nécessite une grande technicité pour la jonction.

**IV.3 Choix du type de réseau:** Étant donné les avantages qu'offre, le réseau maillé alors on l'a optées pour notre projet. Dans ce qui suit, nous allons calculer le réseau principal de Nouveau pôle.

Pour le calcul de ce dernier et parmi les logiciels de simulation qui existent, on a utilisé Le logiciel « EPANET ».

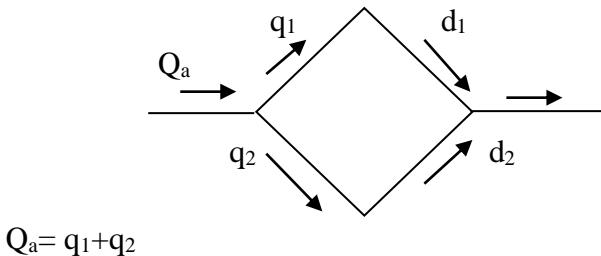
#### **IV.3.1- Principe de La méthode d'HARDY-CROSS :**

Le calcul du réseau maillé est la détermination des débits réels dans le sens de chaque tronçon du réseau. Ceci pour assurer les débits et les pressions dans chaque point du réseau. La méthode utilisée est celle d'HARDY-CROSS qui est basée sur deux lois de KIRCHOFF.

##### **IV.3.1.1 Conditions d'équilibre :**

###### **1<sup>ère</sup> loi de KIRCHOFF :**

En un nœud quelconque d'une maille, la somme des débits qui arrivent à ce nœud est égale à la somme des débits qui partent.



IV.1

**2<sup>ème</sup> loi de KIRCHOFF :**

Le long d'un parcours orienté et fermé, la somme algébrique des pertes de charge est nulle.

$$\Delta h_1 - \Delta h_2 = 0.$$

Le sens positif le long d'une maille généralement est le sens des aiguilles d'une montre.

**IV.3.1.2 La méthode de Hardy-Cross au calcul du réseau maillé :** On se propose un sens d'écoulement arbitraire pour chaque maille et une répartition des débits vérifiant la 1<sup>ère</sup> loi de KIRCHOFF (loi des noeuds). On dimensionne les conduites sur la base de ce premier choix. Mais généralement on constate que la 2<sup>ème</sup> loi de KIRCHOFF (loi des mailles) n'est pas vérifiée à la première répartition des débits.

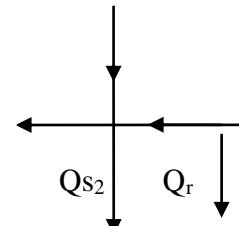
Pour cela, on procède à des corrections par itération (approximation successive) jusqu'à l'obtention d'une répartition finale vérifiant les deux (02) lois ; ce qui donne automatiquement le débit exact qui circule dans chaque conduite du réseau, le sens et la vitesse d'écoulement dans cette conduite.

Avec :

$\sum Q_t$  : la somme des débits à transité.

$\sum Q_r$  : la somme des débits des tronçons qui transport les débits  $Q_t$

$\sum Q_s$  : la somme des débits sortants



$$Q_t - Q_s = Q_s1 + Q_s2 + Q_s3 \quad \text{IV.2}$$

**IV.3.1.2.1 Le débit correctif :** Le débit correctif est donné par la formule suivante :

$$\Delta Q_i = \frac{\sum \Delta h_i}{2 \sum \frac{\Delta h_i}{Q_i}} \quad \text{IV.3}$$

Avec :

$\Delta Q_i$  : correction apportée [l/s].

$Q_i$  : débit du tronçon considéré [l/s].

$\Delta h_i$  : perte de charge linéaire du tronçon considéré [m].

Les corrections à apporter à une maille contiguë sont de deux types :

- Correction propre à la maille portée avec son propre signe.
- Correction de la maille adjacente portée avec le signe contraire.

Les approximations sont effectuées jusqu'à ce que les valeurs de  $\Delta Q_i$  soient considérées comme nulles et cela quand  $\Delta Q_i$  sera inférieure à 0,4 l/s,

#### IV.3.1.2.2 Détermination des diamètres :

Le système de distribution pour ce cas est gravitaire, les diamètres des canalisations sont choisis de façon à avoir des vitesses d'écoulement raisonnables.

#### IV.3.2-La pression minimale admissible au sol :

Pour assurer une bonne distribution en n'importe quel point du réseau, il faut que la pression soit suffisante. Cette dernière tient compte de nombre d'étage de l'agglomération, elle ne devra pas être inférieure à 10 m (1 bars) et le maximum 60 m (6 bars).

La pression minimale admissible est déterminée par :

$$[H] = 4n + 10$$

**IV.4**

Avec :

[H] : pression admissible au sol [m].

n : nombre d'étage. (n=5) .

10 : pression minimale exigée [m].

4 : la hauteur d'un étage [m].

$$[H] = 4 \times 5 + 10 = 30 \text{ m.}$$

#### IV.3.3 Cotes piézométriques :

Connaissant les cotes de terrains en chaque noeud de la maille et au point du réseau et celle du radier du réservoir, ainsi que toutes les pertes de charge le long de chaque tronçon. On peut déterminer les côtes piézométriques de tous les points.

On calcule la cote piézométrique au point le plus défavorable connaissant la pression minimale, puis on détermine les cotes piézométriques des points suivants soit en ajoutant, soit en retranchant en tenant compte du sens d'écoulement.

**IV.3.4 La pression de service :** La pression de service est déterminée par :

$$[H] = Cp - CTN$$

**IV.5**

Avec :

[H] : Hauteur d'eau service [m].

Cp : cote piézométrique [m].

CTN : cote du terrain naturel [m]

#### IV.4 Conception d'un réseau

Pour la conception d'un réseau de distribution, il est nécessaire de tenir compte de certains facteurs :

- L'emplacement des quartiers.
- L'emplacement des consommateurs.
- Le relief.

➤ **Principe du tracé du réseau maillé :**

Le tracé se fait comme suit :

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

#### **IV.5 Calcul hydraulique du réseau maillé**

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

- On détermine la longueur de chaque tronçon du réseau.
- On calcule le débit route.
- On détermine le débit spécifique.
- On détermine les débits aux nœuds.

#### **IV.6 Détermination des débits**

Le système projeté dans le Nouveau Pôle est le système de distribution avec un réservoir surélevé. Pour la détermination des différents paramètres hydraulique de réseau on va étudier les deux cas :

##### **IV.6.1 Débit spécifique**

Pour le calcul on admet l'hypothèse selon laquelle la répartition des habitants est uniforme sur la longueur du réseau de distribution.

Le débit spécifique c'est le rapport entre le débit de route globale  $Q_r$  : (C'est le débit reparti uniformément le long d'un réseau) et la somme des longueurs des tronçons du réseau, il est obtenu comme suit :

$$Q_{sp} = Q_r / \sum L \quad (l/s/ml) \quad \text{IV.6}$$

$\sum L$  : somme des longueurs des tronçons du réseau (m)

$Q_r$  : débit en route total avec  $Q_r = Q_{rt} - \sum Q_{conc}$

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

##### **IV.6.2 Débits en route**

C'est le débit en route pour chaque tronçon, il est calculé comme suit :

$$Q_r = Q_{sp} * l_i \quad (l/s) \quad \text{IV.7}$$

Avec :

$Q_r$  : débit en route en chaque tronçon en (l/s).

$Q_{sp}$  : débit spécifique en (l/s).

$l_i$  : la longueur pour chaque tronçon en (m).

#### IV.6.3 débits aux nœuds :

Les débits correspondant en chaque nœud seront calculés par la formule suivante :

$$Q_{n,i} = 0,5 \sum Q_r(i-j) + Q_{co} \quad \text{IV.8}$$

Avec :

$Q_{n,i}$  : débit au nœud i

$\sum Q_r(i-j)$  : somme des débits route des tronçons reliés au nœud i

$Q_{conc}$  : débits concentrés au nœud i (pour notre projet le débit concentré :  $Q_{conc} = 0$ )

#### IV.7 Calcul des débits

##### ➤ Projection et dimensionnement du réseau :

Nous avons :  $Q_p = 145.81$  (l/s) La longueur total de réseau :  $\sum L_i = 7413.95$  (m) ;

$Q_{sp} = 0.0196669791406740$  (l/s/ml) Les résultats de calcul sont établis dans les tableaux suivants :

**Tableau IV.1: Calcul des débits nodiaux.**

| N° Nœud | N° Tronçon | L      | Q <sub>sp</sub>    | Q <sub>r</sub> | 0.5*Q <sub>r</sub> | Q <sub>conc</sub> | Q <sub>n</sub> |
|---------|------------|--------|--------------------|----------------|--------------------|-------------------|----------------|
|         |            | m      | l/s/ml             | l/s            | l/s                | l/s               | l/s            |
| 1       | 1—2        | 102.50 | 0.0196669791406740 | 2.02           | 2.89               | 0.00              | 2.89           |
|         | 1—26       | 191.62 |                    | 3.77           |                    | 0.00              |                |
| 2       | 2—1        | 102.50 | 0.0196669791406740 | 2.02           | 3.47               | 0.00              | 3.47           |
|         | 2—3        | 250.54 |                    | 4.93           |                    | 0.00              |                |
| 3       | 2—3        | 250.54 | 0.0196669791406740 | 4.93           | 5.51               | 0.00              | 5.51           |
|         | 3—4        | 221.93 |                    | 4.36           |                    | 0.00              |                |
|         | 3—26       | 88.07  |                    | 1.73           |                    | 0.00              |                |
| 4       | 4—3        | 221.93 | 0.0196669791406740 | 4.36           | 7.55               | 0.00              | 7.55           |
|         | 4—5        | 299.86 |                    | 5.90           |                    | 0.00              |                |
|         | 4—23       | 245.77 |                    | 4.83           |                    | 0.00              |                |
| 5       | 5—4        | 299.86 | 0.0196669791406740 | 5.90           | 4.96               | 0.00              | 4.96           |
|         | 5—6        | 204.22 |                    | 4.02           |                    | 0.00              |                |
| 6       | 6—5        | 204.22 | 0.0196669791406740 | 4.02           | 8.04               | 0.00              | 8.04           |
|         | 6—22       | 335.27 |                    | 6.59           |                    | 0.00              |                |
|         | 6—7        | 277.62 |                    | 5.46           |                    | 0.00              |                |
| 7       | 7—6        | 277.62 | 0.0196669791406740 | 5.46           | 3.94               | 0.00              | 3.94           |
|         | 7—8        | 122.60 |                    | 2.41           |                    | 0.00              |                |
| 8       | 8—7        | 122.60 | 0.0196669791406740 | 2.41           | 8.73               | 0.00              | 8.73           |
|         | 8—9        | 234.96 |                    | 4.62           |                    | 0.00              |                |
|         | 8—16       | 240.61 |                    | 4.73           |                    | 0.00              |                |
|         | 8—15       | 289.97 |                    | 5.70           |                    | 0.00              |                |

## Suite Tableau IV.1

| N° Nœud | N° Tronçon | L<br>m | Qsp<br>l/s/ml | Q <sub>r</sub><br>l/s | 0.5*Q <sub>r</sub><br>l/s | Q <sub>conc</sub><br>l/s | Q <sub>n</sub><br>l/s |
|---------|------------|--------|---------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 9       | 9—8        | 234.96 |               | 4.62                  | 6.57                      | 0.00                     | 6.57                  |
|         | 9—10       | 298.40 |               | 5.87                  |                           | 0.00                     |                       |
|         | 9—15       | 135.13 |               | 2.66                  |                           | 0.00                     |                       |
| 10      | 10—9       | 298.40 |               | 5.87                  | 7.32                      | 0.00                     | 7.32                  |
|         | 10—14      | 176.87 |               | 3.48                  |                           | 0.00                     |                       |
|         | 10—11      | 269.12 |               | 5.29                  |                           | 0.00                     |                       |
| 11      | 11—10      | 269.12 |               | 5.29                  | 4.08                      | 0.00                     | 4.08                  |
|         | 11—12      | 145.77 |               | 2.87                  |                           | 0.00                     |                       |
| 12      | 12—11      | 145.77 |               | 2.87                  | 4.11                      | 0.00                     | 4.11                  |
|         | 12—13      | 272.00 |               | 5.35                  |                           | 0.00                     |                       |
| 13      | 13—12      | 272.00 |               | 5.35                  | 5.25                      | 0.00                     | 5.25                  |
|         | 13—14      | 262.39 |               | 5.16                  |                           | 0.00                     |                       |
| 14      | 14—13      | 262.39 |               | 5.16                  | 7.23                      | 0.00                     | 7.23                  |
|         | 14—10      | 176.87 |               | 3.48                  |                           | 0.00                     |                       |
|         | 14—15      | 296.20 |               | 5.83                  |                           | 0.00                     |                       |
| 15      | 15—14      | 296.20 |               | 5.83                  | 7.09                      | 0.00                     | 7.09                  |
|         | 15—9       | 135.13 |               | 2.66                  |                           | 0.00                     |                       |
|         | 15—8       | 289.97 |               | 5.70                  |                           | 0.00                     |                       |
| 16      | 16—8       | 240.61 |               | 4.73                  | 5.13                      | 0.00                     | 5.13                  |
|         | 16—17      | 280.98 |               | 5.53                  |                           | 0.00                     |                       |
| 17      | 17—16      | 280.98 |               | 5.53                  | 5.71                      | 0.00                     | 5.71                  |
|         | 17—18      | 300.00 |               | 5.90                  |                           | 0.00                     |                       |
| 18      | 18—17      | 300.00 |               | 5.90                  | 5.81                      | 0.00                     | 5.81                  |
|         | 18—19      | 290.48 |               | 5.71                  |                           | 0.00                     |                       |
| 19      | 19—18      | 290.48 |               | 5.71                  | 4.83                      | 0.00                     | 4.83                  |
|         | 19—20      | 200.20 |               | 3.94                  |                           | 0.00                     |                       |
| 20      | 20—19      | 200.20 |               | 3.94                  | 4.46                      | 0.00                     | 4.46                  |
|         | 20—21      | 253.66 |               | 4.99                  |                           | 0.00                     |                       |
| 21      | 21—20      | 253.66 |               | 4.99                  | 5.20                      | 0.00                     | 5.20                  |
|         | 21—22      | 275.35 |               | 5.42                  |                           | 0.00                     |                       |
| 22      | 22—21      | 275.35 |               | 5.42                  | 7.82                      | 0.00                     | 7.82                  |
|         | 22—6       | 335.27 |               | 6.59                  |                           | 0.00                     |                       |
|         | 22—23      | 184.69 |               | 3.63                  |                           | 0.00                     |                       |

0.0196669791406740

**Suite Tableau IV.1**

| N° Nœud      | N° Tronçon | L<br>m | Qsp<br>l/s/ml | Q <sub>r</sub><br>l/s | 0.5*Q <sub>r</sub><br>l/s | Q <sub>conc</sub><br>l/s | Q <sub>n</sub><br>l/s |
|--------------|------------|--------|---------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------|
|              |            |        |               |                       |                           |                          |                       |
| 23           | 23--22     | 184.69 |               | 3.63                  | 7.09                      | 0.00                     | 7.09                  |
|              | 23—4       | 245.77 |               | 4.83                  |                           | 0.00                     |                       |
|              | 23—24      | 291.00 |               | 5.72                  |                           | 0.00                     |                       |
| 24           | 24—23      | 291.00 |               | 5.72                  | 5.16                      | 0.00                     | 5.16                  |
|              | 24—25      | 234.16 |               | 4.61                  |                           | 0.00                     |                       |
| 25           | 25—24      | 234.16 |               | 4.61                  | 3.70                      | 0.00                     | 3.70                  |
|              | 25—26      | 142.01 |               | 2.79                  |                           | 0.00                     |                       |
| 26           | 26—25      | 142.01 |               | 2.79                  | 4.15                      | 0.00                     | 4.15                  |
|              | 26--1      | 191.62 |               | 3.77                  |                           | 0.00                     |                       |
|              | 26--3      | 88.07  |               | 1.73                  |                           | 0.00                     |                       |
| <b>Total</b> |            |        |               |                       | <b>145.81</b>             | <b>145.81</b>            |                       |

**IV.8 Modélisation et résultats de la simulation hydraulique de réseau [9]**

Les outils de modélisation sont devenus incontournables à la gestion des réseaux d'eau potable. De plus en plus, les gestionnaires des réseaux d'eau potable se dotent d'outils de modélisation pour mieux concevoir, gérer et prévoir l'évolution des ouvrages hydrauliques et la qualité de l'eau distribuée. Actuellement, il existe plusieurs logiciels pour la modélisation et la gestion des eaux.

**IV.8.1 Dimensionnement du réseau par simulation hydraulique [9]**

Le modèle hydraulique est un outil très puissant pour l'ingénieur chargé de la gestion des réseaux d'AEP, en effet, nous pouvons simuler et prévoir des comportements futurs du réseau, mais cela dépend principalement de la représentativité du modèle de la réalité du terrain. Cette représentativité dépend de ça part, de la finesse ou de la précision de calage du modèle, parce qu'un modèle non calé ou non calibré est purement théorique, donc nous ne pouvons faire confiance aux résultats obtenus par un tel modèle.

**IV.8.2 Intérêt de la modélisation [9]**

La modélisation constitue une démarche d'investigation non destructive qui lorsqu'elle est menée dans de bonnes conditions, permet :

Dans le cadre d'une étude diagnostic, de connaître le fonctionnement hydraulique du réseau en situation actuelle et prochaine, afin de déterminer ses points faibles (baisse de pression, entartrage...), et de planifier les renforcements nécessaires à cours termes du dit réseau.

Du point de vue d'exploitation, d'étudier les situations critiques liées à l'indisponibilité d'une ressource, d'ouvrage de pompage ou de stockage, ou d'une canalisation maîtresse, ou de rechercher les dispositions les mieux adaptées pour parvenir à un contrôle adéquat de la pression de distribution tout en réduisant les coûts d'exploitation.

#### IV.8.3 Les logiciels de modélisation des réseaux d'AEP [10]

De nos jours, les outils de modélisation sont devenus incontournables à la gestion des réseaux d'eau potable. De plus en plus de gestionnaire de réseaux d'eau potable se dotent d'outils de modélisation pour encore mieux concevoir, gérer et prévoir l'évolution des ouvrages hydrauliques et la quantité de l'eau distribuée. Voici quelques principaux logiciels de modélisation des réseaux d'eau potable.



Figure IV.4 Méthodologie adoptée pour le traçage et la simulation

#### IV.8.4 AUTOCAD / EPACAD

EPACAD peut télécharger un fichier Dxf exporté à partir d'AUTOCAD. Nous n'aurons qu'à sélectionner la couche contenant les tronçons de modèle hydraulique pour commencer à établir le réseau. Comme d'autres programmes, nous n'avons pas besoin de modifier notre fichier Auto-CAD.

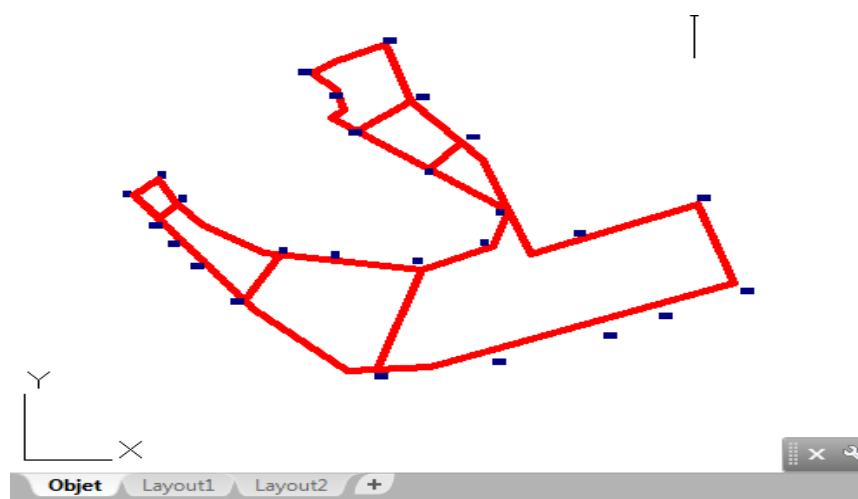


Figure IV.5 Dessin de réseau de Nouveau Pôle obtenir par AUTO-CAD

#### IV.8.5 Le logiciel EPACAD

EPACAD est un logiciel gratuit qui convertit facilement un fichier AUTO-CAD dans un fichier EPANET, ce dernier est le logiciel gratuit le plus largement utilisé pour la simulation des réseaux d'eau sous pression. Il est capable d'importer automatiquement les principales propriétés des éléments Nœuds -Conduites, en grande partie fournissant les informations requises pour construire un réseau d'eau potable.

Créer notre réseau est aussi simple que d'appuyer sur un bouton. Cette action peut aussi ouvrir notre réseau dans EPANET. Vérifions que l'EPACAD lit les principales données de nos articles, mais pas diamètres, des réservoirs ou des exigences que vous devrez ajouter plus tard.

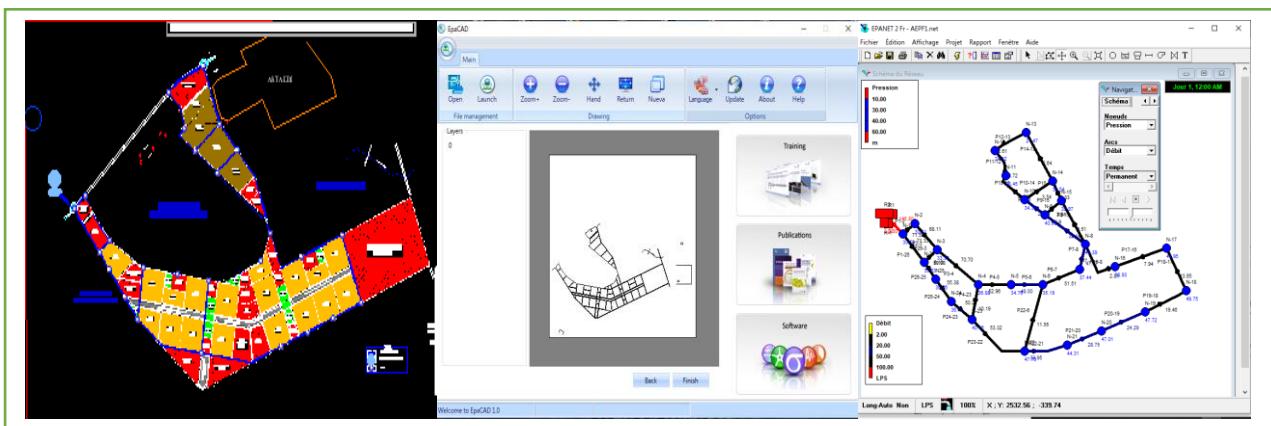


Figure IV.6 Transformation d'un réseau AUTO-CAD / EPACAD / EPANET

#### IV.8.6 Présentation de l'interface du Logiciel EPANET : [9]

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.

#### IV.8.7 Principe hydraulique régissant les calculs du logiciel : [9]

La loi des nœuds et la loi des mailles constituent la base du calcul hydraulique. La loi des nœuds affirme que le débit entrant dans un nœud est égal au débit sortant de ce nœud et quel que soit le nombre d'entrées et de sorties dans ce nœud. La loi des mailles dites, quant à elle, que la différence de charges DH (égale à la somme de la pression et de la côte au sol au point considéré) entre deux nœuds est égale à la perte de charge entre ces nœuds.

#### IV.8.7.1 Données

- **Longueur des conduites**

L'unité de longueur utilisée pour les tuyaux est le mètre. La construction du réseau a été facilitée par le fait qu'il m'a été possible d'importer un fichier comme fond d'écran représentant mon réseau. Ainsi, nous avons pu plus facilement représenter le réseau. Ensuite, il a fallu entrer la longueur de chaque tronçon, récupéré depuis un fichier AUTO-CAD qui montre le plan de situation de la zone d'étude.

- **Diamètres des conduites**

Le second paramètre à introduire est le diamètre interne des tuyaux en (mm), ce paramètre sera saisi dans un premier temps sans précaution car c'est pendant la simulation qu'on va le changer jusqu'à avoir les vitesses et les pressions nécessaires.

#### Rugosité des conduites

De fait que on calcule les pertes de charge par la formule d'Hazen WILLEMS, et le PEHD, le matériau de conduite employer on attribuera un coefficient de rugosité de 150mm à tous les tronçons.

- **Altitude des nœuds**

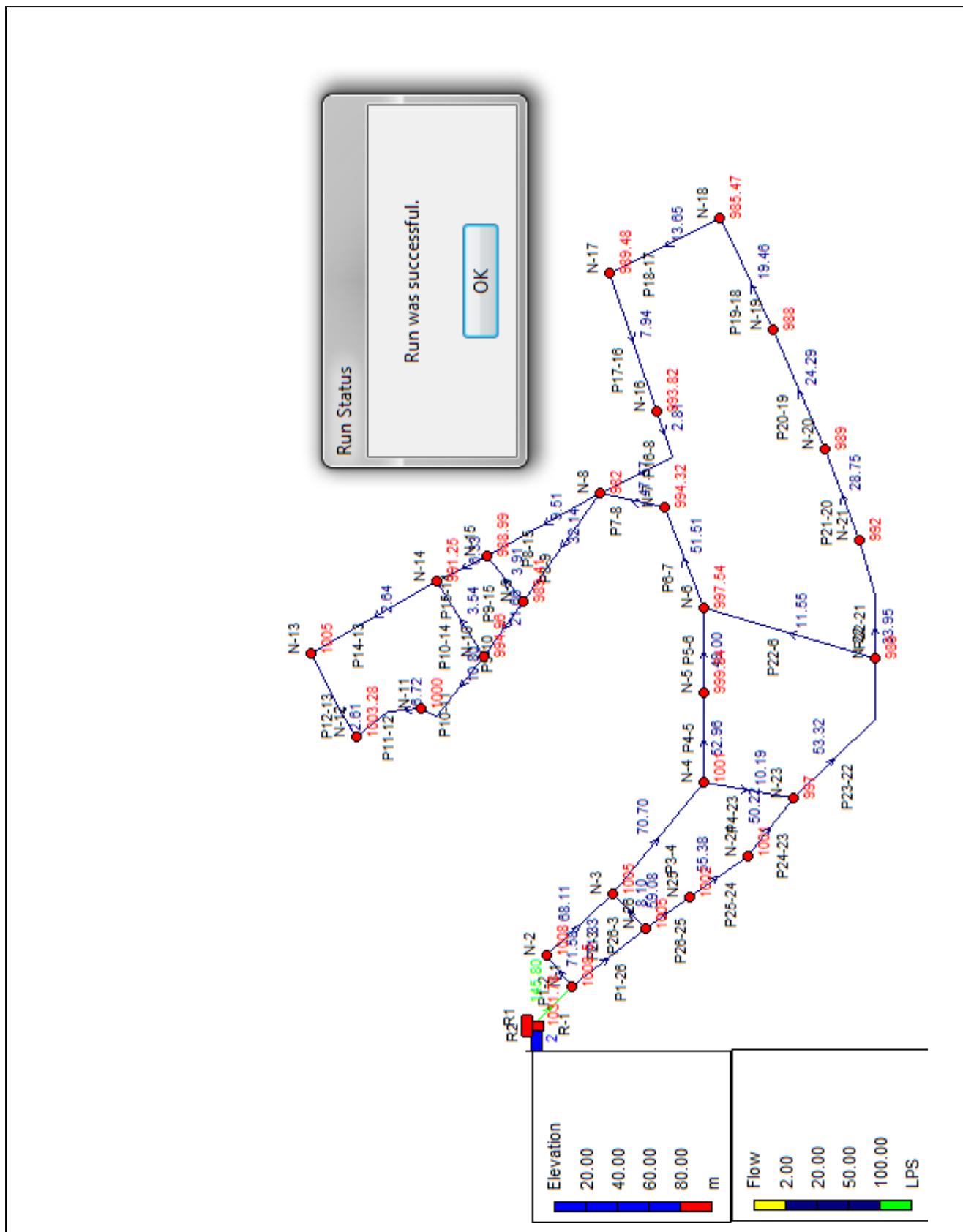
C'est la première caractéristique à saisir pour un nœud, nous avons pu déterminer ces cotes au sol en se basant sur un fichier Covadis sur lequel on a reporté les courbes de niveau du site de l'étude. L'unité est le mètre.

#### Demande de base des nœuds

Paramètre propre aux nœuds : il s'agit d'insérer la demande en eau dans chaque nœud l'unité de l'eau est l/s.

#### IV.8.7.2 Résultats de la Simulation hydraulique de Réseau

Après avoir introduit toutes les données appropriées aux nœuds et aux tronçons, l'étape suivante est la validation du modèle hydraulique, si un message d'erreur s'affiche donc il faut revoir les données d'entrée et s'en assurer, sinon la simulation sera révélée réussie et il ne reste que de changer les diamètres des tuyaux préalablement insérés pour ceux qui sont en dehors de la fourchette des vitesses et pressions.



**Figure IV.7 Schéma illustratif du résultat de la simulation Hydraulique de Réseau de distribution Nouveau Pôle.**

Les pertes de charge et les vitesses dans le réseau de distribution de Nouveau Pôle sont données par le tableau page suivant :

**Tableau IV.2 : Perte de charge et vitesse dans le réseau.**

| N°<br>Tronçon | Débit  | Vitesse | L      | P.d.c | C.T.N<br>(m) |         | Cote piézométrique<br>(m) |         |
|---------------|--------|---------|--------|-------|--------------|---------|---------------------------|---------|
|               | l/s    | m/s     | m      | m     | Amont        | Aval    | Amont                     | Amont   |
| R1-1          | 145.80 | 1.16    | 100.00 | 0.27  | 1023.00      | 1008.50 | 1031.78                   | 1031.51 |
| 1—2           | 71.58  | 0.92    | 102.50 | 0.21  | 1008.50      | 1008.00 | 1031.51                   | 1031.30 |
| 2—3           | 68.11  | 0.87    | 250.54 | 0.48  | 1008.00      | 1005.00 | 1031.30                   | 1030.83 |
| 3—4           | 70.70  | 0.91    | 221.93 | 0.45  | 1005.00      | 1001.00 | 1030.82                   | 1030.36 |
| 4—5           | 52.96  | 1.69    | 299.86 | 3.28  | 1001.00      | 999.84  | 1030.36                   | 1027.08 |
| 5—6           | 48.00  | 1.53    | 204.22 | 1.86  | 999.84       | 997.54  | 1027.08                   | 1025.21 |
| 6—7           | 51.51  | 1.05    | 277.62 | 0.97  | 997.54       | 994.32  | 1025.21                   | 1024.24 |
| 7—8           | 47.57  | 0.97    | 122.60 | 0.37  | 994.32       | 982.00  | 1024.24                   | 1023.87 |
| 8—9           | 32.14  | 1.02    | 234.96 | 1.02  | 982.00       | 989.41  | 1023.87                   | 1022.85 |
| 9—10          | 21.66  | 0.85    | 298.40 | 1.04  | 989.41       | 994.96  | 1022.85                   | 1021.80 |
| 10—11         | 10.80  | 0.70    | 269.12 | 0.88  | 994.96       | 1000.00 | 1021.80                   | 1020.92 |
| 11—12         | 6.72   | 0.71    | 145.77 | 0.64  | 1000.00      | 1003.28 | 1020.92                   | 1020.28 |
| 12—13         | 2.61   | 0.59    | 272.00 | 1.34  | 1003.28      | 1005.00 | 1020.28                   | 1018.94 |
| 8—15          | 9.51   | 1.00    | 289.97 | 2.43  | 982.00       | 988.99  | 1023.87                   | 1021.44 |
| 15—14         | 6.33   | 0.67    | 296.20 | 1.17  | 988.99       | 991.25  | 1021.84                   | 1020.27 |
| 14—13         | 2.64   | 0.60    | 262.39 | 1.32  | 991.25       | 1005.00 | 1020.27                   | 1018.95 |
| 1—26          | 71.33  | 0.92    | 191.62 | 0.40  | 1008.50      | 1005.00 | 1031.51                   | 1031.11 |
| 26—25         | 59.08  | 0.96    | 142.01 | 0.37  | 1005.00      | 1002.00 | 1031.11                   | 1030.74 |
| 25—24         | 55.38  | 0.90    | 234.16 | 0.54  | 1002.00      | 1001.00 | 1030.74                   | 1030.20 |
| 24—23         | 50.22  | 0.82    | 291.00 | 0.56  | 1001.00      | 997.00  | 1030.20                   | 1029.64 |
| 23—22         | 53.32  | 0.87    | 184.69 | 0.40  | 997.00       | 989.00  | 1029.64                   | 1029.24 |
| 22—21         | 33.95  | 0.69    | 275.35 | 0.45  | 989.00       | 992.00  | 1029.24                   | 1028.80 |
| 21—20         | 28.75  | 0.59    | 253.66 | 0.30  | 992.00       | 989.00  | 1028.80                   | 1028.49 |
| 20—19         | 24.29  | 0.61    | 200.20 | 0.29  | 989.00       | 988.00  | 1028.49                   | 1028.20 |
| 19—18         | 19.46  | 0.62    | 290.48 | 0.50  | 988.00       | 985.47  | 1028.20                   | 1027.70 |

## Suite Tableau VI.2

| N°<br>Tronçon | Débit | Vitesse | L      | P.d.c | C.T.N<br>(m) |         | Cote piézométrique<br>(m) |         |
|---------------|-------|---------|--------|-------|--------------|---------|---------------------------|---------|
|               |       |         |        |       | l/s          | m/s     | m                         | m       |
| 18—17         | 13.65 | 0.68    | 300.00 | 0.79  | 1027.70      | 1026.91 | 985.47                    | 989.48  |
| 17—16         | 7.94  | 0.84    | 280.98 | 1.68  | 1026.91      | 1025.23 | 989.48                    | 993.82  |
| 16—8          | 2.81  | 0.64    | 240.61 | 1.36  | 1025.23      | 1023.87 | 993.82                    | 982.00  |
| 10—14         | 3.54  | 0.80    | 176.87 | 1.53  | 1021.80      | 1020.27 | 994.96                    | 991.25  |
| 9—15          | 3.91  | 0.89    | 135.13 | 1.41  | 1022.85      | 1021.44 | 989.41                    | 988.99  |
| 26—3          | 8.10  | 0.66    | 088.07 | 0.29  | 1031.11      | 1030.82 | 1005.00                   | 1005.00 |
| 4—23          | 10.19 | 0.66    | 245.77 | 0.72  | 1030.36      | 1029.64 | 1001.00                   | 997.00  |
| 22—6          | 11.55 | 1.22    | 335.27 | 4.02  | 1029.24      | 1025.21 | 989.00                    | 997.54  |

On remarque que les vitesses s'échelonnent entre 0.59 (m/s) et 1.69 (m/s).

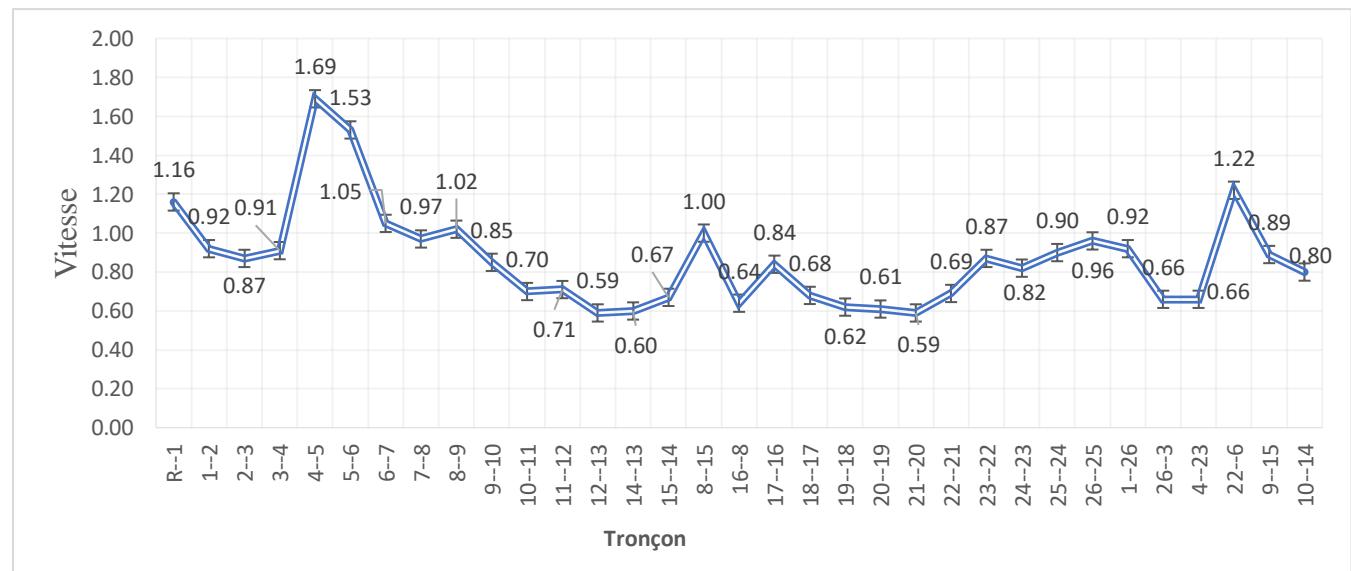


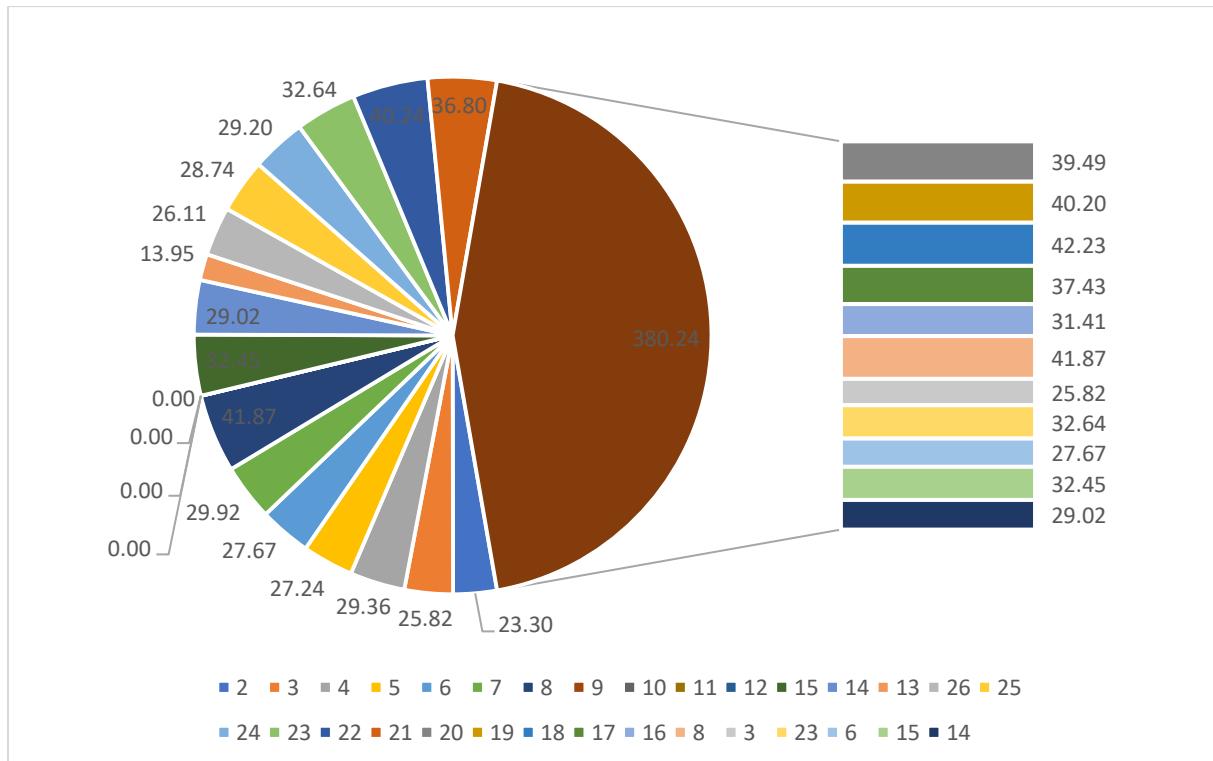
Figure IV.8 Vitesses d'écoulement dans les conduits

b) **Charges et pression dans le réseau :** les charges et les pressions sont présente ci-dessous dans le Tableau IV.3

**Tableau IV.3 : Charges et pression dans le réseau**

| N° Nœuds   | Débits | C.T. N  | Cote piézométrique | Pression |
|------------|--------|---------|--------------------|----------|
|            | l/s    | m       | m                  | m.c.e    |
| <b>N1</b>  | 2.89   | 1008.50 | 1031.51            | 23.01    |
| <b>N2</b>  | 3.47   | 1008.00 | 1031.30            | 23.30    |
| <b>N3</b>  | 5.51   | 1005.00 | 1030.82            | 25.82    |
| <b>N4</b>  | 7.55   | 1001.00 | 1030.36            | 29.36    |
| <b>N5</b>  | 4.96   | 999.84  | 1027.08            | 27.24    |
| <b>N6</b>  | 8.03   | 997.54  | 1025.21            | 27.67    |
| <b>N7</b>  | 3.94   | 994.32  | 1024.24            | 29.92    |
| <b>N8</b>  | 8.73   | 982.00  | 1023.87            | 41.82    |
| <b>N9</b>  | 6.57   | 989.41  | 1022.85            | 33.44    |
| <b>N10</b> | 7.32   | 994.96  | 1021.80            | 26.84    |
| <b>N11</b> | 4.08   | 1000.00 | 1020.92            | 20.92    |
| <b>N12</b> | 4.11   | 1003.28 | 1020.28            | 17.00    |
| <b>N13</b> | 5.25   | 1005.00 | 1018.95            | 13.95    |
| <b>N14</b> | 7.23   | 991.25  | 1020.27            | 29.02    |
| <b>N15</b> | 7.09   | 988.99  | 1021.44            | 32.45    |
| <b>N16</b> | 5.13   | 993.82  | 1025.23            | 31.41    |
| <b>N17</b> | 5.71   | 989.48  | 1026.91            | 37.43    |
| <b>N18</b> | 5.81   | 985.47  | 1027.70            | 42.23    |
| <b>N19</b> | 4.82   | 988.00  | 1028.20            | 40.20    |
| <b>N20</b> | 4.46   | 989.00  | 1028.49            | 39.49    |
| <b>N21</b> | 5.20   | 992.00  | 1028.80            | 36.80    |
| <b>N22</b> | 7.82   | 989.00  | 1029.24            | 40.24    |
| <b>N23</b> | 7.09   | 997.00  | 1029.64            | 32.64    |
| <b>N24</b> | 5.16   | 1001.00 | 1030.20            | 29.20    |
| <b>N25</b> | 3.70   | 1002.00 | 1030.74            | 28.74    |
| <b>N26</b> | 4.15   | 1005.00 | 1031.11            | 26.11    |

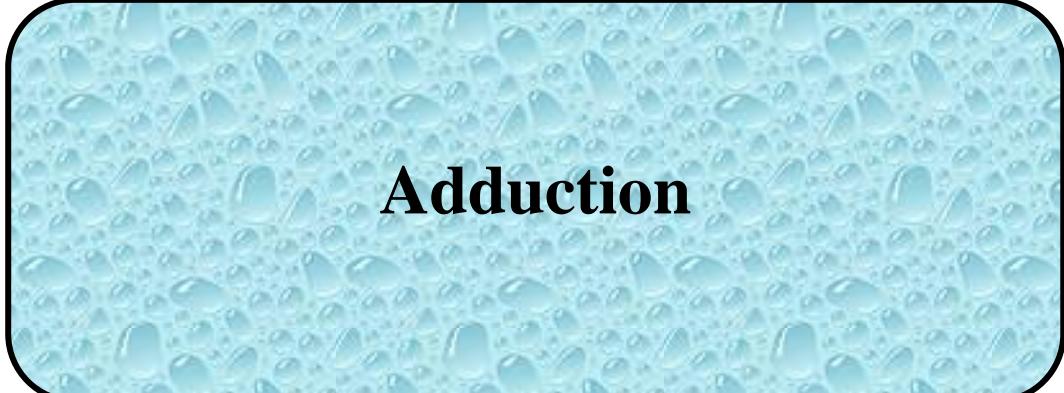
On remarque que les pressions sont entre 1.395 (bars) et 4.223(bars) donc les pressions sont acceptables.



**Figure IV.9 Répartitions de pression par Nœud**



## Chapitre V



## Adduction

## V. Circulation de l'eau dans le sol [8]

L'eau provenant des précipitations ne ruisselle pas entièrement, mais une partie s'infiltre dans les sols perméables et y forme une nappe souterraine. À l'endroit de sa formation cette nappe est libre, et elle est caractérisée par sa surface supérieure qui est en même temps sa surface piézométrique, et dont la forme est d'autant plus proche d'un plan horizontal que le sol est plus perméable, et que le débit est plus faible.

Cette eau s'écoule lentement vers un exutoire plus ou moins lointain, et, conformément à la loi de Darcy, cet écoulement déforme la surface libre de la nappe, et ce d'autant plus que la couche imperméable de base, appelée "toit" de la nappe, est plus proche. Si la surface libre de la nappe vient à couper la surface du sol, il y a formation d'une source.

### V.1 Principaux types de source [8]

#### ➤ Sources d'affleurement

Lorsque le toit imperméable de la nappe affleure lui-même le fond d'une vallée ou d'un vallon, où il rencontre généralement des alluvions, l'eau de la nappe apparaît à la surface du sol sous forme d'un chapelet de sources. On observe ces sources des deux côtés du vallon, à une hauteur presque constante ; elles sont plus fortes sur l'un des deux côtés, correspondant à l'amont de la nappe.

#### ➤ Sources de déversement

Ce type de source se rencontre dans les terrains fissurés en surface, calcaires et surtout granites. Le réseau de fissures vient rencontrer la surface du sol, avec une pente qui permet d'y conduire l'eau, qui apparaît ainsi au débouché des fissures principales. Généralement le débit de ces sources est faible, et elles peuvent facilement être taries.

#### ➤ Sources d'émergence

Lorsque le fond de la vallée n'atteint pas l'horizon imperméable. L'eau peut ressurgir de façon plus abondante, principalement si la couche perméable est formée de calcaire fissuré, lorsqu'il existe dans le terrain une cassure à trajet vertical ou pseudo-vertical. Elle forme alors dans les alluvions du fond du vallon un *trou d'eau* souvent envahi de végétation. On peut observer au fond du trou une ou plusieurs zones de débit ce dernier est localisé, souvent sur une seule fracture ; l'accès à la cassure permet de constater l'existence d'une pression de sortie.

### V.2 Captages en nappe aquifère [8]

Au lieu de capter l'eau d'une nappe aquifère aux points où elle atteint naturellement le sol, on peut aller la chercher au sein de la nappe elle-même, principalement si elle est constituée de sable et de graviers, ce qui lui assure une perméabilité suffisante, permettant ce genre de captage.

L'accès à la nappe aquifère peut s'effectuer soit verticalement, par des puits, soit suivant un trajet quasi-horizontal, par des drains, soit par une combinaison des deux procédés, en utilisant des puits à drains rayonnants.

### V.3 Captage des eaux de surface

Captage des eaux de surface pour l'alimentation répond aux mêmes principes que celui des débits relativement faibles destinés aux aménagements hydro-électriques.

La plupart du temps, les eaux ainsi captées devront être traitées ; par suite les précautions à prendre contre la pollution seront moins rigoureuses pour ce genre de captages.

On distingue essentiellement les captages en eaux courantes

- ❖ Captage en rivière.
  - Captage sur le fond.
  - Captage au milieu de la rivière.
  - Captage sur la berge.

#### V.4 Adduction :

L'adduction est le transport de l'eau depuis le point de captage, jusqu'à proximité de la zone d'utilisation. Il peut avoir lieu avant le traitement. L'adduction peut s'effectuer par un écoulement libre gravitaire sans pression, ou par un écoulement en charge, refoulement sous pression. Ou mix, l'existence de tel type d'adduction dépend de la nature de relief entre le captage et le point à desservir. [8]

L'objet de l'étude d'adduction est de parvenir à la mise en place d'un système techniquement performant et économiquement moins coûteux. Pour déterminer le diamètre le plus avantageux, il y a lieu de chercher un compromis entre deux tendances :

- Les frais d'investissement de la conduite de refoulement qui s'accroît avec le diamètre de la canalisation.
- Les frais d'exploitation de la conduite qui diminue quand le diamètre augmente suite à une diminution de la perte de charge.

#### Adduction gravitaire

On rencontre ce type d'adduction dans le cas où la source se situe à une côte supérieure à la cote piézométrique de l'ouvrage d'arrivée, elle s'effectue soit par un aqueduc grâce à la pente soit par une conduite forcée où l'écoulement se fait sous pression. [8]

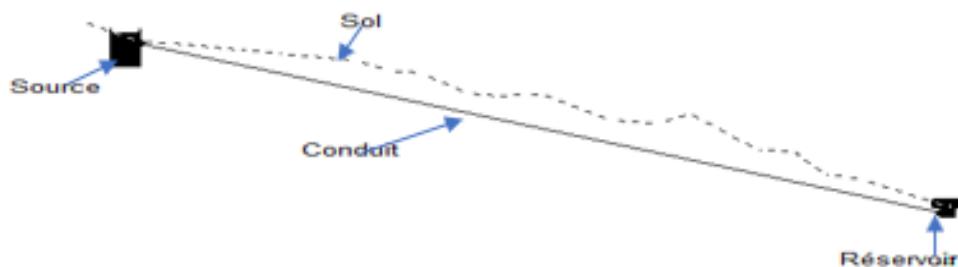


Figure V.1 Adduction gravitaire.

#### Adduction par refoulement

Dans l'adduction par refoulement, le captage se situe à un niveau inférieur à celui du réservoir d'accumulation, ce qui nécessite de fournir au fluide une énergie qui est assurée par les pompes. [8]

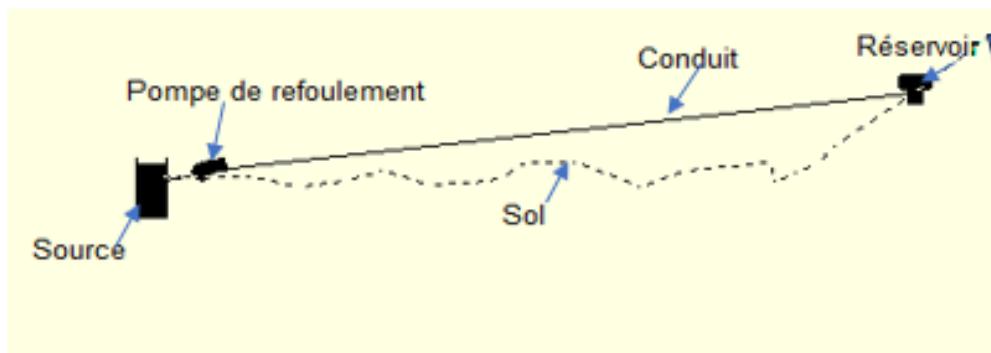


Figure V.2 Adduction par refoulement.

### Adduction mixte

C'est une combinaison des deux adductions (gravitaire et refoulement) selon la nature du terrain. [8]

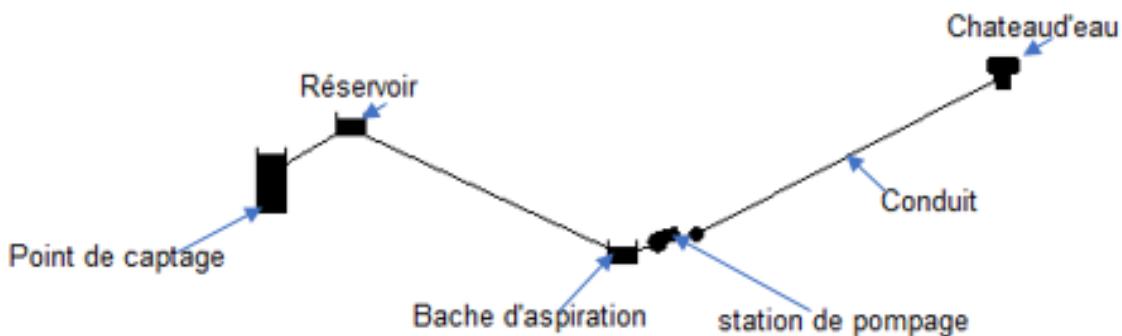


Figure V.3 Adduction Mixte.

### V.5 Condition d'établissement de la conduite :

#### V.5.1 Conditions techniques :

##### a) Tracé :

- Le tracé du réseau doit répondre aux critères suivants :
- Le tracé le plus court possible afin de réduire les frais d'investissement.
- Suivre les accotements des routes.
- Réduire les traversées de routes.
- En changement de direction, les coude doivent être exigée pour éviter les butées importantes.

##### b) Choix du type de conduite :

La disponibilité du PEHD sur le marché national a donné une préférence pour son utilisation, au détriment de l'acier et du béton.

Les conduites de refoulement sont prises en PEHD elles présentent les avantages suivants :

- Une bonne flexibilité.
- Longue durée de vie.
- Bonne résistance aux agents extérieurs.
- Facilité de pose.

### V.5.2 Conditions économique :

Pour un débit « Q » à une hauteur « H », on peut choisir n'importe quel diamètre ; mais si on adopte un grand diamètre les frais seront élevés.

En ce qui concerne l'adduction (alimentation du réservoir superficiel de 1200 m<sup>3</sup>), cette dernière sera assurée en partie du forage Djida avec un débit de 20 (l/s).

Vue le relief (Forage – Réservoir) l'adduction sera garantie à partir d'une bâche d'eau d'une capacité de 200 m<sup>3</sup>, construite juste à côté du Forage Djida.

### V.6 Détermination du diamètre de la conduite d'adduction

Pour le choix de diamètre des conduites d'adduction gravitaire des diamètres sera donnée par la formule universelle DARCY-WEISBAKH

$$D = \sqrt{\frac{k * L * Q^B}{\Delta h}} \quad \text{V.1}$$

Avec :

- Q : Le débit (m<sup>3</sup>/s).
- $\Delta h$  : La perte de charge. (Perte de charge dissipée de la conduite, tirée à partir du levé topographique).
- K : résistance par mètre linéaire.
- L : Longueur de la conduite d'amenée qui égale à 8190 m.
- B : exposant tenant compte du régime d'écoulement.
- m : exposant tenant compte du type du matériau.
- D : Le diamètre D (m).

Les coefficients K, m et  $\beta$  sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau V.1 : Coefficients K, m et  $\beta$  pour plastique

| Conduite  | K        | m     | B |
|-----------|----------|-------|---|
| Plastique | 0,001052 | 4,772 | 2 |

### V.6.1 Pertes de charge totales :

$$\Delta h_l = CTN_{add} - C_{ad} \quad \text{V.2}$$

Avec :

- $\Delta h_l$  : Perte de charge linéaire.
- $CTN_{add}$  : La côte terrain naturel de point de captage en (m).
- $C_{ad}$  : La côte adduction du réservoir.

$$\Delta h_l = 1100 - 1035.28 = 64.72 \text{ m}$$

$$\Delta h_t = 1.1 \times \Delta h_l \quad \text{V.3}$$

$$\Delta h_t = 1.1 \times 64.72 = 71.19 \text{ m}$$

### V.6.2 Calcul diamètre da la conduite d'adduction

$$D = \sqrt{\frac{k * L * Q_{j\max}^B}{\Delta h}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4.772 * 0.001052 * 8190 * \left(\frac{20}{1000}\right)^2}{71.19}}$$

$$D = 0.1246 \text{ m}$$

D'après ces valeurs, les diamètres des conduites normalisés sont : (100 - 125 - 140 - 160)

### V.6.3 Vérification des vitesses :

D'après l'équation de continuité :  $Q = V * S$

**V.4**

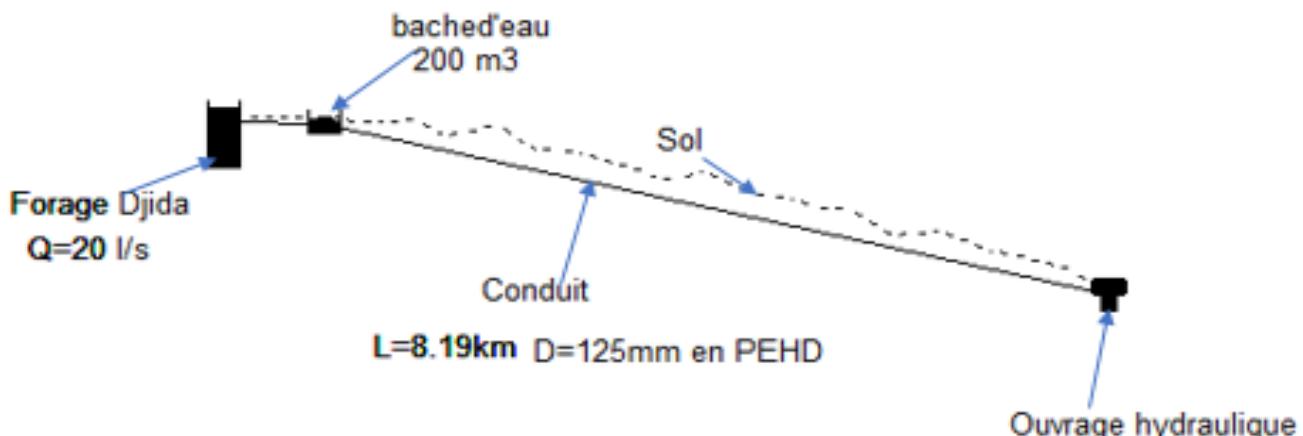
Avec :

- $Q$  : le débit à transition ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).
- $V$  : la vitesse de l'écoulement ( $\text{m}^2/\text{s}$ ).
- $D$  : diamètre de la conduite (m).
- $S$  : section de canalisation ( $\text{m}^2$ ).

**Tableau V.2 Vérification de la Vitesses d'écoulement d'eau selon le diamètre**

| Diamètre (mm) | 90   | 110  | 125         | 140  | 160  |
|---------------|------|------|-------------|------|------|
| Vitesse (m/s) | 3.15 | 2.11 | <b>1.63</b> | 1.30 | 1.00 |

**Not :** Le Nouveau Pôle d'El Hassasna sera alimenté essentiellement : Par le forage Djida l'adduction se fait gravitaire la conduite sera en PEHD de diamètre normalisé 125 mm avec une vitesse de (1.63m/s).



**Figure V.4 Schème exemple d'adduction du forage Djida vers l'ouvrage de stockage.**



## **Chapitre VI**



## **Accessoires du réseau de distribution**

## VI. Les accessoires [8]:

Les accessoires sont des équipements spéciaux. Indispensables pour le bon fonctionnement et l'efficacité de réseau soi AEP ou Assainissement.

Leur but est :

- Assurer un bon écoulement.
- Régulariser les pressions.
- Protéger les canalisations.
- Changer de direction.
- Soutirer des débits.

### VI.1 Les robinet (vanne)

L'isolation de certains tronçons du réseau lors des travaux de réparation exige des appareils placés au niveau de chaque nœud appelant vannes ces derniers permettent de contrôler les flux dans le réseau, et donc de mieux les gérer.

#### VI.1.1 Fonctions

Les fonctions à assurer par le robinet sont :

##### Réglage

Dans ce cas l'intérêt se porte essentiellement sur les positions intermédiaires de l'obturateur (entre position fermée et position ouverte).

##### Isolation

Dans ce cas deux positions de l'obturateur sont essentielles :

Position fermée (l'importance est donnée au niveau de l'étanchéité interne)

Position ouverte (l'importance est donnée à la section de passage offerte au fluide)

#### VI.1.2 Classement des robinets

Il existe plusieurs types des robinets :

##### Les robinets-vannes de sectionnement

Ce sont des appareils de sectionnement utilisés pour le cas de manœuvres lentes pour les gros diamètres. L'obturation est obtenue pour une rotation de 90° de la partie tronconique.



Figure VI .1 Robinet vanne de sectionnement [20]

### Les vannes papillons

Ce sont des vannes hautes vitesses spécialement utilisées dans les réservoirs d'eau (à la sortie), ce type de vannes se ferme sous la pression de l'eau.



Figure VI .2 Vanne à papillon [20]

### Robinet à flotteur

Situé dans les réservoirs, il permet d'arrêter ou d'activer leur alimentation, la commande est transmise par flotteur. Il sert à régler la tranche d'eau (marnage) sur laquelle on veut travailler.



Figure VI .3 Robinet à flotteur [10]

### Les vannes d'isolement

Ces vannes doivent être placées au niveau de la conduite d'arrivée (à l'entrée) et de la conduite de départ (sortie) du réservoir qui alimentant le réseau.

### Les vannes à clapet de non-retour

Ce type de vanne placée suit à celui des compteurs à sens unique d'écoulement pour éviter leur endommagement. Ces vannes dirigent l'écoulement dans un seul sens. Au niveau de réseau,

### Les vannes de réduction de pression

Elles permettent de ramener la pression à la valeur souhaitée ou de réduire la pression à une valeur pré-déterminée.

## VI.2 Les Clapets

Ils sont destinés à empêcher le retour de la circulation de fluide, et sont généralement utilisés dans les stations de pompage où ils sont souvent placés à la sortie des pompes, et entre elles et les vannes de sectionnement. Il existe plusieurs :

**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.

**Clapet anti – retour à double battant :** Permet d'éviter les coups de bâlier.

**Clapet anti – retour à bille :** Une bille libre assure la fermeture.



Figure VI .4 Clapet anti retour [20]

## VI.3 Les ventouses

Une accumulation d'air se fait aux points hauts d'une conduite. Qui provoque des perturbations, diminution de la section liquide, arrêt complet de débits, coup de bâlier.

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

**Ventouse simple :** Assure le dégazage des conduites à haute pression.



Figure VI .5 Ventouse simple [20]

**Ventouse à deux orifices** : elle est formée d'une enceinte en communication avec la conduite dans laquelle un flotteur vient obturer l'orifice calibré. Le flotteur est cylindrique ou sphérique. Il peut être couvert d'une enveloppe en caoutchouc. Ces appareils se placent au niveau des points hauts des conduites où se rassemble l'air, soit au moment du remplissage soit au cours de fonctionnement. C'est également en ces points qu'il faut faire une admission de l'air lors des vidanges.

Le choix de l'appareil dépend du mode de remplissage choisi généralement on admet un remplissage à débit réduit avoisinant 1/10 du débit nominal. La vitesse de l'eau est alors faible ce qui entraîne une surpression faible au niveau de la ventouse.

#### VI.4 Les by-pass

Le by-pass est utilisé pour :

Faciliter la manœuvre de la vanne à fermeture lente.

Remplir, à débit réduit, la conduite avant la mise en service.

Relier la conduite d'arrivée à la conduite de départ du réservoir.

#### VI.5 Régulateurs de pression amont

Cet appareil est principalement destiné à maintenir une pression adéquate dans les conduites.



Figure VI .6 Réducteur de pression [10]

#### VI.6 Pièces spéciales de raccord

Les organes de raccordement sont nécessaires pour :

L'introduction dans la conduite d'un débit supplémentaire ou son soutirage.

Le changement de diamètre de la conduite.

La déviation d'une partie d'écoulement.

Le montage et le démontage des accessoires.

Le changement de direction de la conduite.

#### Coudes

Les coudes sont des accessoires utiles surtout pour les réseaux maillés et ramifié, lorsque la conduite change de direction.

On y distingue des coudes à deux emboitements ou bien à emboîtement et à bout lisse :

Les deux types de coude se présentent avec un angle  $\alpha$  de :  $\frac{1}{4}(90^\circ)$ ,  $\frac{1}{8}(45^\circ)$ ,  $\frac{1}{16}(22^\circ 30')$ ,  $\frac{1}{32}(11^\circ 15')$ .

### Les joints

Les longueurs de tuyaux sont assemblées par des joints non verrouillés, verrouillés ou à brides. Les joints 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 (verrouillé ou non).

Le joint standard (verrouillé ou non).

Les joints automatiques verrouillés.

Le joint à brides (fixe ou orientable).

Les joints modernes sont verrouillés grâce à des bagues de joint en élastomère comportant des inserts métalliques. De même, le joint proprement dit, qui se place entre les brides, est actuellement en élastomère garni d'inserts métalliques pour éviter le fluage à la compression lors du serrage.

### 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 emboitements.

Les cônes à deux brides.

Les cônes à emboitement et brides.

### 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 emboitements, soit à deux emboitement et brides.

## VI.7 Les organes de mesures

### VI.7.1 Mesures de débit

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

Pour mesurer un débit à partir d'une différence de pression, on doit étrangler la conduite pour provoquer une chute de pression. Le fluide devant s'écouler par un passage plus étroit, la pression en amont du rétrécissement sera plus élevée qu'en aval. Cette baisse de pression augmente la vitesse du fluide puisqu'une même quantité de matière s'écoule en aval et en amont de l'étranglement. La vitesse varie en fonction du débit, donc un débit plus élevé amènera une plus grande différence de pression en amont et en aval de l'étranglement. Ainsi, que mesurant une différence de pression (ou pression différentielle) de part, et d'autre part de l'étranglement déterminer le débit.

Les appareils les plus utilisés au niveau des installations sont :

Le diaphragme.

Le venturi.

La tuyère.

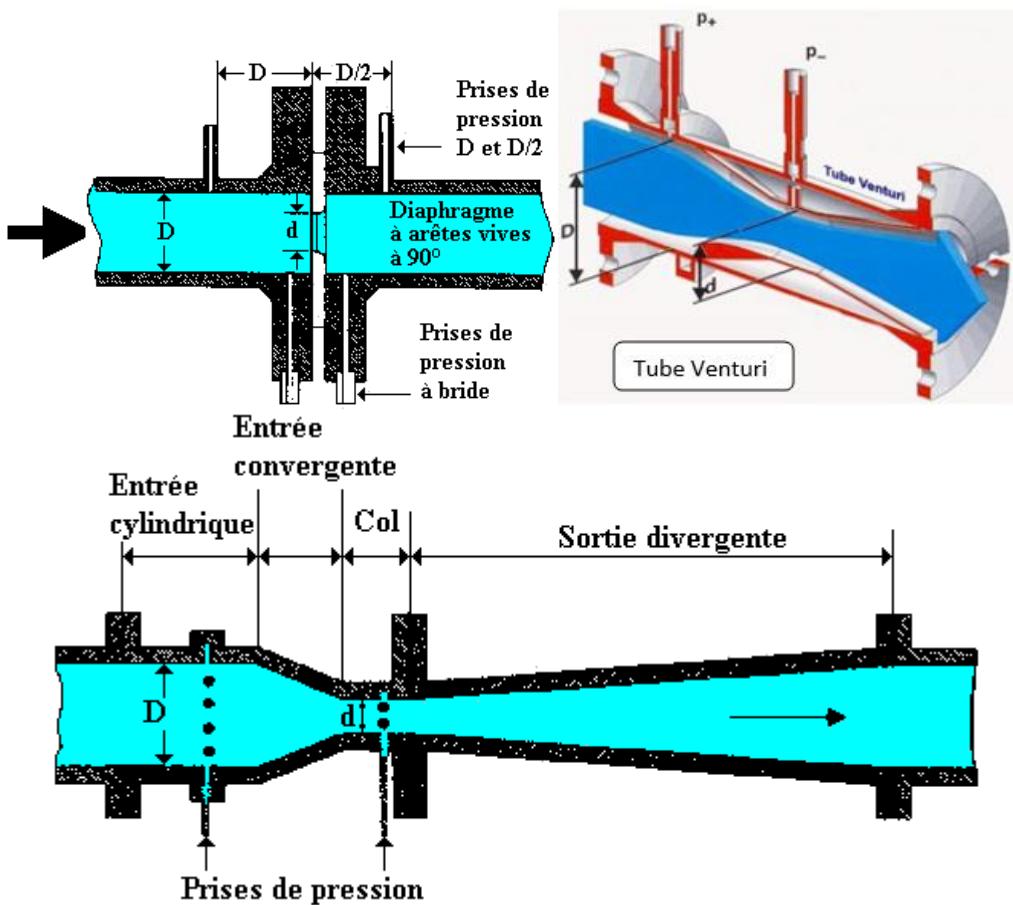


Figure VI .7 Les différents types de débitmètres [8]

### VI.7.2 Mesure de pression

Les appareils les plus utilisés en grande installation sont :

Les manomètres à aiguilles.

Les manomètres à soufflé.

### VI.8 Les bouches et les poteau d'incendie

Ils permettent de fournir aux pompiers l'eau dont ils ont besoin pour combattre les incendies. Elles sont reliées aux conduites du réseau par des conduites de raccordement dotées d'une vanne d'isolement. Le débit véhiculé est au minimum 17 l/s aux points où la pression de service est au moins de 10 m.

Ce dernier sera installé en bordure des trottoirs et répartis suivant l'importance du risque imprévu.

**Note :** Pour garantir le bon fonctionnement d'un réseau AEP il est nécessaire de présenter les accessoires utilisés pour établir un réseau d'eau potable. Notons la nécessité que les travaux doivent être effectuée par des personnes qualifiée et compétent.



## **Chapitre VII**



**Pose de canalisation et  
organisation de chantier**

## VII Rôle de canalisation :

Une canalisation a pour rôle de transporter un débit souhaiter en résistant aux éventuelles Comme : la surpression, la dépression, le poids de l'eau, celui du terrain ainsi que les charges roulantes. En principe pour permettre un écoulement naturel des eaux d'infiltration, la pose de canalisation est réalisée à partir des points hauts. Si la canalisation est posée en tranchée, celle-ci doit d'être suffisamment large (à partie de 70 cm), de façon à permettre l'accès aux ouvriers pour effectuer le travail. [10]

### VII.1 Pose de Canalisation :

La pose de la conduite doit être réalisée minutieusement en tenant compte de certains impératifs lors de l'aménagement de la fouille et de la pose. Avant chaque réalisation d'un projet d'alimentation en eau potable, il est nécessaire de définir l'ensemble de ces composantes afin d'assurer la protection, la stabilité et la durabilité de la conduite. [10]

#### VII.1.1- Exécution et aménagement de la tranchée :

Lors de l'exécution d'une tranchée, on doit tenir compte des certaines normes :

- La section de la tranchée dépend de la largeur et de la profondeur.
- La largeur est en fonction du diamètre de la conduite et de la nature du sol.
- Un espacement de 30 cm est prévu de part et d'autre de la conduite.
- La profondeur doit être suffisante pour assurer la protection de la conduite contre les efforts de surcharges et de la variation de la température, on prévoit une profondeur minimale de 0,8 m jusqu'à la génératrice supérieure de la conduite ;
- Le fond de la fouille doit être purgé des pierres qui pourraient s'y trouver, et convenablement dressé ; après quoi, il sera recouvert d'un lit de pose de 10 à 15 cm ;
- Le remblayage de la conduite est exécuté de façon à ne causer aucun dommage aux tubes.

Pour obtenir un bon remblai, on utilise une terre dépourvue de pierre très fortement damée par petites couches jusqu'à 30 cm au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite ;

- En terrain agressif, on cherche une homogénéisation du sol par utilisation d'un remblai inerte, bien drainé au contact du métal pour atténuer le phénomène de corrosion. [10]

A : Remblai supérieur  
 B : Remblai de protection  
 C : Assise  
 D : Lit de pose  
 E : Hauteur de couverture  
 F : Enrobage  
 G : Appui

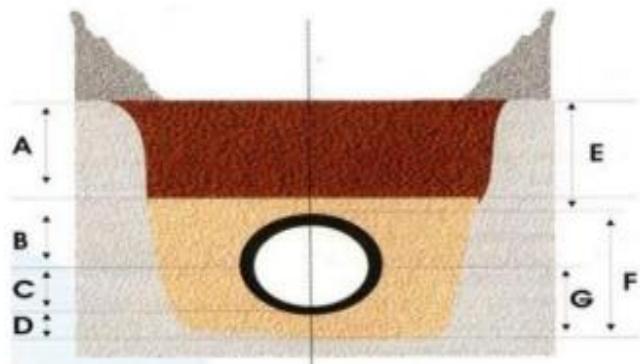


Figure VII.1 Pose et la protection de la conduite en tranchée. [10]

**Tableau VII-1 : Les différents matériaux [13]**

| Couche                | Matériau             | Hauteur de remblai          |
|-----------------------|----------------------|-----------------------------|
| Lit de pose           | Sable 0.1 à 5 mm     | Couche d'au moins 10 cm     |
| Assise                | Sable 0.1 à 5 mm     | Jusqu'à hauteur axe du tube |
| Remblai de protection | Sable 0.1 à 5 mm     | 10 cm au-dessus du tube     |
| Remblai supérieur     | Réutilisation déblai | Jusqu'à la surface          |

**VII.1.2 Conseils de pose de canalisation [13]**

- Choix du matériel adéquat
- Respect du produit pendant sa manutention et sa pose.
- La qualité de la mise en œuvre fera la performance du réseau.
- Tube bien traité, assurance de longévité et de pérennité du réseau
- Formation des opérateurs

**VII.1.3 Conditionnement et stockage [10]**

- **Stockage**
  - Éviter le contact direct des tubes avec le sol.
  - Débarrasser l'aire de stockage de toutes pierres ou objets pouvant endommager le tube.
  - Mettre à l'abri du soleil, en cas de stockage prolongé
- **Manutention**
  - Utiliser des sangles en nylon.

**VII.1.4 Mis en œuvre [13]****Fond de fouille**

- Le fond de la fouille doit être propre, sans pierres ou point dur.
- Mettre en place le tube sur un lit de sable (ne pas utiliser de matériaux concassés)

**VII.1.5 Réparation**

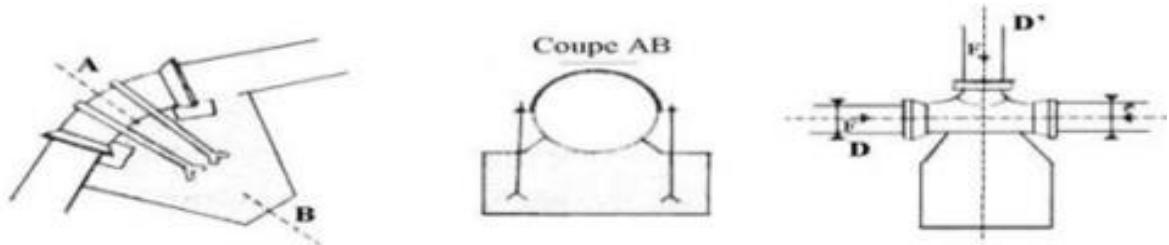
En cas de détérioration accidentelle de la canalisation, les réparations peuvent être réalisées :

- Par manchons coulissants électro soudables.
- Par raccords mécanique

### VII.1.6 Stabilisation des conduites : [11]

Pour résister aux poussées dues à la pression de l'eau dans les coudes, les cônes, les tés et les extrémités, il y a lieu d'aménager des butées en massif de béton.

- Butée sur coude horizontal.
- Butée sur coude vertical.
- Butée sur branchement.
- Butée sur un cône.



Figures VII.2 Buté sur Coude horizontal [8]

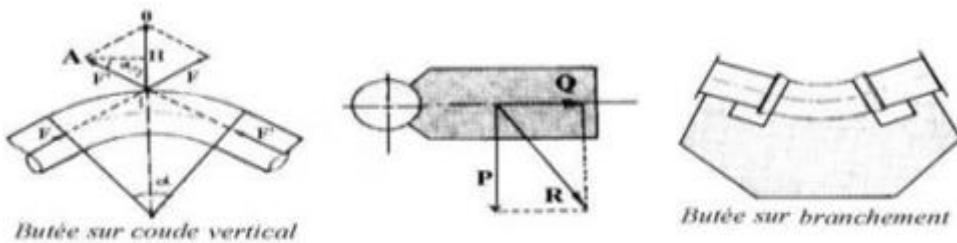


Figure VII.3 Butée sur coude vertical et Butée sur branchement [10]

### VII.2 Différents types de pose de conduites [10]

Le choix du type de pose des conduites s'effectue en fonction de la topographie du notre terrain et les différents types rencontrés sont :

- La pose en terre ordinaire.
- La pose en mauvais terrains.
- La pose en galerie.
- La pose en pentes.
- La pose des conduites pour les traversées des routes et voies ferrées.
- La pose à proximité d'une conduite d'assainissement.
- La pose sans tranchée ouverte.
- Le passage des ponts.

### VII.2.1 Pose de canalisation dans un terrain ordinaire [13]

La pose de canalisation, dans notre projet est ordinaire vu que le sol de l'agglomération ne présente pas d'anomalie ou d'obstacle (pas de rivière ...etc.). Dans ce terrain la canalisation est posée dans une tranchée ayant une largeur minimale de 60 cm et de profondeur de telle façon à recevoir le lit de pose, la conduite et l'épaisseur du remblai en minimum de 80cm. fond de la tranchée est tapissé d'une couche de sable d'au moins 10-20 cm d'épaisseur, destinée à former un matelas souple sous le tuyau. Avant l'excavation, on passe au triage du lit. Le remblaiement doit être fait par couche de 20 à 30 cm exemptes de pierres et bien pilonné, et sera par la suite achevé avec les engins.

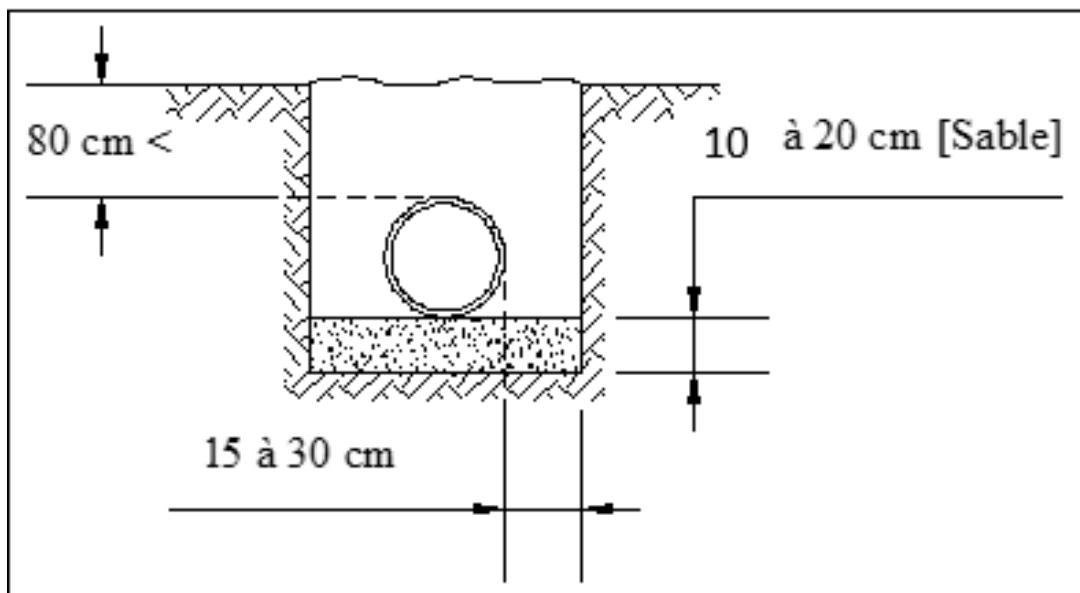
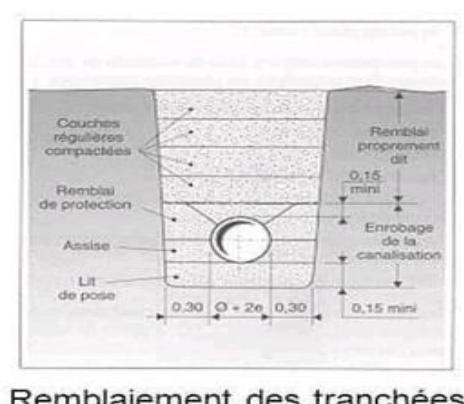


Figure VII.4 Pose de conduite dans un terrain ordinaire.



Remblaiement des tranchées



Ouverture de tranchée en site urbain

Figure VII.5 Fouilles [13]

### VII.2.2 Pose de canalisation dans un mauvais terrain [10]

Si le terrain est de mauvaise qualité on peut envisager quelques solutions :

#### 1/ Cas d'un terrain peu consistant :

Pour éviter tout mouvement de la canalisation, celle-ci doit être posée sur une semelle, en béton armé. La semelle peut être continue ou non en fonction de la nature du sol.

#### 2/ Cas d'un terrain mouillé :

Il est convenu dans la tranchée un moyen pour le drainage (conduite par exemple) couvert d'un lit de gravier de gros diamètre par la suite un lit en béton sur lequel repose la canalisation.

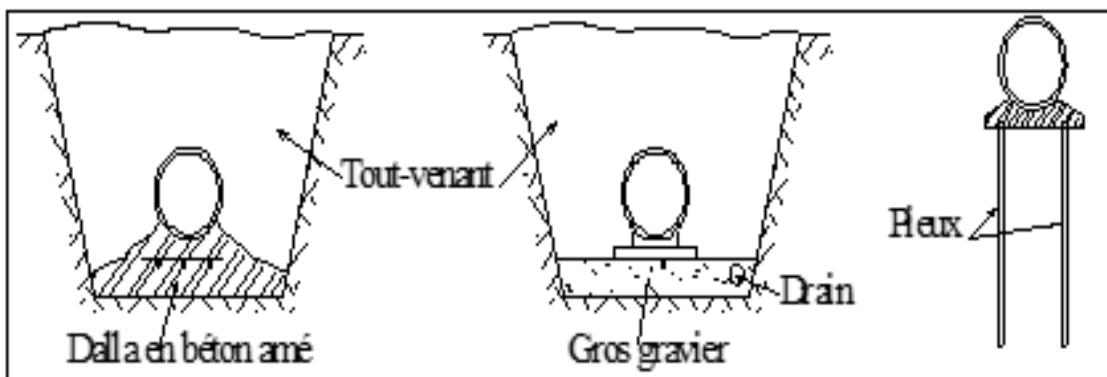


Figure VII.6 Pose de canalisation dans un mauvais terrain [8]

### VII.2.3 Pose de canalisation en galerie [10]

Dans certains cas le tracé de la canalisation peut rencontrer des obstacles qui nous obligent à placer la conduite en galerie.

Les conduites de diamètre important (sauf aqueducs) doivent être placées sur des madriers (bois de chêne) et calées de part et d'autre pour éviter leur mouvement.

Les canalisations de petit diamètre peuvent être placées dans un fourreau de diamètre supérieur et reposant sur des tasseaux en béton. Les robinets vannes sont placés des deux côtés de la route.

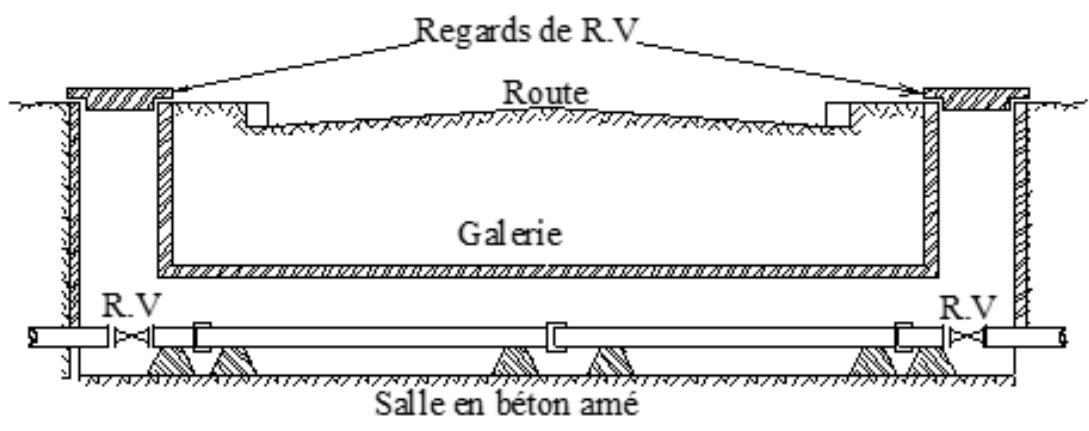


Figure VII.7 Pose de canalisation en galerie [8]

#### VII.2.4 Traversée de route :

En raison des charges supportées, qui peuvent causer des ruptures et par conséquent des infiltrations nuisibles à la conduite comme à la route, la pose des conduites s'effectuera dans une gaine (buse en acier de diamètre supérieur dans laquelle la conduite est introduite).

Pour protéger la canalisation des chocs et Vibrations, et évacuer les fuites éventuelles hors de la chaussée. [10]

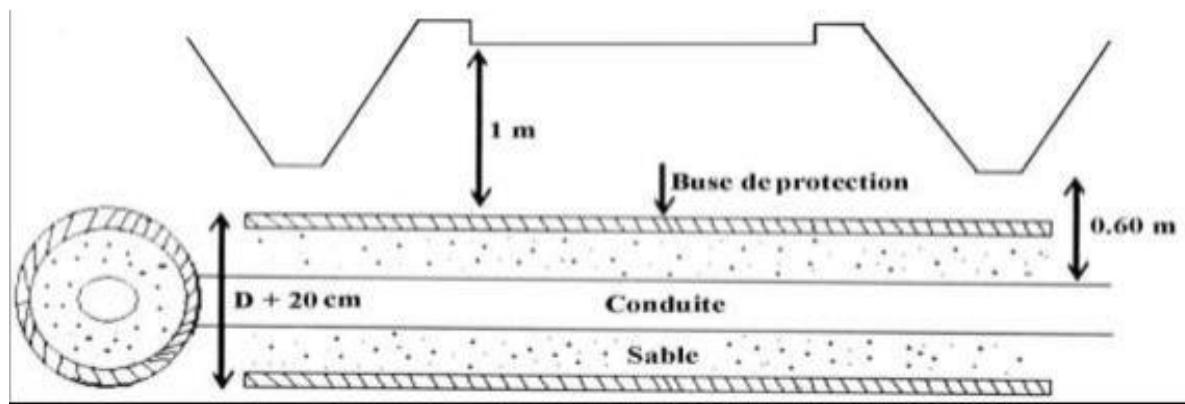


Figure VII.8 Protection spéciale pour la traversée de route [8]

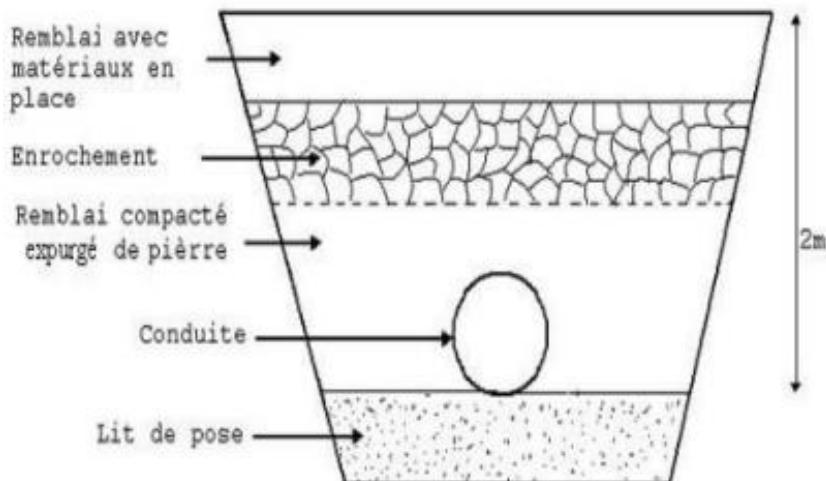
#### VII.2.5 Traversées d'oueds :

Le risque auquel est exposée une conduite en traversée sous le lit d'un oued est son découvre ment, à la suite duquel se trouverait soumise aux contraintes dues à l'écoulement (efforts hydrauliques et chocs causés par transports solides). Deux causes principales peuvent être identifiées :

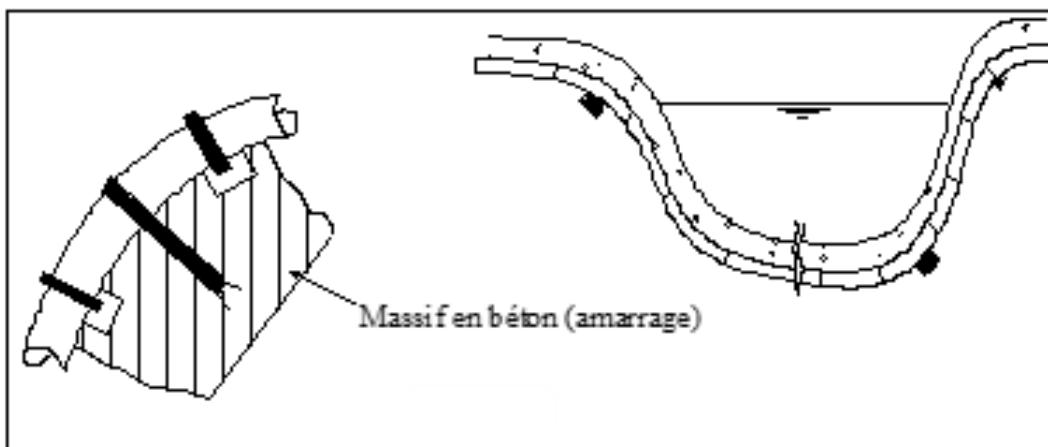
- Approfondissement du lit par érosion,
- Déplacement latéral du lit.

Pour ces traversées, il prévu un calage de la conduite tel que la génératrice supérieure se trouve à 2m sous point le plus bas du lit de l'oued. Le remblaiement de la fouille sera réalisé avec les matériaux en place.

En conséquence, la conduite traversant en tranchée un talweg doit être protégée à sa partie aval chaque fois qu'il s'avère nécessaire ; par un gabion longitudinal enterré jusqu'au ras du sol. Les canalisations seront noyées dans une longrine protectrice en béton ou mise sous gaines de protection en acier. [8]



**Figure VII.9 Traversée d'oued [10]**



**Figure VII.10 Traversée de la rivière par canalisation [8]**

### VII.2.6 Pose en élévation :

Lors de la traversée des terrains très accidentés ou de dépression, la conduite reposera sur des tasseaux en béton dans lesquels des têtes de pieux seront noyées jusqu'au bon sol. Les tasseaux peuvent être au nombre de deux par tuyau ou d'un. [8]

### VII.3 Réalisation des fouilles [8]

#### VII.3.1 Excavation des tranchées

Selon les caractéristiques du terrain l'excavation sera réalisée mécaniquement. La profondeur minimale de la tranchée à excaver est de 1m pour :

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

### VII.3.2 Largeur de la tranchée [10]

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

Elle est donnée par la formule suivante :

$$\text{Si } \text{DN} \leq 400 : \quad \mathbf{b = D + (2 \times 0.3)}$$

$$\text{Si } \text{DN} \geq 400 : \quad \mathbf{b = D + (2 \times 0.5)}$$

**b** : largeur de la tranchée (**m**).

**D** : diamètre de la tranchée (**m**).

### VII.3.3 La profondeur de tranchée ( $H_{tr}$ ) [13]

Elle est déterminée de façon qu'une distance suffisante soit ménagée au-dessus de la génératrice supérieure du tuyau pour assurer la protection de la conduite contre les dégâts qui pourraient être causes par le gel, et ceux d'écrasement sous l'effet de charges et surcharges. Cette distance varie généralement de 0.8 à 1.2 m.

### VII.3.4 Lit de pose [8]

Lit de sable a pour fonction première d'assurer une répartition uniforme des charges sur la zone d'appui recouvert de 0.1 m à 0.2 m. il y a donc lieu de poser les tuyaux de manière à ce qu'il n'y ait pas appui linéaire ponctuel. Avant la pose de la conduite on procède aux opérations suivantes :

- Éliminer les grosses pierres sur les talus de la tranchée.
- Respecter les côtes du profil en long.
- Niveler soigneusement le fond de la tranchée.
- Établir une suite le fond de la fouille en confectionnant un lit de sable.

### VII.3.5 Remblaiement

Le remblayage des tranchées comporte en général deux phases principales : [10]

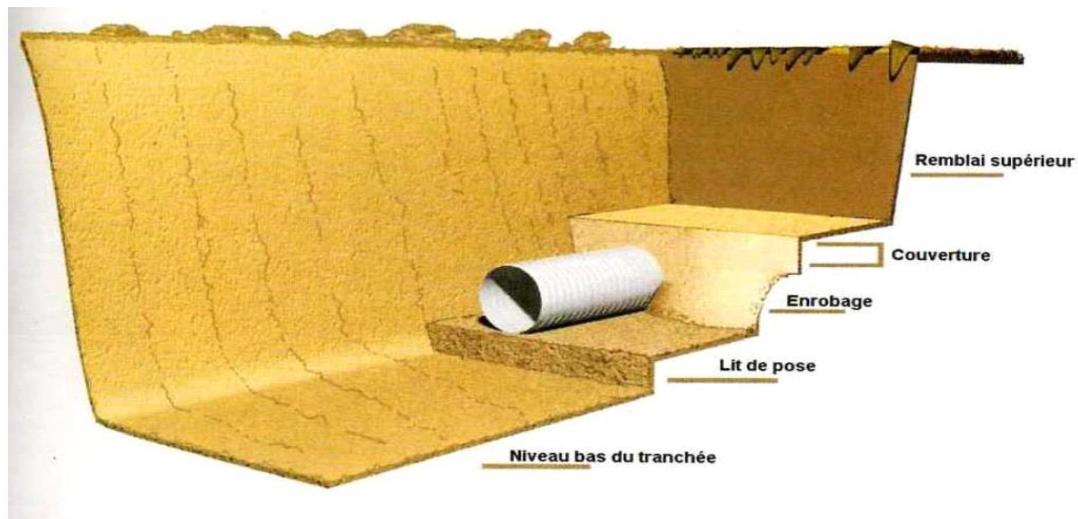
#### VII.3.5.1 Le remblai d'enrobage [10]

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.

### VII.3.5.2 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 impropre comme dans le cas de 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 urbain 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. [10]



Figures VII.11 Schéma du remblai d'une tranchée. [10]

## VII.4 Organisation de chantier

### VII.4.1 Travaux concernant le réseau de distribution [10]

Les tâches constituant les travaux à faire pour la mise en place du réseau de distribution sont

**VII.4.1.1 Exécution des tranchées** C'est une opération de terrassement (déblais) qui consiste à faire des excavations. Ces excavations seront faites par une pelle hydraulique et le déblai sera posé sur un côté de la tranchée, l'autre côté étant réservé au bardage des conduites. Lorsqu'on creuse le sol avec une pelleteuse, leur volume enlevé va augmenter. C'est le foisonnement.

**VII.4.1.2 Construction des regards** Les regards constituent l'abri de certains accessoires du réseau comme les vannes, ils sont conçus en béton armé.

**VII.4.1.3 Pose du lit de sable** Cette opération consiste à poser un lit de sable au fond de la tranchée, ce lit aura une épaisseur de 15cm dans notre cas.

**VII.4.1.4 Pose des conduites** Après avoir mis en place le lit de sable, on procède à la pose des canalisations.

**VII.4.1.5 Remblayage des tranchées** C'est une opération de terrassement qui consiste à enterrer la conduite, en utilisant le remblai résultant de l'excavation.

## **VII.5 Implantation du tracé des tranchées sur le terrain**

**VII.5.1 Matérialisation** : On matérialise l'axe de la tranchée sur le terrain avec des jalons placés en ligne droite et espacée de 50 m. On effectue ce travail en mesurant sur le plan leurs distances par des repères fixés ou des bornes.

**VII.5.2 Le niveling** : Le niveling est la mesure des différences d'altitudes entre deux ou plusieurs points situés sur une pente uniforme. Lorsque le terrain comporte des obstacles limitant les visées, on procède au niveling par cheminement et par simple calcul ; on détermine la hauteur de chaque point ainsi que la profondeur de la tranchée dans ce point. [10]

## **VII.6 Mise en eau et épreuve :**

La mise en eau doit être progressive à partir d'un point bas en vérifiant que l'air s'évacue par les ventouses. Pour les tuyaux à revêtement intérieur poreux, une mise en pression préalable supérieure à 15 minutes est nécessaire pour imbiber le matériau. On applique ensuite la pression d'épreuve pendant 30 minutes, la diminution de pression constatée à l'issue de cette période ne doit pas être inférieure à 20 KPa. La pression d'épreuve appliquée actuellement est égale à la pression de service augmentée de 50%, définie comme la

« Pression Maximale de fonctionnement de la Zone de pression comprenant le coup de bâlier et tenant compte de développement futurs ».

La pression d'épreuve est maintenue pendant 30 minutes en pompant par moment pour l'ajuster, puis ramenée à 3 (Mpa) à l'aide d'une vanne de purge. L'essai est satisfaisant si la pression dans la conduite remonte sans intervention de l'opérateur. [13]

## **VII.7 La stérilisation des conduites neuves avant la mise en service :**

Une fois les travaux d'installation des conduites sont achevés, il y'a lieu de procéder à une désinfection de tout le réseau.

## **VII.8 Calcul des volumes des travaux**

### **VII.8.1 Calcul du volume du déblai du réseau**

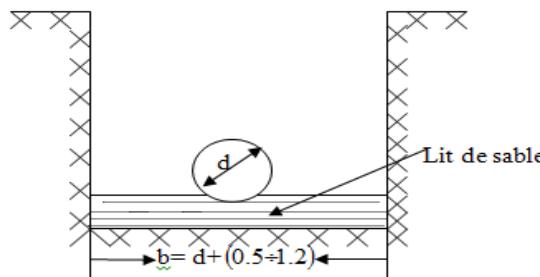
Selon les caractéristiques du terrain, l'excavation sera réalisée mécaniquement. La profondeur minimale de la tranchée à excaver atteint 1 m pour les raisons suivantes :

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

La largeur de la tranchée doit être d'une façon qu'un homme puisse travailler sans difficulté, et elle est augmentée au diamètre des conduites à mettre en place.

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

- Profondeur de la tranchée 'H<sub>tr</sub>'
- Largeur de la tranchée 'b'
- Coefficient de foisonnement qui dépend de la nature du sol 'Cf'



**Figures VII.12 Schéma d'une tranchée. [8]**

### VII.8.2 la profondeur (H<sub>tr</sub>)

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

Elle est donnée par la relation suivante :

$$H_{tr} = D + h + h_l \quad \text{VII-1}$$

H<sub>tr</sub> : profondeur de la tranchée (m).

D : diamètre de la conduite (m).

h : hauteur de la génératrice supérieure de la conduite à la surface du sol.

On prend : h=1m.

h<sub>l</sub> : épaisseur du lit de pose h<sub>l</sub> = 0,15 m.

$$\text{D'où : } H_{tr} = 1,15 + D \text{ (m)}$$

**VII -2**

### VII.8.3 Largeur de la tranchée

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

$$b = D + 0,6 \text{ m} \quad \text{VII.3}$$

Avec : b : largeur de la tranchée (m).

D : diamètre de la conduite (m).

**Tableau VII.2 : Calcul volume du déblai du réseau. ( $V_{exc}=L*b*Htr$ )**

| L (m)  | D (mm) | b (m) | Htr (m) | SD (m <sup>2</sup> ) | VD (m <sup>3</sup> ) | Cf*VD (m <sup>3</sup> ) |
|--------|--------|-------|---------|----------------------|----------------------|-------------------------|
| 102.50 | 315.00 | 0.92  | 1.47    | 1.34                 | 137.40               | 195.11                  |
| 300.00 | 160.00 | 0.76  | 1.31    | 1.00                 | 298.68               | 424.13                  |
| 272.00 | 75.00  | 0.68  | 1.23    | 0.83                 | 224.91               | 319.37                  |
| 100.00 | 400.00 | 1.00  | 1.55    | 1.55                 | 155.00               | 220.10                  |
| 135.13 | 75.00  | 0.68  | 1.23    | 0.83                 | 111.74               | 158.66                  |
| 176.87 | 75.00  | 0.68  | 1.23    | 0.83                 | 146.25               | 207.67                  |
| 335.27 | 110.00 | 0.71  | 1.26    | 0.89                 | 299.93               | 425.90                  |
| 88.07  | 125.00 | 0.73  | 1.28    | 0.92                 | 81.41                | 115.60                  |
| 245.77 | 140.00 | 0.74  | 1.29    | 0.95                 | 234.61               | 333.15                  |
| 250.54 | 315.00 | 0.92  | 1.47    | 1.34                 | 335.84               | 476.90                  |
| 221.93 | 315.00 | 0.92  | 1.47    | 1.34                 | 297.49               | 422.44                  |
| 299.86 | 200.00 | 0.80  | 1.35    | 1.08                 | 323.85               | 459.87                  |
| 204.22 | 200.00 | 0.80  | 1.35    | 1.08                 | 220.56               | 313.19                  |
| 277.62 | 250.00 | 0.85  | 1.40    | 1.19                 | 330.37               | 469.12                  |
| 122.60 | 250.00 | 0.85  | 1.40    | 1.19                 | 145.89               | 207.17                  |
| 234.96 | 200.00 | 0.80  | 1.35    | 1.08                 | 253.76               | 360.33                  |
| 298.40 | 180.00 | 0.78  | 1.33    | 1.04                 | 309.56               | 439.58                  |
| 269.12 | 140.00 | 0.74  | 1.29    | 0.95                 | 256.90               | 364.80                  |
| 145.77 | 110.00 | 0.71  | 1.26    | 0.89                 | 130.41               | 185.18                  |
| 262.39 | 75.00  | 0.68  | 1.23    | 0.83                 | 216.96               | 308.09                  |
| 296.20 | 110.00 | 0.71  | 1.26    | 0.89                 | 264.98               | 376.27                  |
| 289.97 | 110.00 | 0.71  | 1.26    | 0.89                 | 259.41               | 368.36                  |
| 240.61 | 75.00  | 0.68  | 1.23    | 0.83                 | 198.95               | 282.52                  |
| 280.98 | 110.00 | 0.71  | 1.26    | 0.89                 | 251.36               | 356.94                  |
| 191.62 | 315.00 | 0.92  | 1.47    | 1.34                 | 256.86               | 364.74                  |
| 142.01 | 280    | 0.88  | 1.43    | 1.26                 | 178.71               | 253.76                  |
| 234.16 | 280    | 0.88  | 1.43    | 1.26                 | 294.67               | 418.43                  |
| 291    | 280    | 0.88  | 1.43    | 1.26                 | 366.19               | 520.00                  |
| 184.69 | 280    | 0.88  | 1.43    | 1.26                 | 232.41               | 330.03                  |

**Suite Tableau VII.2**

|        |     |      |      |      |                |          |
|--------|-----|------|------|------|----------------|----------|
| 275.35 | 250 | 0.85 | 1.40 | 1.19 | 327.67         | 465.29   |
| 253.66 | 250 | 0.85 | 1.40 | 1.19 | 301.86         | 428.63   |
| 200.2  | 225 | 0.83 | 1.38 | 1.13 | 227.10         | 322.48   |
| 290.48 | 200 | 0.80 | 1.35 | 1.08 | 313.72         | 445.48   |
| Total  |     |      |      |      | <b>7985.41</b> | 11339.28 |

**VII.8.4 Lit de sable**

Le volume du lit de sable est calculé par :

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

**VII.4**

$V_s$  : volume du lit de sable (m<sup>3</sup>).

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

$L$  : longueur de la tranchée (m).

$B$  : Largeur de la tranchée (m).

Les résultats de calcul du volume du lit de sable figurent dans le tableau VII-3

**Tableau VII.3 Calcul volume du lit de sable.**

| L (m)  | D (mm) | b (m) | e(m) | V (m3) |
|--------|--------|-------|------|--------|
| 102.50 | 315.00 | 0.92  | 0.15 | 14.07  |
| 300.00 | 160.00 | 0.76  | 0.15 | 34.20  |
| 272.00 | 75.00  | 0.68  | 0.15 | 27.54  |
| 100.00 | 400.00 | 1.00  | 0.15 | 15.00  |
| 135.13 | 75.00  | 0.68  | 0.15 | 13.68  |
| 176.87 | 75.00  | 0.68  | 0.15 | 17.91  |
| 335.27 | 110.00 | 0.71  | 0.15 | 35.71  |
| 88.07  | 125.00 | 0.73  | 0.15 | 9.58   |
| 245.77 | 140.00 | 0.74  | 0.15 | 27.28  |
| 250.54 | 315.00 | 0.92  | 0.15 | 34.39  |
| 221.93 | 315.00 | 0.92  | 0.15 | 30.46  |
| 299.86 | 200.00 | 0.80  | 0.15 | 35.98  |
| 204.22 | 200.00 | 0.80  | 0.15 | 24.51  |
| 277.62 | 250.00 | 0.85  | 0.15 | 35.40  |

**Suite Tableau VII.3**

|        |        |      |      |        |
|--------|--------|------|------|--------|
| 122.60 | 250.00 | 0.85 | 0.15 | 15.63  |
| 234.96 | 200.00 | 0.80 | 0.15 | 28.20  |
| 298.40 | 180.00 | 0.78 | 0.15 | 34.91  |
| 269.12 | 140.00 | 0.74 | 0.15 | 29.87  |
| 145.77 | 110.00 | 0.71 | 0.15 | 15.52  |
| 262.39 | 75.00  | 0.68 | 0.15 | 26.57  |
| 296.20 | 110.00 | 0.71 | 0.15 | 31.55  |
| 289.97 | 110.00 | 0.71 | 0.15 | 30.88  |
| 240.61 | 75.00  | 0.68 | 0.15 | 24.36  |
| 280.98 | 110.00 | 0.71 | 0.15 | 29.92  |
| 191.62 | 315.00 | 0.92 | 0.15 | 26.30  |
| 142.01 | 280    | 0.88 | 0.15 | 18.75  |
| 234.16 | 280    | 0.88 | 0.15 | 30.91  |
| 291    | 280    | 0.88 | 0.15 | 38.41  |
| 184.69 | 280    | 0.88 | 0.15 | 24.38  |
| 275.35 | 250    | 0.85 | 0.15 | 35.11  |
| 253.66 | 250    | 0.85 | 0.15 | 32.34  |
| 200.2  | 225    | 0.83 | 0.15 | 24.77  |
| 290.48 | 200    | 0.80 | 0.15 | 34.86  |
| Total  |        |      |      | 888.94 |

**VII.8.5 Volume de la conduite**

Après l'exécution des déblais de la tranchée et la mise en place du lit de sable, il y a la pose des conduites dont la connaissance de la section est importante pour la détermination du

volume des remblais. 
$$Sc = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$V_c = S_c * L$$

**VII.5**

$V_c$  : volume de la conduite ( $m^3$ ).

$S_c$  : section de la conduite ( $m^2$ ).

$D$  : diamètre de la conduite (m).

**Tableau VII.4 : Calcul du volume des conduites.**

| <b>L (m)</b> | <b>D (mm)</b> | <b>S<sub>c</sub> (m<sup>2</sup>)</b> | <b>V<sub>c</sub> (m<sup>3</sup>)</b> |
|--------------|---------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 102.50       | 315.00        | 0.078                                | 7.98                                 |
| 300.00       | 160.00        | 0.020                                | 6.03                                 |
| 272.00       | 75.00         | 0.004                                | 1.20                                 |
| 100.00       | 400.00        | 0.126                                | 12.56                                |
| 135.13       | 75.00         | 0.004                                | 0.60                                 |
| 176.87       | 75.00         | 0.004                                | 0.78                                 |
| 335.27       | 110.00        | 0.009                                | 3.18                                 |
| 88.07        | 125.00        | 0.012                                | 1.08                                 |
| 245.77       | 140.00        | 0.015                                | 3.78                                 |
| 250.54       | 315.00        | 0.078                                | 19.51                                |
| 221.93       | 315.00        | 0.078                                | 17.29                                |
| 299.86       | 200.00        | 0.031                                | 9.42                                 |
| 204.22       | 200.00        | 0.031                                | 6.41                                 |
| 277.62       | 250.00        | 0.049                                | 13.62                                |
| 122.60       | 250.00        | 0.049                                | 6.02                                 |
| 234.96       | 200.00        | 0.031                                | 7.38                                 |
| 298.40       | 180.00        | 0.025                                | 7.59                                 |
| 269.12       | 140.00        | 0.015                                | 4.14                                 |
| 145.77       | 110.00        | 0.009                                | 1.38                                 |
| 262.39       | 75.00         | 0.004                                | 1.16                                 |
| 296.20       | 110.00        | 0.009                                | 2.81                                 |
| 289.97       | 110.00        | 0.009                                | 2.75                                 |
| 240.61       | 75.00         | 0.004                                | 1.06                                 |
| 280.98       | 110.00        | 0.009                                | 2.67                                 |
| 191.62       | 315.00        | 0.078                                | 14.93                                |
| 142.01       | 280           | 0.062                                | 8.74                                 |
| 234.16       | 280           | 0.062                                | 14.41                                |
| 291.00       | 280           | 0.062                                | 17.91                                |
| 184.69       | 280           | 0.062                                | 11.37                                |
| 275.35       | 250           | 0.049                                | 13.51                                |

**Suite Tableau VII.4**

|        |     |       |        |
|--------|-----|-------|--------|
| 253.66 | 250 | 0.049 | 12.45  |
| 200.20 | 225 | 0.040 | 7.96   |
| 290.48 | 200 | 0.031 | 9.12   |
| Total  |     |       | 250.80 |

**VII.8.6 Remblai compacté**

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

$$V_r = V_{exc.} - V_s - V_c$$

**VII.6**

Avec :

$V_r$  : volume du remblai

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

$V_c$  : volume occupé par la conduite.

$V_s$  : volume du lit de sable.

**Tableau VII.5 Calcul volume remblai compacté**

| L (m)  | D (mm) | V (m <sup>3</sup> ) |
|--------|--------|---------------------|
| 102.50 | 315.00 | 115.35              |
| 300.00 | 160.00 | 258.45              |
| 272.00 | 75.00  | 196.17              |
| 100.00 | 400.00 | 127.44              |
| 135.13 | 75.00  | 97.46               |
| 176.87 | 75.00  | 127.56              |
| 335.27 | 110.00 | 261.04              |
| 88.07  | 125.00 | 70.75               |
| 245.77 | 140.00 | 203.55              |
| 250.54 | 315.00 | 281.94              |
| 221.93 | 315.00 | 249.75              |
| 299.86 | 200.00 | 278.45              |
| 204.22 | 200.00 | 189.64              |
| 277.62 | 250.00 | 281.35              |

**Suite Tableau VII.5**

|        |        |         |
|--------|--------|---------|
| 122.60 | 250.00 | 124.25  |
| 234.96 | 200.00 | 218.18  |
| 298.40 | 180.00 | 267.06  |
| 269.12 | 140.00 | 222.89  |
| 145.77 | 110.00 | 113.50  |
| 262.39 | 75.00  | 189.24  |
| 296.20 | 110.00 | 230.62  |
| 289.97 | 110.00 | 225.77  |
| 240.61 | 75.00  | 173.53  |
| 280.98 | 110.00 | 218.77  |
| 191.62 | 315.00 | 215.64  |
| 142.01 | 280    | 151.22  |
| 234.16 | 280    | 249.35  |
| 291    | 280    | 309.87  |
| 184.69 | 280    | 196.67  |
| 275.35 | 250    | 279.05  |
| 253.66 | 250    | 257.07  |
| 200.2  | 225    | 194.37  |
| 290.48 | 200    | 269.74  |
| Total  |        | 6845.67 |

$$A.N : V_r = 7985.41 - 250.80 - 888.94 = \mathbf{6845.67m^3}$$

**VII.8.7 Devis estimatif**

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

Les prix unitaires du canalisation d'AEP et d'équipements et des pièces spéciales sont fournis par CHIALI (2021) et ADE.

**Tableau VII. 6 : Devis estimatif et quantitatif du projet.**

| Désignation                                 | Unité          | La quantité | P/U      | Montant DA/ht |
|---|----------------|-------------|----------|---------------|
| a-terrassement réseau AEP                   |                |             |          |               |
| Volume de déblai                            | m <sup>3</sup> | 11339.28    | 500.00   | 5669640       |
| Remblaiement                                | m <sup>3</sup> | 5175.50     | 1200.00  | 6210600.00    |
| Lit de sable                                | m <sup>3</sup> | 888.94      | 1200.00  | 1066728.00    |
| Fourniture et pose de grillage avertisseur  | Ml             | 15383.22    | 100.00   | 1538322.00    |
| b-Canalisation d'AEP(F/conduite PEHD PN 10) |                |             |          |               |
| Conduite diamètre 315                       | ml             | 102.50      | 12332.82 | 1264114.05    |
| Conduite diamètre 400                       | ml             | 100.00      | 19838.88 | 1983888.00    |
| Conduite diamètre 160                       | ml             | 300.00      | 3192.01  | 957603.00     |
| Conduite diamètre 75                        | ml             | 272.00      | 742.97   | 202087.84     |
| Conduite diamètre 75                        | ml             | 135.13      | 742.97   | 100397.54     |
| Conduite diamètre 110                       | ml             | 335.27      | 1582.29  | 530494.37     |
| Conduite diamètre 125                       | ml             | 88.07       | 3192.01  | 281120.32     |
| Conduite diamètre 140                       | ml             | 245.77      | 2446.78  | 601345.12     |
| Conduite diamètre 315                       | ml             | 250.54      | 12332.82 | 3089864.72    |
| Conduite diamètre 315                       | ml             | 221.93      | 12332.82 | 2737022.74    |
| Conduite diamètre 200                       | ml             | 299.86      | 4987.74  | 1495623.72    |
| Conduite diamètre 200                       | ml             | 204.22      | 4987.74  | 1018596.26    |
| Conduite diamètre 250                       | ml             | 277.62      | 7752.88  | 2152354.55    |
| Conduite diamètre 250                       | ml             | 122.60      | 7752.88  | 950503.09     |
| Conduite diamètre 200                       | ml             | 234.96      | 4987.74  | 1171919.39    |
| Conduite diamètre 180                       | ml             | 298.40      | 4039.79  | 1205473.34    |
| Conduite diamètre 140                       | ml             | 269.12      | 2446.78  | 658477.43     |
| Conduite diamètre 110                       | ml             | 145.77      | 1582.29  | 230650.41     |
| Conduite diamètre 75                        | ml             | 262.39      | 742.97   | 194947.90     |
| Conduite diamètre 110                       | ml             | 296.20      | 1582.29  | 468674.30     |
| Conduite diamètre 110                       | ml             | 289.97      | 1582.29  | 458816.63     |
| Conduite diamètre 75                        | ml             | 240.61      | 742.97   | 178766.01     |
| Conduite diamètre 110                       | ml             | 280.98      | 1582.29  | 444591.84     |
| Conduite diamètre 315                       | ml             | 191.62      | 12332.82 | 2363214.97    |
| Conduite diamètre 280                       | ml             | 142.01      | 9741.77  | 1383428.76    |
| Conduite diamètre 280                       | ml             | 234.16      | 9741.77  | 2281132.86    |
| Conduite diamètre 280                       | ml             | 291.00      | 9741.77  | 2834855.07    |

## Suite Tableau VII.6

| Désignation                            | Unité | La quantité    | P/U             | Montant DA/ht      |
|--|-------|----------------|-----------------|--------------------|
| Conduite diamètre 280                  | ml    | <b>184.69</b>  | <b>9741.77</b>  | <b>1799207.50</b>  |
| Conduite diamètre 250                  | ml    | <b>275.35</b>  | <b>7752.88</b>  | <b>2134755.51</b>  |
| Conduite diamètre 250                  | ml    | <b>275.35</b>  | <b>7752.88</b>  | <b>2134755.51</b>  |
| Conduite diamètre 225                  | ml    | <b>200.20</b>  | <b>6326.79</b>  | <b>1266623.36</b>  |
| Conduite diamètre 200                  | ml    | <b>290.48</b>  | <b>4987.74</b>  | <b>1448838.72</b>  |
| Conduite diamètre 125                  | ml    | <b>8190.00</b> | <b>12332.82</b> | <b>26142561.90</b> |
| c- Équipements et des pièces spéciales |       |                |                 |                    |
|  | U     | 400            | 1               | <b>345853.49</b>   |
|  | U     | 140            | 13              | <b>19582.50</b>    |
| Vanne de sectionnement                 | U     | 110            | 4               | <b>14800.00</b>    |
|  | U     | 250            | 4               | <b>49379.44</b>    |
|  | U     | 160            | 1               | <b>21000.00</b>    |
| Vanne de vidange                       | U     | 75             | 1               | <b>14000.0</b>     |
|  | U     | 180            | 4               | <b>32000.00</b>    |
|  | U     | 250            | 1               | <b>29 985.26</b>   |
| Té                                     | U     | 160            | 31              | <b>11 457.82</b>   |
|  | U     | 400            | 1               | <b>141918.70</b>   |
|  | U     | 110            | 2               | <b>1 648.38</b>    |
|  | U     | 280            | 1               | <b>33897.90</b>    |
|  | U     | 250            | 1               | <b>19 081.53</b>   |
| Coude EF 45°                           | U     | 160            | 1               | <b>2 886.63</b>    |
|  | U     | (160/110)      | 32              | <b>2 135.91</b>    |
| Cône de réduction                      |       |                |                 | <b>68349.12</b>    |
| BLL PE PN 16                           |       | 250/160        | 3               | <b>12 842.53</b>   |
|  | U     |                | 2               | <b>100 722.86</b>  |
| Poteau d'incendie                      | U     |                | 24              | <b>1500.00</b>     |
| Bride                                  | U     |                | 1               | <b>21 813.30</b>   |
|  | U     |                | 4               | <b>24000.00</b>    |
|  | U     |                | 31              | <b>16000.00</b>    |
|  | U     |                | 35              | <b>1200.00</b>     |
| Construction des regards pour vannes   | U     |                | 24              | <b>60000.00</b>    |
|  |       |                |                 | <b>1440000.00</b>  |

**Suite Tableau VII.6**

| Désignation  | Unité                   | La quantité |    | P/U          | Montant DA/ht     |
|--|-------------------------|-------------|----|--------------|-------------------|
| Ventouse   | U                       |             | 1  | <b>29680</b> | <b>29680.00</b>   |
| P tampon   | U                       |             | 24 | <b>60000</b> | <b>1440000.00</b> |
| Réalisation d'un raccordement à partir d'un château d'eau. | U                       |             | 2  | <b>50000</b> | <b>100000.00</b>  |
| Total  | <b>84 828 215.40 DA</b> |             |    |              |                   |

- **Prix en lettre :** Quatre-vingt-quatre Millions Huit Cent Vingt-huit Mille Deux Cent Quinze Dinar Algérien et 40Ct.
  - ✓ On a estimé les volumes des travaux, pour établir une estimation du coût du projet évalué donc à environ **84 828 215DA et 40 Ct.** Sans prend en considération le prix de main d'œuvre et les différant engeant utilisées par manque des données.



## **Chapitre VIII**



## **Protection et sécurité de travail**

### **VIII. Protection et sécurité : [13]**

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

Donc, la sécurité du travail est un aspect important dans tout travail sur chantier ou autre.

L'essentiel objectif de la sécurité d'un travail sera la diminution de la fréquence et de la gravité des accidents dans les chantiers. Le domaine hydraulique en fait partie

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

#### **VIII.1 Cause des accidents de travail [13]**

L'analyse des accidents les plus fréquents fait apparaître des causes à la fois humaines et techniques.

##### **VIII.1.1 Causes humaines**

Ces causes sont dues à :

- La négligence des travailleurs.
- La fatigue.
- La distraction.
- Les gestes néfastes.
- L'inaptitude mentale ou physique.
- L'adoption de la solution de facilité.
- L'encombrement dans les différentes phases d'exécution des travaux.
- Le manque de contrôle et négligence.

##### **VIII.1.2 Causes techniques : Sont causées par :**

- L'encombrement dans les différentes phases d'exécution des travaux.
- Les mauvaises conditions de travail.
- Le manque d'éclairage.

### **VIII.1.3 Causes matérielles**

Leurs origines sont :

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

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

### **VIII.1.4 Causes des maladies professionnelles**

- **Poussière**

La poussière est l'un des facteurs qui cause le plus de maladies graves. Parmi ces maladies nous pouvons citer la silicose due aux poussières de silicium qui est l'une des plus grave et des plus fréquentes des maladies professionnelles, notons également l'asbestose due aux poussières d'amiante, ainsi que la sidérose due aux poussières d'oxyde de fer.

- **Bruit**

Les surdités professionnelles surviennent par traumatismes sonores dû à la nocivité du bruit pour l'oreille interne, surtout les bruits impulsifs inférieurs à une seconde et aigus, c'est une surdité de perception parce qu'elle se situe au niveau de l'oreille interne. Nous pouvons citer comme exemple le marteau piqueur qui donne une surdité de perception avec une notion à clarifier : une durée minimale d'exposition de deux années, déficit audiométrique bilatéral par lésions cochère irréversible, c'est-à-dire ne s'aggravant plus après cessation d'exposition aux risques, le marteau piqueur donne également des tendinites aux niveaux des coudes et des poignets par microtraumatismes dus aux vibrations.

**VIII.2 Liste des conditions dangereuses [10]**

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

**VIII.3 Liste des actions dangereuses [13]**

- 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 sécurité.
- Ne pas utiliser l'équipement de protection individuelle.
- Mauvaise utilisation d'un outillage ou engin.
- Imprudence 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.

### **VIII.4 Mesures préventives pour éviter les causes des accidents [10]**

Il y a deux types d'équipement de protection, individuelle et collective.

#### **VIII.4.1 Protection individuelle**

Pour mieux se protéger contre les dangers pendant l'exercice de certaines professions, il est indispensable d'utiliser les dispositifs de protection individuelle (casques, gants, chaussures, lunettes protectrices, etc....).

#### **VIII.4.2 Autres protections :**

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

#### **VIII.4.3 Protection collective**

##### **• Équipement de mise en œuvre du béton**

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

- Application stricte des règlements de sécurité.
- Affectation rigoureuse du personnel aux commandes des points clés d'une installation moderne.
- **Engin de levage :**

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

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

- **Appareillage électrique :**

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

### **VIII.5 Plan de sécurité adapté aux travaux de réalisation [10]**

**1.** Prévenir les risques d'accident par chutes, chutes et engins de terrassement Disposition concernant :

- La réalisation du chantier de jour comme nuit.
- Les zones interdites au public.
- Les précautions particulières à prendre en cas de brouillard.
- Réglementation de la circulation, signalisation interne aux chantiers, dépôts (panneaux, repérages, etc.).

**2.** Limiter les risques d'incidents lors de l'approvisionnement du chantier. Assurer la stabilité, la consolidation et la reprise des éléments stockés.

- Repérage des lignes électriques.

**3.** Prévenir les accidents lors de l'utilisation du matériel :

- De renversement des engins et de l'éboulement des terrains.
- Disposition à prendre pour le guidage des camions et des engins notamment lors des manœuvres en marche arrière.

**4.** Éviter les heurts entre les engins et renversement des engins.

Interdiction de dépassement et de stationnement.

**5.** Assurer la stabilité à la conservation et la reprise aisée des éléments stockés.

- Définition des lieux de stockage des divers matériaux.
- Moyens de calage de chargement et déchargement.

**6.** éliminer les surcharges en bordure des fouilles

- Mode de stockage des déblais et leur mode de déchargement.

**7.** Prévenir les chutes des objets

- Examen des câbles soumis à des sollicitations particulières.

**8.** Prévenir des ruptures des Organes de levage.

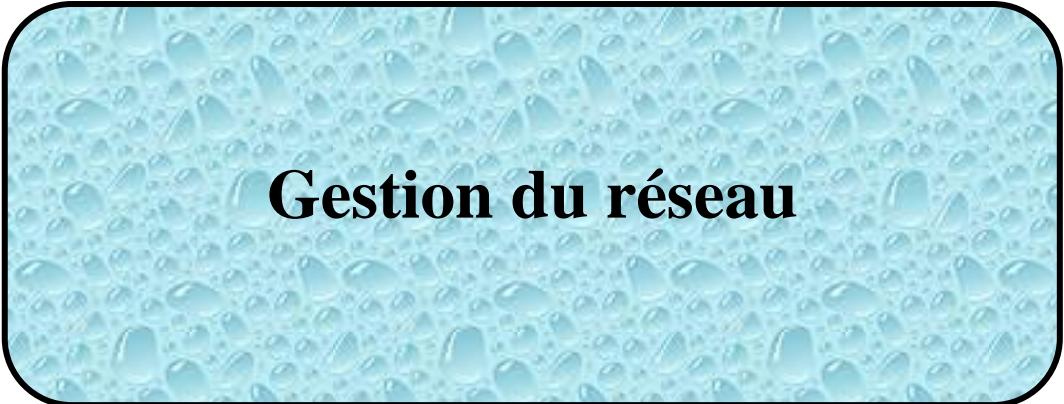
Disposition et consignes particulières concernant l'entretien des matériels, des installations, les engins et les véhicules.

**9.** Heurts des personnes par les Outils.

Les travailleurs qui utilisent la pioche ou la pelle dans leurs activités doivent être tenus à une distance suffisante les uns aux autres.



## Chapitre IX



## Gestion du réseau

## IX. Objectifs de la gestion du réseau [13]

Les objectifs de la gestion des réseaux d'alimentation en eau potable sont multiples on mentionne parmi eux :

- ✓ Éviter toute rupture du service (arrêt d'eau et nuisances engendrées).
- ✓ Assurer la qualité du service rendu.
- ✓ La préservation de la ressource (limiter les pertes).
- ✓ Maîtriser les coûts d'exploitation.

Gérer le réseau, c'est maintenir son potentiel, la continuité de la production et la maintenance de tous les équipements, dans le respect des aspects économiques. [13]

### IX.1 But de la gestion [13]

La gestion des réseaux d'alimentation en eau potable a pour objet d'assurer :

- La pérennité des ouvrages par des options de conservation.
- L'entretien courant des réseaux et des ouvrages mécaniques par des interventions de nettoyage, de dépannage et de maintenance.
- L'exploitation par la régulation des débits et la synchronisation, relevage, traitement, stockage et distribution.

### IX.2 Défaillances [13]

#### IX.2.1 Définition du Défaillances

Nous nous référons à toute détérioration susceptible de provoquer ou d'augmenter le risque de défaillance ou de dégradation des performances du réseau (ou de l'un de ses éléments) comme une défaillance.

#### IX.2.2 Les différents types de défaillances [13]

##### IX.2.2.1 Les pertes

Dans le réseau, il existe deux types de pertes qui peuvent être causées par :

- Fuites sur tuyaux et connexions spécifiques causées par la rupture et diverses raisons.
- Fuites sur les robinets, vannes et accessoires en raison d'un mauvais serrage des joints, des presse-étoupes et des accessoires.
- Les pertes administratives : ce sont les eaux consommées mais non comptabilisées :
  - La consommation des organismes publics.
  - La défectuosité ou l'insensibilité des compteurs.
  - Pertes par branchements illicites.
  - Absence de compteurs chez les abonnés.

### IX.2.2.2 Les fuites [13]

Il s'agit de pertes physiques d'une certaine quantité d'eau, mais qui n'empêcheront pas le fonctionnement normal du réseau de canalisations. Les fuites sont généralement localisées, soit au niveau d'une jonction, d'une vanne, des raccordements, entre deux composants, ou dans le corps même de la canalisation.

**Cause des fuites :**

- Corrosion.
- Glissement de terrain.
- Rupture ou mauvaise étanchéité des conduites.
- Joints détériorés ou mal exécutés.

- **Effet des fuites :**

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

### IX.2.2.3 Les ruptures (casses) [13]

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.
- Travaux de chantier.
- Condition de pose.
- Coup de bélier.

- **Les effets des ruptures :**

- Fuites et leurs conséquences.
- Interruption de l'alimentation en eau des abonnés.

### IX.3 L'entretien : [13]

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

### **IX.3.1 Les type d'entretien [13]**

#### **IX.3.1.1 Entretien préventif systématique [13]**

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 :

- Vérifier le bon fonctionnement des venteuses.
- Contrôler régulièrement la qualité de l'eau.
- Vidanger et purger les réservoirs.
- Resserrer les presse-étoupes des vannes.

#### **IX.3.1.2 Entretien exceptionnel [13]**

Il inclut la mise en œuvre d'interventions préalablement planifiées par l'opérateur, mais ces interventions sont liées à une panne soudaine sur le réseau et ne peuvent donc pas être planifiées longtemps à l'avance.

### **IX 4. Entretien des réseaux d'AEP [13]**

L'entretien du réseau d'approvisionnement en eau a plusieurs objectifs, tels que le maintien de services fiables, une eau de haute qualité et des coûts d'exploitation plus bas.

#### **IX.4.1 Entretien des réservoirs [13]**

Il réside dans :

- Vidange et nettoyage de l'ouvrage au moins une fois par an. Ces opérations doivent être suivies de désinfection de l'ouvrage et d'un contrôle de qualité de l'eau après remise en eau de l'ouvrage.
- Des travaux de génie civil : ces travaux concernent la dégradation du béton et les défauts d'étanchéité.
- Une analyse de la qualité de l'eau.

#### **IX.4.2 Entretien du réseau de distribution et de l'adduction [13]**

Les travaux d'entretien du réseau de distribution et d'adduction concernent les conduites et tous les accessoires qui les accompagnent. Ces travaux sont :

Surveillance et entretien

- Actions de réductions des pertes.

#### **IX.4.2.1 Surveillance et entretien [13]**

La surveillance et l'analyse des conditions physiques, hydrauliques et d'encrassement du réseau permettent de mieux comprendre les problèmes qui surviennent dans le réseau.

### IX.4.2.2 Actions de réduction des pertes en eau [13]

Afin de réduire la perte d'eau dans le réseau d'adduction et de distribution, l'exploitant doit prendre deux mesures : La première et la plus importante est de trouver et de réparer la fuite. Le deuxième point est plus ou moins important, c'est le comptage.

#### ➤ Recherche et réparation des fuites

##### a) Détection et gestion des fuites

Trouver, quantifier et gérer les fuites est un défi pour la plupart des systèmes d'approvisionnement en eau existant. Elle représente souvent la plus importante cause des pertes dans le système et peuvent atteindre jusqu'à 30% de l'eau captée, même dans les systèmes bien gérés. Des taux de fuites de 80 à 90 % ne sont pas rares.

Parmi les difficultés à gérer les fuites, on peut noter que :

- 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.
- L'évaluation sur le plan économique de l'importance des déperditions ne peut se faire que si elles ont pu être quantifiées.
- Les opérations de réparation et de gestion des déperditions sont des investissements rentables. Il s'avère en général moins coûteux de maîtriser les fuites que de prélever dans une nouvelle source d'approvisionnement le volume d'eau équivalent à la quantité économisée. Plusieurs méthodes ont été développées afin de permettre la détection des fuites et même leur localisation avec une prévision plus ou moins grande. Ces méthodes sont classées en trois catégories :
  - Méthodes de recherche à grand échelle.
  - Méthodes acoustiques.
  - Méthodes modernes.

##### • Méthodes de recherche à grand 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.

La méthode fréquemment utilisée pour la délimitation de la zone de la fuite est l'isolement des tronçons soupçonnés puis la localisation exacte de la fuite par l'utilisation de méthodes plus fines.

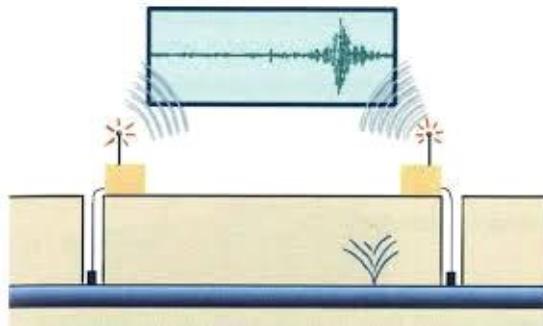
##### • Méthodes acoustiques

Les méthodes de détection utilisées sont toutes basées sur le bruit émis par les fuites.

L'écoute du bruit causé par la fuite peut se faire soit direct avec la conduite et tout ce qui y est raccordé (entrée de service, vanne, borne d'incendie), soit par écoute sur le sol.

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 et l'analyse de ce bruit permettent de déterminer une zone plus ou moins importante de détection de la fuite. Cette zone est embrouillée par le bruit de fond (vent, trafic routier). L'utilisation d'amplificateurs mécaniques ou électroniques ou encore de corrélateurs acoustiques permet l'élimination des bruits parasites.



**Figure IX.1 : La corrélation acoustique.** [13]

- **Méthodes modernes**

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

- Utilisation des facteurs radioactifs : détection de la radioactivité intense à la zone des fuites.  
La technologie de photographie aérienne, en particulier dans le domaine infrarouge, peut détecter des zones avec des températures différentes causées par des fuites en prenant des photos.
- Utilisation de caméras qui permettent de déceler les différentes anomalies (glissement de joints, infiltrations d'eaux polluées)

**b) Réparation des fuites**

Une fois la fuite détectée, elle sera réparée. Les mesures suivantes doivent être prises pendant la maintenance :

- 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.
- Nettoyez soigneusement toutes les pièces réparées et les pièces de conduite exposées avec de l'eau de Javel.

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.

### **IX.4.3 Dispositions et moyens d'intervention [13]**

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

- Faire des prévisions pluriannuelles des moyens en personnels, en matériels et en budget mis à la disposition des services d'études, d'exploitation et des groupes d'entretien.
- Connaître toutes les informations utiles relatives aux fonctionnalités et tous les renseignements statiques 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.

#### **IX.4.3.1 Moyens humains [13]**

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, la complexité de ses équipements et du budget annuel accordé au niveau de service.

#### **IX.4.3.2 Moyens matériels [13]**

Le choix du type et de la quantité de ressources matérielles utilisées dépend du type d'intervention, et le type d'intervention lui-même dépend du type de défaillance. Les moyens matériels d'intervention se répartissent en deux catégories : les moyens simples (clé, machine à souder, tournevis) et les moyens lourds (bulldozers, pelle hydraulique, matériel de détection de fuite).

Note : Les pannes du réseau peuvent parfois causer des dommages considérables, ce qui nécessite beaucoup d'investissement. Une recherche diagnostique approfondie peut aider les gestionnaires à résoudre ces défaillances et à mieux gérer les investissements. Il comprend : Évaluer les coûts de réparation et ceux d'une réhabilitation des conduites et de prendre la meilleure décision et optimiser les coûts de l'entretien.

# Conclusion générale

Le nouveau pôle projeté à réaliser au niveau de la ville d'El Hassasna dont notre étude est consacrée, repose sur une superficie d'environ de 95 hectares dont la population est estimée à 23025 habitants.

L'étude menée sur le système d'alimentation et de distribution d'eau potable, nous a permis de projeter et de dimensionner les ouvrages suivants :

- Ouvrage de stockage d'une capacité de 1950 m<sup>3</sup>.
- Un réseau de distribution, type maillé composé de Sept mailles d'une longueur totale estimée à 7413.95ml dont les diamètres varient entre 75 mm et 400 mm, toutes en PEHD, le débit de pointe à véhiculer est de 145,81 l/s.

Concernant le captage, en plus du forage de Djida (20 l/s), on propose la recherche d'autres points d'eau pour combler le déficit.

Le réseau maillé a été établi par le logiciel Auto-CAD et sa simulation hydraulique effectuée à l'aide du logiciel EPANET.

Les pressions de service dans le réseau s'échelonnent entre 1,4 bars et 4,2 bars, en ce qui concerne les vitesses d'écoulement, elles sont comprises entre 0,59 m/s et 1,69 m/s.

Concernant le côté financier pour la réalisation du réseau, le coût est estimé à environ

**84 828 215 Dinars Algériens et 40 centimes.**

L'étude est achevée par un chapitre englobant la pose et la protection des conduites.

Enfin, nous souhaitons que cette étude serve de référence pour toute autre étude à son genre.

# Références bibliographiques

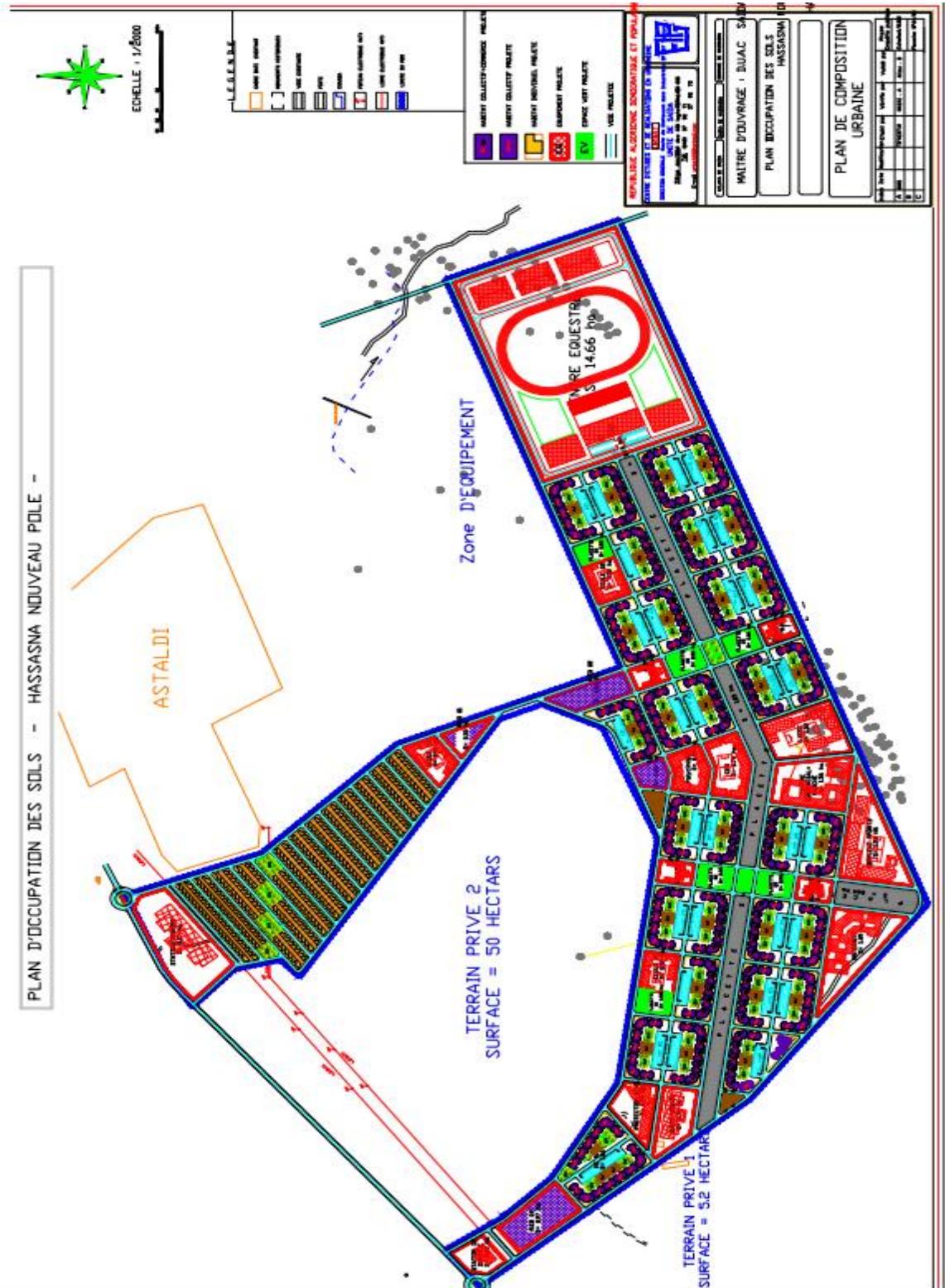
- [1] : URBAT. Plan d'occupation des sols pos n°01 el Hassasna (NOUVEAU POLE). Dossier soumis à l'enquête publique : W. SAIDA. Algérie
- [2] : Google earth
- [3] : PDAU : Plan de développement et d'aménagement : W.SAIDA. Algérie
- [4] : NAGAI (1974). Consultant Co. LTD-JAPON. Étude géologique détaillée des gisements d'argilites, de quartzite et de calcaire - Projet Cimenterie El Asnam.
- [5] : ANRH : Agence Nationale des Ressource Hydraulique : SAIDA. Algérie
- [6] : HIRECHE, Houaria. KHELIF,Imane. (2018). Analyse physico-chimique des eaux d'Ain-Skhouna en vue de leur déminéralisation. Projet de fin d'études. Université MOULAY Tahar : SAIDA. Algérie.
- [7] : ADE : Algérien Des Eaux. Unité de SAIDA.
- [8] : Jacques, BONNIN. (1977). Hydraulique urbaine appliquée aux agglomérations de petite et moyenne importance édition EYROLLES. Collection de la direction des études et recherches d'électricité de France : France.
- [9] : GUILSOU, Sylvain. (Juin 2007). Modélisation sur le logiciel EPANET du réseau d'eau potable de la commune d'Urrugne (064) : France.
- [10] : HAMZAOUI, Adel. Étude du réseau d'alimentation en eau potable du pos°14 de la commune d'el idrissia (W. Djelfa). Mémoire de fin d'étude. Université Djelfa : Algérie.
- [11] : Jacques, BONNIN. (1982). Aide-mémoire d'hydraulique urbaine. Édition EYROLLES.
- [12] : AIT-ALI, Bilal. « Meca-Fluid ». Logiciel de calcul hydraulique (Assainissement et AEP).
- [13] : CHATELAINE.(2004). Guide-conseil-de-pose. Le Comité de Rédaction du STR PE.
- [14] : BELAIDI, Bilal. AZIZI, Abdelkader. (2016).Alimentation en eau potable de la commune D'AFIR (W) DE BOUMERDES. Mémoire de fin d'étude. Université de BIJAIA : Algérie.
- [15] : MESTOUR, IMEN. ,(Novembre 2021). Étude du réseau d'alimentation en eau potable de la zone industrielle BOURDJIA (W. Mostaganem). ENSH Mujahid Abdellah ARBAOUI : Algérie
- [16] : IMAM Ali, Youssouf.OUIKLEF, Abdelkader. (2020). Conception et Planification d'un Projet Hydraulique.Mémoire de fin d'étude. Université de Meghnia Tlemcen : Algérie.
- [17] : Kada,AbdelillahALLOU.(Juillet 2021).Caractérisation du calcaire de la carrière de Sidi Laaroussi en vue de son utilisation dans la fabrication du ciment de l'entreprise GICA (W) de Saida. PFÉ.ENSMM AMAR LASKRI. ANNABA : Algérie
- [18] : GUERBAS, Abdelhak. (2022) Étude de restriction du réseau d'AEP de la commune de Hadjout Tipaza. PFE. Université de HOUARI BOUMEDIENE : Algérie

## Autres références web-graphiques

- [18] : <https://geniecivilpdf.com/les-reservoirs-deau-potable/>
- [19] : <https://docplayer.fr/amp/161754169-Bouftila-hamza-aloui-imad-riad-adnane.html>
- [20] : [https://www.made-in-algeria.com/data/art\\_recherche.php?mot\\_rech/](https://www.made-in-algeria.com/data/art_recherche.php?mot_rech/)

## **Annexes**

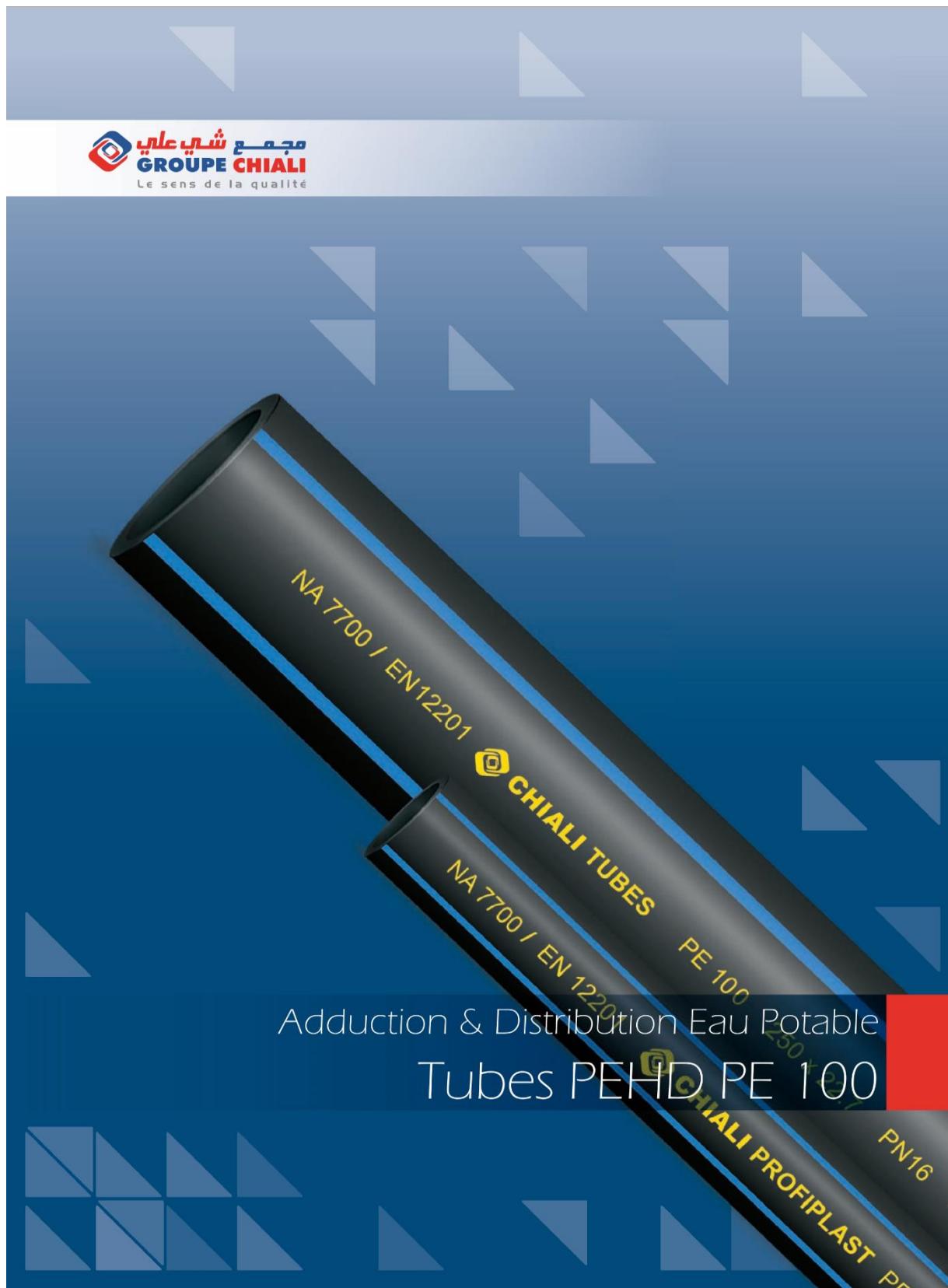
## Annexe 1 : Plan d'occupation du sol d'El Hassesna Nouveau Pôle [1]



**Annexe 2 : Répartition des débits horaires en fonction de variations horaires de la consommation totale en fonction du coefficient maximum horaire (K<sub>maxh</sub>)**

| <b>Heures</b> | <b>Valeur correspondante d'ah</b> |                 |                |                 |                 |                 |                 |
|---------------|-----------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|               | <b>K<sub>maxh</sub></b>           |                 |                |                 |                 |                 |                 |
| <b>1.25</b>   | <b>1.3</b>                        | <b>1.35</b>     | <b>1.50</b>    | <b>1.7</b>      | <b>2.0</b>      | <b>2.5</b>      |                 |
| 0 – 1         | 3.35                              | 3.20            | 3.00           | <b>1.50</b>     | 1.00            | 0.75            | 0.60            |
| 1 – 2         | 3.35                              | 3.10            | 3.20           | <b>1.50</b>     | 1.00            | 0.75            | 0.60            |
| 2 – 3         | 3.30                              | 3.20            | 2.50           | <b>1.50</b>     | 1.00            | 1.00            | 1.20            |
| 3 – 4         | 3.20                              | 3.20            | 2.60           | <b>1.50</b>     | 1.00            | 1.00            | 2.00            |
| 4 – 5         | 3.25                              | 3.20            | 3.50           | <b>2.50</b>     | 2.00            | 3.00            | 3.50            |
| 5 – 6         | 3.40                              | 3.40            | 4.10           | <b>3.50</b>     | 3.00            | 5.50            | 3.50            |
| 6 – 7         | 3.85                              | 3.80            | 4.50           | <b>4.50</b>     | 5.00            | 5.50            | 4.50            |
| 7 – 8         | 4.45                              | 4.60            | 4.90           | <b>5.50</b>     | 6.50            | 5.50            | 10.20           |
| 8 – 9         | 5.20                              | 5.40            | 4.90           | <b>6.25</b>     | 6.50            | 3.50            | 8.80            |
| 9 – 10        | 5.05                              | 5.00            | 5.60           | <b>6.25</b>     | 5.50            | 3.50            | 6.50            |
| 10 – 11       | 4.45                              | 4.80            | 4.90           | <b>6.25</b>     | 4.50            | 6.00            | 4.10            |
| 11 – 12       | 4.60                              | 4.60            | 4.70           | <b>6.25</b>     | 5.50            | 8.50            | 4.10            |
| 12 – 13       | 4.60                              | 4.50            | 4.40           | <b>5.00</b>     | 7.00            | 8.50            | 3.50            |
| 13 – 14       | 4.55                              | 4.40            | 4.10           | <b>5.00</b>     | 7.00            | 6.00            | 3.50            |
| 14 – 15       | 4.75                              | 4.60            | 4.10           | <b>5.50</b>     | 5.50            | 5.00            | 2.00            |
| 15 – 16       | 4.70                              | 4.60            | 4.40           | <b>6.00</b>     | 4.50            | 5.00            | 6.20            |
| 16 – 17       | 4.65                              | 4.40            | 4.30           | <b>6.00</b>     | 5.00            | 3.50            | 10.40           |
| 17 – 18       | 4.35                              | 4.30            | 4.10           | <b>5.50</b>     | 6.50            | 3.50            | 9.40            |
| 18 – 19       | 4.40                              | 4.40            | 4.50           | <b>5.00</b>     | 6.50            | 6.00            | 7.30            |
| 19 – 20       | 4.30                              | 4.50            | 4.50           | <b>4.50</b>     | 5.00            | 6.00            | 1.60            |
| 20 – 21       | 4.30                              | 4.50            | 4.50           | <b>4.00</b>     | 4.50            | 6.00            | 1.60            |
| 21 – 22       | 4.20                              | 4.80            | 4.80           | <b>3.00</b>     | 3.00            | 3.00            | 1.60            |
| 22 – 23       | 3.75                              | 3.80            | 4.60           | <b>2.00</b>     | 2.00            | 2.00            | 0.60            |
| 23 – 24       | 3.70                              | 3.70            | 3.30           | <b>1.50</b>     | 1.00            | 2.00            | 0.60            |
| <b>Total</b>  | <b>100.00 %</b>                   | <b>100.00 %</b> | <b>100.00%</b> | <b>100.00 %</b> | <b>100.00 %</b> | <b>100.00 %</b> | <b>100.00 %</b> |

Annexe : 3Tubes PEHD eau potable (PN6-PN10-PN16-PN20-PN25)



## Désignation

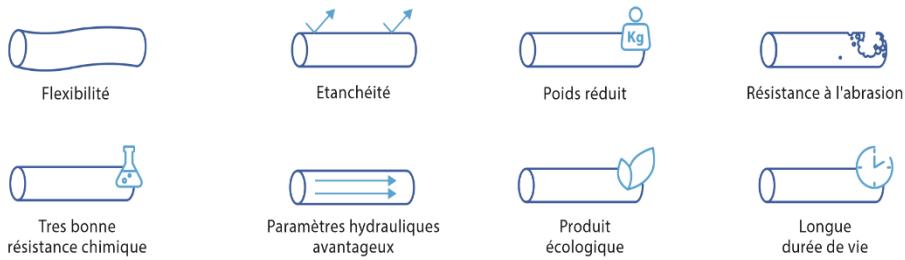
### ■ Tube en PEHD

Tubes en PEHD destinés aux réseaux de distribution d'eau potable.

- > Matière : PEHD
- > Norme de référence : EN 12201-2 / NA 7700 - 2
- > Pression Nominale : PN06 - PN10 - PN 16 - PN20 - PN25
- > Marquage sur tube : Norme-Fabricant-Matière-d<sub>n</sub> x en-PN-Date de fabrication-Lot
- > Conditionnement : En couronne de 100 m jusqu'au Ø 110, et en barre de 12 m à partir du Ø 125



### ■ Avantages du Tube en PEHD



## Propriétés Physiques et Mécaniques

| Caractéristique   | Méthode d'essai                          | Exigence  | Paramètres d'essai  |
|---|--|---|---|
| Résistance hydrostatique  | EN ISO 1167 – 1 & 2<br>NA 7517 & NA 7557 | Aucune rupture d'éprouvette pendant toute la durée de l'essai   | 20°C – 100 Heures : PE 80 : 10 MPa<br>80°C – 165 Heures : PE 80 : 4,5 MPa<br>80°C – 1000 Heures : PE 80 : 4,0 MPa |
| Allongement à la rupture pour $e_n \leq 5\text{mm}$               | EN ISO 6259 – 1 & 3                      | 350 %   | $V = 100 \text{ mm/min}$ , Type 2   |
| Allongement à la rupture pour $5\text{mm} < e_n \leq 12\text{mm}$ | NA 7710 et NA 7761                       |   | $V = 50 \text{ mm/min}$ , Type 1 ou 2   |
| Allongement à la rupture pour $e_n > 12\text{mm}$                 |  |   | $V = 25 \text{ mm/min}$ , Type 1 ou 2 ou 3  |
| Indice de fluidité à chaud  | EN ISO 1133<br>NA 21382                  | Après production, écart maximal de $\pm 20\%$ par rapport à la valeur mesurée sur le lot de MP utilisé pour fabriquer le tube | $M = 5 \text{ kg}$<br>$T = 190^\circ\text{C}$<br>$t = 10 \text{ min}$   |
| Temps d'induction à l'oxydation                                   | ISO 11357 – 6<br>NA 21399                | $\geq 20 \text{ min}$   | $T = 200^\circ\text{C}$   |
| Retrait longitudinal à chaud pour Épaisseur de paroi < 16 mm      | EN ISO 2505<br>NA 7617                   | $\leq 3\%$<br>Le tube doit conserver son aspect d'origine   | $T = 110^\circ\text{C}$<br>$L = 200 \text{ mm}$   |



Gamme de Produit

| Tube PEHD PE 100 | Ø     | PN 6<br>SDR 26 | PN 10<br>SDR 17 | PN 16<br>SDR 11 | PN 20<br>SDR 9 | PN 25<br>SDR 7.4 |
|------------------|-------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|
|                  | 20    | -              | -               | 2.0             | 2.3            | 3.0              |
|                  | 25    | -              | -               | 2.3             | 3.0            | 3.5              |
|                  | 32    | -              | 2.0             | 3.0             | 3.6            | 4.4              |
|                  | 40    | -              | 2.4             | 3.7             | 4.5            | 5.5              |
|                  | 50    | 2.0            | 3.0             | 4.6             | 5.6            | 6.9              |
|                  | 63    | 2.5            | 3.8             | 5.8             | 7.1            | 8.6              |
|                  | 75    | 2.9            | 4.5             | 6.8             | 8.4            | 10.3             |
|                  | 90    | 3.5            | 5.4             | 8.2             | 10.1           | 12.3             |
|                  | 110   | 4.2            | 6.6             | 10.0            | 12.3           | 15.1             |
|                  | 125   | 4.8            | 7.4             | 11.4            | 14.0           | 17.1             |
|                  | 160   | 6.2            | 9.5             | 14.6            | 17.9           | 21.9             |
|                  | 200   | 7.7            | 11.9            | 18.2            | 22.4           | 27.4             |
|                  | 250   | 9.6            | 14.8            | 22.7            | 27.9           | 34.2             |
|                  | 315   | 12.1           | 18.7            | 28.6            | 35.2           | 43.1             |
|                  | 400   | 15.3           | 23.7            | 36.3            | 44.7           | 54.7             |
|                  | 500   | 19.1           | 29.7            | 45.4            | 55.8           | -                |
|                  | 630   | 24.1           | 37.4            | 57.2            | 70.3           | -                |
|                  | 710 * | 27.2           | 42.1            | 64.5            | 79.3           | -                |
|                  | 800 * | 30.6           | 47.4            | 72.6            | 89.3           | -                |

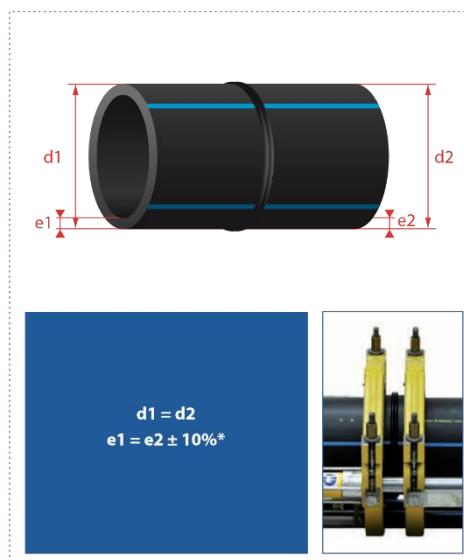
\* Diamètre sur commande

## Assemblage des Tubes PEHD

### 1 Par Soudure

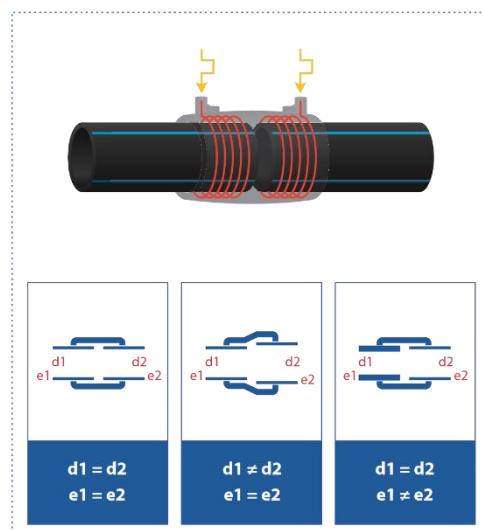
#### > Soudure Bout à Bout

Elle consiste à assembler deux tubes de même diamètre et de même épaisseur.



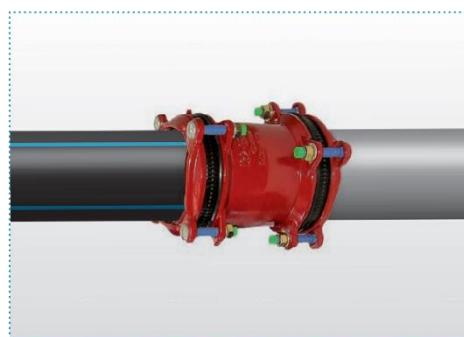
#### > Soudure par électro-fusion

Elle consiste à assembler deux tubes de même diamètre ou de diamètres différents avec des épaisseurs identiques ou variables ; en utilisant un raccord qui contient une résistance de chauffage.



### 2 Par Assemblage Mécanique :

#### > Joint Universel



#### > Bride contre Bride



Filiale du GROUPE CHIALI  
Z.I. B.P 160 Sidi Bel Abbès - 22000 Algérie  
Tél.: 00 213 (0) 48 70 31 90 / 048 70 31 53  
Fax: 00 213 (0) 48 70 35 58



Filiale du GROUPE CHIALI  
Z.I. B.P 87 Sétif - 19000 Algérie  
Tél.: 00 213 (0) 44 77 12 04 / 36 62 53 78 / 36 62 52 08  
Fax: 00 213 (0) 36 62 50 06



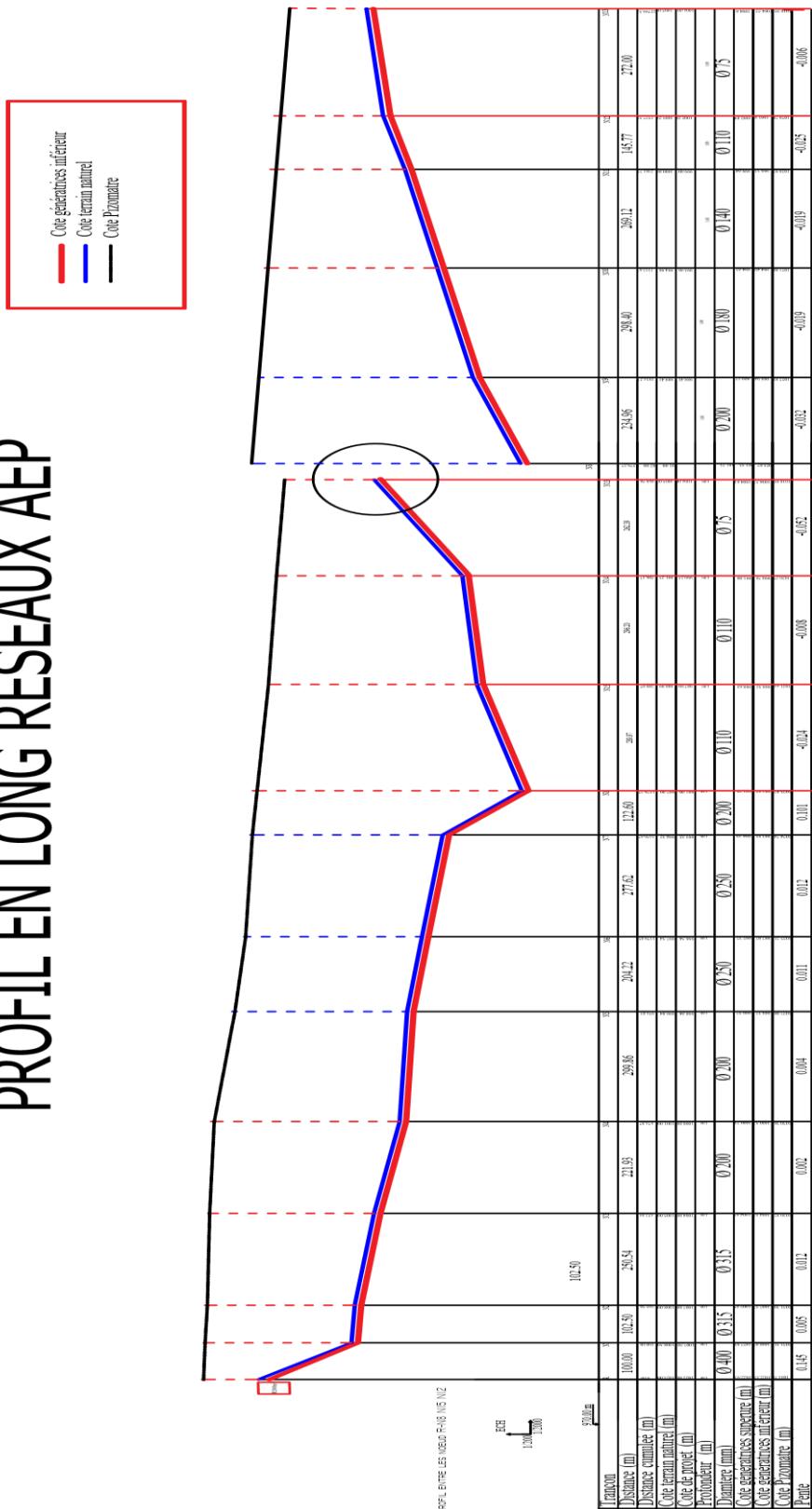
[www.groupe-chiali.com](http://www.groupe-chiali.com)

Épaisseur nominale en mm

## Annexe 4

Partie 1 : Profil en long Réseau AEP « Nouveau Pôle » de R-N1..N8-N9..13/N8-15..13

### PROFIL EN LONG RESEAUX AEP



## Partie 2 : Profil en long Réseau AEP « Nouveau Pôle » de R-N1-N26...N16

### PROFIL EN LONG RESEAUX AEP

