الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

NATIONAL HIGHER SCHOOL FOR HYDRAULICS
"The MujahidAbdellah ARBAOUI"

المدرسة الوطنية العليا للري
"المجاهد عبد الله عرباوي"
ⴰⵖⵓⵔⴱⴰⵣ ⴰⵖⵓⵍⵏⴰⵡ ⵉⵎⵉⵏⵓⴳ ⵏ ⵜⵎⵓⵙⵡⵉⵜ

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: ALIMENTATION EN EAU POTABLE

THEME :

Conception du système d'alimentation en eau potable du POS Nº03 Zaaroura (W.Tiaret)

Présenté par :
GUERMIT SAID

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
AMMARI Abdelhadi	M .C .A	Président
BELLABAS Salima Charifi	M .C .B	Examinateur
BOUNNAH Younes	M .A .A	Examinateur
SALHI Chahrazed	M .C .B	Promoteur

Session :Novembre 2023

Remerciement

Je tiens à exprimer ma gratitude à Dieu le tout puissant pour m'avoir donné la santé, le courage et la volonté d'étudier et pour m'avoir permis de terminer ce modeste travail dans les meilleures conditions possibles.

Au terme de cette modeste étude, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes remerciements les plus sincères à Mme ***SALHI.C*** *, ma promotrice.*

Je souhaite exprimer ma gratitude envers ***Monsieur AMMARI Abdelhadi, Madame MOKRANE Wahiba*** *pour leurs précieux conseils, ainsi qu'à tous nos professeurs et enseignants qui ont joué un rôle essentiel dans ma formation.*

Je tiens à exprimer ma gratitude au président et aux membres du jury qui auront l'honneur de juger mon travail.

Je voudrais également exprimer ma gratitude à tous les enseignants, à la direction de l'école et au ministère de tutelle pour leur supervision de notre formation.

Une grande reconnaissance à tous les employés de la bibliothèque de l'ENSH

Un grand merci à toutes les personnes qui ont contribué à la création de ce mémoire, de près ou de loin.

Dédicace

Chers parents, Je tiens à prendre un moment pour vous exprimer ma profonde gratitude pour m'avoir soutenu tout au long de mon parcours éducatif, depuis le début jusqu'à la fin. Votre amour, votre encouragement, et votre croyance en moi ont été les moteurs de ma réussite. Vous m'avez rappelé à chaque instant que l'éducation est une voie précieuse, et je n'aurais pas pu atteindre la fin de mes études sans votre soutien indéfectible. Ce moment marque non seulement la fin de mon parcours académique, mais aussi le début d'une nouvelle aventure. Je vous remercie du fond du cœur pour m'avoir aidé à atteindre ce jalon important de ma vie.

À mes chers amis ***AMARI MOHAMED YOUNSE****, et* ***ALMI MOKHTAR****, et* ***HATHAT ALI****, et* ***AMRANI MEHDI*** *, qui sont bien plus que des amis, mais des frères , À la fin de cette période d'études, je tiens à exprimer toute ma gratitude envers chacun de vous. Vous êtes les piliers de ma vie, mes partenaires dans toutes les aventures et les gardiens de précieux souvenirs. Nous avons partagé des rires, des larmes, des succès et des défis, et chaque moment passé avec vous a été un trésor inestimable. Votre amitié est une source de force et de joie qui a éclairé chaque jour de mon parcours éducatif. Même si nos chemins peuvent diverger à l'avenir, sachez que notre lien demeurera indestructible. Vous êtes mes frères , ma famille choisie, et je vous aime profondément. À nos amitiés éternelles et à tous les chapitres passionnants qui nous attendent.*
La fin de mes études marque un moment de fierté, de joie et de gratitude, que je souhaite partager avec chacun de vous. Votre soutien inconditionnel, votre amour et votre amitié ont été les fondations de mon succès. À ma famille, merci d'avoir été les racines qui m'ont permis de grandir et de m'épanouir. Votre confiance en moi a été mon moteur.

À toi, ***LYDIA BELABBAS****, mon amie précieuse, ton soutien et ta présence inestimable ont éclairé mon parcours éducatif. Ton amitié est un trésor que je chéris profondément.*

ملخص

تتضمن هذه المذكرة دراسة تتعلق بالمدينة الجديدة في إطار المشروع الحضري الجديد الواقع ضمن مخطط تسوية الأراضي رقم 03(زعرورة) التابع لبلدية تيارت. هدف هذه الدراسة هو تصميم نظام إمداد مياه الشرب الذي يستخدم لتزويد المدينة الجديدة وتلبية احتياجات سكانها الجدد، سنتعرف على كيفية تنفيذ هذا المشروع على جميع المعدات والبنية التحتية الضرورية لضمان نجاحه.

الكلمات المفتاحية : المشروع الحضري الجديد، مخطط تسوية الأراضي رقم (زعرورة) ، نظام إمداد مياه الشرب، البنية التحتية.

Résumé

Cette note comprend une étude concernant la nouvelle ville dans le cadre du nouveau projet urbain situé dans le plan d'aménagement des terres numéro 03 (Zaaroura), relevant de la municipalité de Tiaret dans la wilaya de Tiaret. L'objectif de cette étude est de concevoir un système d'approvisionnement en eau potable destiné à approvisionner la nouvelle ville et répondre aux besoins de sa population nouvellement installée. Nous examinerons comment mettre en œuvre ce projet et nous nous familiariserons avec tous les équipements et l'infrastructure nécessaires pour assurer sa réussite.

Mots-clés : La nouvelle ville, le nouveau projet urbain, le plan d'aménagement des terres numéro 03 (Zaaroura), le système d'approvisionnement en eau potable, l'infrastructure.

Summary

This memorandum includes a study related to the new city within the framework of the new urban project located in the land settlement plan number 03 (Zaaroura), under the jurisdiction of the municipality of Tiaret in the state of Tiaret. The objective of this study is to design a drinking water supply system used to provide the new city and meet the needs of its new residents. We will learn about how to implement this project and become acquainted with all the necessary equipment and infrastructure to ensure its success.

Keywords : The new city, the new urban project, land settlement plan number 03 (Zaaroura), the drinking water supply system, the infrastructure.

Table des matières

Introduction général

Chapitre I : présentation de la zone d'étude

Introduction.....1
I.1 Situation géographique…….. 1
I.2 Situation topographique.....1
I.3 Situation climatique…… 2
I.3.1 Climat……2
I.3.2 Température……..2
I.3.3 Pluviométrie……..3
I.3.4 Les vents……3
I.3 Situation sismique…… 4
I.4 Situation hydraulique…….. …. 4
CONCLUSION……5

Chapitre II : Evaluation des besoins en eau

INTRODUCTION 6
II.1 Estimation de la population future 6
II.2 Les catégories de consommation d'eau dans une agglomération : 6
II.2.1. Besoins domestiques 7
II.2.2. Besoins public 7
II.2.3. Besoins industriel 7
II.3. Détermination de la consommation moyenne journalière 7
II.3.1. Besoins domestiques : 7
II.3.2. Besoins scolaires : 8
II. 3. 3. Besoins administratifs : 8
II.3.4. Besoins socioculturels : 9
II.3.5 Besoins sanitaires : 9
II.4. Récapitulation de la consommation moyenne en eau totale 9

CONCLUSION……...10

Chapitre III : Variation des débits de consommation

INTRODUCTION……11

III.1 Etude des variations de la consommation……11

III.1.1 Consommation maximale journalière (Qmax j).....11

III.1.2 Consommation minimale journalière ($Q_{min.j}$).....12

III.2 Etude des variations des débits horaires 13

III. 2. 1 Débit moyen horaire.....13

III. 2. 2 Détermination du débit maximum horaire 13

III.3 débit de pointe……...15

III.4 Représentation graphique de la consommation……18

CONCLUSION……19

CHAPITRE IV : ETUDE DES RESERVOIRS

INTRODUCTION…….....20

IV.1 Rôle des réservoirs……...20

IV.2 Emplacement des réservoirs…….20

IV.3 CLASSIFICATION DES RESERVOIRS……21

IV.3.1 Classification en fonction du matériau de construction :.....21

IV.3.2 Classification en fonction de la localisation géographique : 21

IV.3.3 Classification en fonction de l'utilisation :.....21

IV.3.4 Classification selon la forme géométrique : 21

IV.4 Choix du type de réservoir……...22

IV.5 Choix de emplacement des réservoirs……..23

IV.6 Équipements du réservoir…….23

IV.6.1 Conduite d'arrivée 23

IV.6.2 Conduite de départ 25

IV.6.3 Conduite de vidange 25

IV.6.4 Conduite du trop-plein 25
IV.6.5 Conduite BY-PASS : 26
IV.7 Matérialisation de la réserve d'incendie……...26
IV.8 Capacité des réservoirs……27
IV.8.1 Méthode analytique..... 28
IV.8.2 Méthode graphique 28
IV.9 Détermination de la capacité du réservoir…….....29
IV.9.1 Calcul du volume du réservoir..... 30
IV.9.2 Dimensions du réservoir projet..... 30
IV.9.3 Hauteur d'eau destinée à l'incendie..... 31
Conclusion……31

Chapitre V : Etude de la conduite d'adduction

Introduction 32
V.1 Type d'adduction..... 32
V.2 Classification de l'adduction 32
V.2.1 Adduction gravitaire..... 32
V.2.2 Adduction par refoulement..... 33
V.2.3 Adduction mixte..... 33
V.3 Critères de tracé de la conduite d'adduction 33
V.4 Choix du type des conduites..... 33
V.4.1 Conduite en PEHD..... 34
V.5 Choix de tracé du projet..... 35
V.6 Calcul hydraulique..... 36
V.6.1 Méthode de calcul 36
V.6.1.1 Cas gravitaire 36
V.6.2 Dimensionnement de l'adduction gravitaire 37

V.6.3 Protection contre le coup de bélier 38

Conclusion…… 39

Chapitre VI: Conception du réseau de distribution

Introduction 40

VI.1 Les type de réseaux 40

VI.1.1 Réseaux maillés 40

VI.1.2 Réseaux ramifiés 40

VI.1.3 Réseau mixte 40

VI.2 Conception d'un réseau 41

VI.3 Choix du type de matériaux 41

VI.4 Choix du système de distribution 42

VI.5 Principe du tracé du réseau 42

VI.6 Calcul hydraulique du réseau de distribution 42

VI.7 Calcul des débits spécifiques 43

VI.7.1 Cas de pointe + incendie 43

VI.7.2 Débit en route et débits aux nœuds 43

VI.8 Résultats de la simulation hydraulique de réseau 46

VI.8.1Cas de pointe 46

VI.8.2 Cas de pointe + incendie 51

VI.8 Type de canalisation 56

Conclusion 56

Chapitre VII : Accessoires de réseau de distribution

Introduction 57

VII.1 Rôle des organes accessoires 57

VII.2 LA ROBINETTERLE 57

VII.2.1 FONCTIONS 57
VII.3 Classification selon le type de déplacement de l'obturateur 59
VII.3.1 Mouvement perpendiculaire par rapport à la direction du flux : 59
VII.3.2 Mouvement parallèle par rapport à la direction du flux : 59
VII.4 Classement des robinets 59
VII.4.1 Les robinets-vannes de sectionnement 60
VII.4.2 Les vannes papillons 60
VII.4.3 Robinet à flotteur 60
VII.4.4 Robinet à soupape 61
VII.4.5 Les vannes à clapet de non-retour 61
VII.5 Les clapets 62
VII.6 Les ventouses 63
VII.7 Les by-pass 65
VII.8 Pièces spéciales de raccord 65
VII.8.1 Coudes 65
VII.8.2 Cônes 66
VII.8.3 Tés 66
VII.9 Les bouches et les poteau d'incendie 67
Conclusion 68

Chapitre VIII : Pose de canalisation et organisation de chantier

Introduction 69
VIII.1 Principe de pose de canalisation 69
VIII.1.1 Pose de canalisation dans un terrain ordinaire 70
VIII.1.2 Pose de canalisation en pente 71
VIII.1.3 Pose de canalisation en galerie 71

VIII.1.4 Pose des conduites en traversées des routes et voies ferrées 72
VIII.1.5 Pose selon la nature des conduites 73
VIII.2 Réalisation des opérations de pose des canalisations 73
VIII.2.2 Excavation des tranchées 73
VIII.2.2.1 Enlèvement de la couche végétale 74
VIII.2.2.2 Réalisation des fouilles : 74
VIII.2.3 Aménagement du lit de sable 75
VIII.3.3.1 L'assise 75
VIII.3.3.2 Choix du coefficient du talus (m) : 76
VIII.3.4Pose des conduites : 76
VIII.3.5 Epreuve de joints et de la canalisation 77
VIII.3.6 Remblaiement de la tranchée 77
VIII.3.6.1 Le remblai d'enrobage 77
VIII.3.6.2 Le remblai supérieur 78
VIII.3.7 Nivellement et compactage : 78
VIII.3.8 Mise en service du réseau 78
VIII.3.9 Définitions des engins de terrassement utilisés : 79
VIII.4 Planification des travaux du réseau de distribution 80
VIII.4.1 Principe de la méthode PERT 80
VIII.4.2 Construction du réseau 80
VIII.4.3 Détermination du chemin critique 81
VIII.5.2 La profondeur de la tranchée 84
VIII.5.3 Largueur de la tranchée : 84
VIII.5.4 Lit de sable 85
VIII.5.5 Remblais compacté 85

VIII.5.5.1 Volume de la conduite 86
Conclusion 90

Chapitre IX : Protection et sécurité de travail

Introduction 91
IX.1 Cause des accidents de travail 91
IX.1.1Causes humaines 91
IX.1.2 Causes techniques 92
IX.1.3 Causes matérielles 92
IX.2 Liste des conditions dangereuses 92
IX.3 Liste des actions dangereuses 93
IX.4 Mesures préventives pour éviter les causes accidents 93
IX.4.1 Prévention technique……..93
IX.4.2 Prévention médicale 96
IX.4.3 Prévention pour les conducteurs d'engin 96
Conclusion……97

Liste de tableaux

Chapitre I : présentation de la zone d'étude

Tableau I.1: Températures mensuelles et annuelles (2014-2018). 2
Tableau I.2: Répartition mensuelle de l'évaporation (2014-2018). 3
Tableau I.3:Moyennes annuelles et mensuelles des vitesses du vent (m/s) (2014-2018)…. 3

Chapitre II : Evaluation des besoins en eau

Tableau II.1 : Besoins de la population future. 7
Tableau II.2 : Evaluation des besoins scolaires sur l'horizon considéré (30ans). 8

Tableau II.3 : Évaluation des besoins administratifs sur l'horizon considéré (30ans). 8

Tableau II.4 : Besoins socioculturels sur l'horizon considéré (30ans). 9

Tableau II.5 : Besoins sanitaires sur l'horizon considéré (30ans). 9

Tableau II.6 : Récapitulation de la consommation en eau totale sur l'horizon considéré (30ans): 9

Chapitre III : Variation des débits de consommation

Tableau III.1 : Calcul de consommation maximale journalière 12

Tableau III.2 : Calcul de consommation minimale journalière 12

Tableau III.3 : Variation du coefficient βmax en fonction du nombre d'habitants.... 15

Tableau III.4 : Variation du coefficient βmin en fonction du nombre d'habitants 15

Tableau III.5 : Réparation des débits horaires en fonction du nombre d'habitant.. ... 16

Tableau III.6: Variation du débit horaire 17

CHAPITRE IV : ETUDE DES RESERVOIRS

Tableau IV.1 : Détermination de la capacité de stockage nécessaire à l'horizon calcul 29

ChapitreV: Etude de la conduite d'adduction

Tableau V.2 : résultat du dimensionnement gravitaire. 38

Tableau V.3: résultat de calcul du temps de l'onde de déformation……...39

Chapitre VI: Conception du réseau de distribution

Tableau VI.1 : valeur des débits en routes et aux nœuds dans le réseau projeté. 43

Tableau VI.2 : charges et pression dans le réseau projeté en cas de pointe. 46

Tableau VI.3 : vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté en cas de pointe... 48

Tableau VI.4 : charges et pressions dans le réseau projeté en cas de pointe + incendie. 51

Tableau VI.5 : vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté en cas de pointe+ incendie 52

Chapitre VIII : Pose de canalisation et organisation de chantier

Tableau VIII.1 : Coefficient du talus en fonction de la profondeur de la tranchée. ... 76

Tableau VIII.2 : Détermination des délais. ... 82

Tableau VIII.3 : Calcul du volume du déblai du réseau de distribution. ... 84

Tableau VIII.4 : Calcul du volume du lit de sable. ... 85

Tableau VIII.5 : Calcul du volume des conduites. ... 86

Tableau VIII.6 : Volumes des travaux de distribution. ... 87

Tableau VIII.6: Devis estimatif et quantitatif du projet. ... 88

Liste de figures

Chapitre I : présentation de la zone d'étude

Figure I.1 : localisation de la Wilaya TIARE ... 1

Figure I.2 : Carte de zonage sismique de l'Algérie. ... 4

Chapitre III : Variation des débits de consommation

Figure III.1 : Graphique de consommation pour les habitants ... 18

Figure III.2 : Courbe intégrale de la consommation totale ... 18

CHAPITRE IV: ETUDE DES RESERVOIRS

Figure IV.2: Arrivée par le haut. ... 24

Figure IV.3 : Arrivée par le bas. ... 24

Figure IV.4: conduite de distribution. ... 25

Figure IV.5 : Conduite de vidange et du trop plein. ... 26

Figure IV.6 : Conduite BY-PASS. ... 26

Figure IV.7 : Système à deux prises. ... 27

Figure IV.8 : Système à siphon. ... 27

Chapitre V : Etude de la conduite d'adduction

Figure V.01: le schéma du tracé de la conduite d'adduction extrait (google earth) 36

Chapitre VI : Conception du réseau de distribution

Figure VI.1 : Le schéma global de la répartition des pressions et vitesses dans le réseau en cas de pointe.....50

Figure VI.2 : Le schéma global de la répartition des pressions et vitesses dans le réseau en cas de pointe + incendie.....55

Chapitre VII : Accessoires de réseau de distribution

Figure VII.1 : robinet vanne de sectionnement. 60

Figure VII.2 : vanne à papillon. 60

Figure VII.3 : Robinet à flotteur.....61

Figure VII.4 : Robinet à soupape. 61

Figure VII.5 : Les vannes à clapet de non-retour. 62

Figure VII.6: Clapet anti-retour à battant. 62

Figure VII.7 : Clapet anti-retour à double battant. 63

Figure VII.8: Clapet anti-retour à bille. 63

Figure VII.9 : ventouse simple. 64

Figure VII.10 : Coudes. 65

Figure VII.11: Cônes. 66

Figure VII.12: Tés. 66

Figure VII.13 : Exemple de raccordement d'un poteau d'incendie au réseau d'eau. ...67

Chapitre VIII : Pose de canalisation et organisation de chantier

Figure VIII.1 : Pose de conduite dans un terrain ordinaire. 70

Figure VIII.2 : Pose de canalisation en pente. 71

Figure VIII.3 : pose de canalisation en galerie. 72

Figure VIII.4 : une canalisation qui traverse la rivière. 72

Figure VIII.5 : Image des engins de terrassement utilisés 79

Figure VIII.6: Réseaux à nœuds et calcul du temps de réalisation du réseau de distribution……83

Chapitre IX : Protection et sécurité de travail

Figure IX.1 : Equipement de protection individuelle. 94

Liste des planches

Planche 1 : Plan de masse avec tracé du réseau de distribution.

Planche 2 : Profil en long de la conduite de distribution principale.

Planche 3 : Plan du réservoir projeté 1500 m^3.

Planche 4 : Détail des nœuds.

Introduction générale

L'eau, en tant que ressource essentielle à la vie et au développement, est considérée parmi les atouts naturels les plus précieux, jouant un rôle crucial dans le progrès social et économique d'un pays. La croissance de la population et l'amélioration du niveau de vie ont entraîné une demande croissante en eau potable.

Malheureusement, de nombreuses régions en Algérie connaissent une pénurie d'approvisionnement en eau potable. C'est dans ce contexte que notre mémoire de fin d'études aborde la problématique du dimensionnement du réseau d'approvisionnement en eau potable du pos "03" de la ville d'Tiaret , située dans la wilaya d'Tiaret.

L'objectif de notre travail consiste à apporter une contribution significative à la résolution des problèmes liés à l'approvisionnement en eau potable.

Chapitre I

Présentation de la zone d’étude

Introduction

L'étude a pour but de réaliser le dimensionnement et la conception du système d'eau potable (AEP) du POS Nº03 Zaaroura se trouve dans la wilaya de Tiaret **.**

I.1 Situation géographique

La wilaya de Tiaret, située dans le Nord-Ouest de l'Algérie, à une altitude variant entre 960 mètres et 1050 mètres.

Elle est limitée administrativement par :

- Au Nord par la wilaya de Tissemsilt et Relizane.
- Au Sud, par les wilayas d'El bayedh et Laghouat.
- l'Est par la wilaya Djelfa.
- À l'Ouest par la wilaya Mascara et Saida.

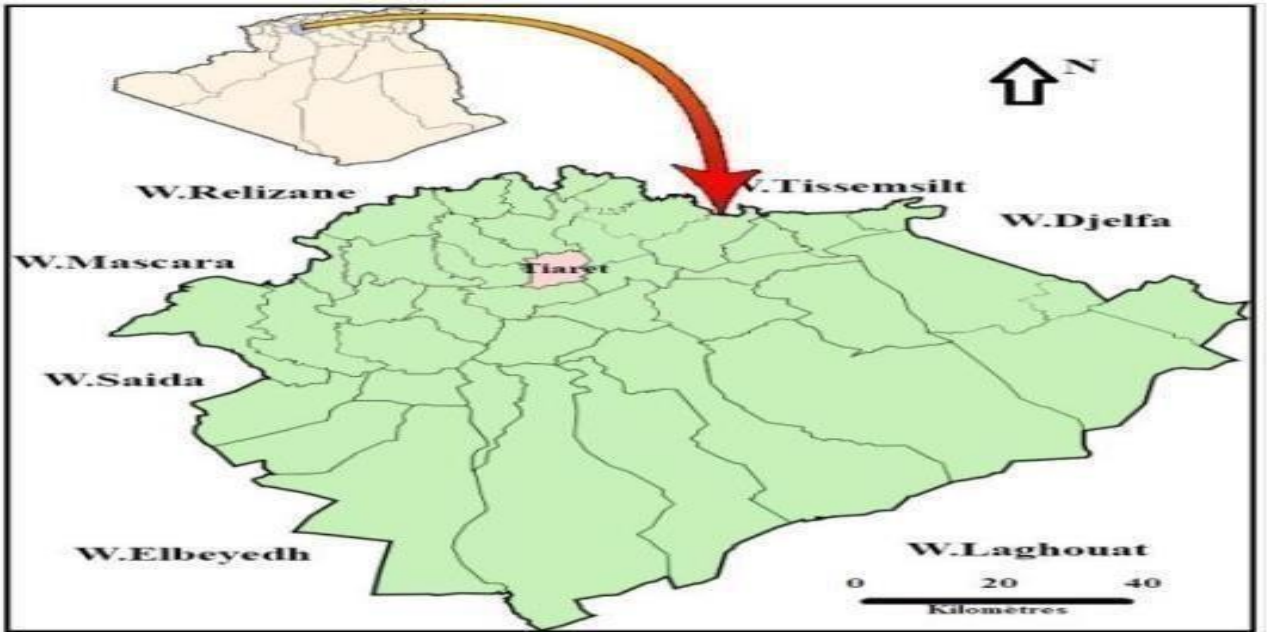


Figure I.1 :localisation de la commune TIARET

I.2 Situation topographique

L'étude de la topographie revêt une importance essentielle et joue un rôle clé dans la planification du réseau, car l'écoulement des eaux se fait généralement de manière gravitaire, sauf lorsque le relief impose un système de pompage, la Wilaya TIARTE se distingue par un relief marqué, avec des altitudes variant de 960 mètres à 1050 mètres.

I.3 Situation climatique

I.3.1 Climat

L'étude climatique revêt une importance cruciale, fournissant des informations essentielles sur la pluviométrie, les températures, l'humidité, les vents, ainsi que les jours caractéristiques de gelée, la Wilaya TIARET est notable pour ses conditions climatiques rigoureuses.

Historiquement, le climat a été qualifié de semi-aride de type continental, marqué par des hivers froids et des étés modérément chauds et secs.

I.3.2 Température

L'analyse des données met en évidence deux saisons distinctes tout au long de l'année : une saison froide et une saison chaude, Les températures les plus basses sont enregistrées durant la période hivernale, particulièrement en décembre (0.0 °C), janvier (1,9 °C) et février (2,1 °C),

Pendant la saison chaude, les températures dépassent les 25 °C de juin à octobre , Les relevés des températures dans la région orientale pour la période allant de 2008 à 2018.

Tableau I.1: Températures mensuelles et annuelles **(2008-2018).**

Mois	Min (m) (c°)	Max (M) (c°)	t/Moy (c°)
Jan	1,9	14,1	8
Fev	2,1	15,3	8,7
Mar	2,3	16,1	9,2
AVR	10	23,5	16,75
Mai	15,8	30,1	22,95
Jui	20,5	36,6	28,55
Jut	21,5	40	30,75
Août	23,6	40,4	32
Sept	19,7	34,2	26,95
Oct	16,4	32,2	24,3
Nov	8,3	20,5	14,4
Dec	0	15,8	7,9
Moy .Annuelle	11,842	26,57	19,20

Source : Station météo **(BOUCHEKIF-TIARET).**

I.3.3 Pluviométrie

Au cours du mois de Aout , les précipitations moyennes s'élèvent à environ 0,00 mm, ce qui en fait le mois le moins pluvieux de l'année. En contraste, le mois de Avril enregistre lesommet des précipitations, avec une moyenne de 86,7 mm, en faisant ainsi le mois le plus pluvieux de l'année.

Tableau I.2: Répartition mensuelle de Pluviométrie (**2008-2018**).

Mois	**Pluviomètre (mm)**
Janvier	80,80
Février	27,80
Mars	56,90
Avril	86,70
Mai	62,10
Juin	1,01
Juillet	1,30
Août	0,00
Septembre	30,80
Octobre	20,10
Novembre	10,80
Décembre	19,70

Source : Station météo **(BOUCHEKIF-TIARET).**

I.3.4 Les vents

La vitesse moyenne annuelle du vent se situe entre 1,8 et 3,1 m/s, avec des rafales particulièrement fortes au printemps et en automne, Les vents prédominants dans la région proviennent des directions Ouest et Nord-Ouest.

Tableau I.3 : Moyennes annuelles et mensuelles des vitesses du vent (m/s) **(2008-2018).**

Mois	**Jan,**	**Fév**	**Mars**	**Avr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Aout**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Déc**
Vitesse moy,	1,8	2,0	2,3	2,6	2,7	3,1	2,7	2,5	2,3	2,2	2,1	2,0

Source : Station météo **(BOUCHEKIF-TIARET).**

I.4 Situation sismique

Selon les normes du règlement parasismique Algérien (édition 2003), la wilaya de Tiaret est située dans la zone un (01) de la carte de zonage sismique du pays, caractérisée par une faible activité sismique qui n'exige pas la mise en place de mesures spéciales ou antisismiques lors de la construction de bâtiments.

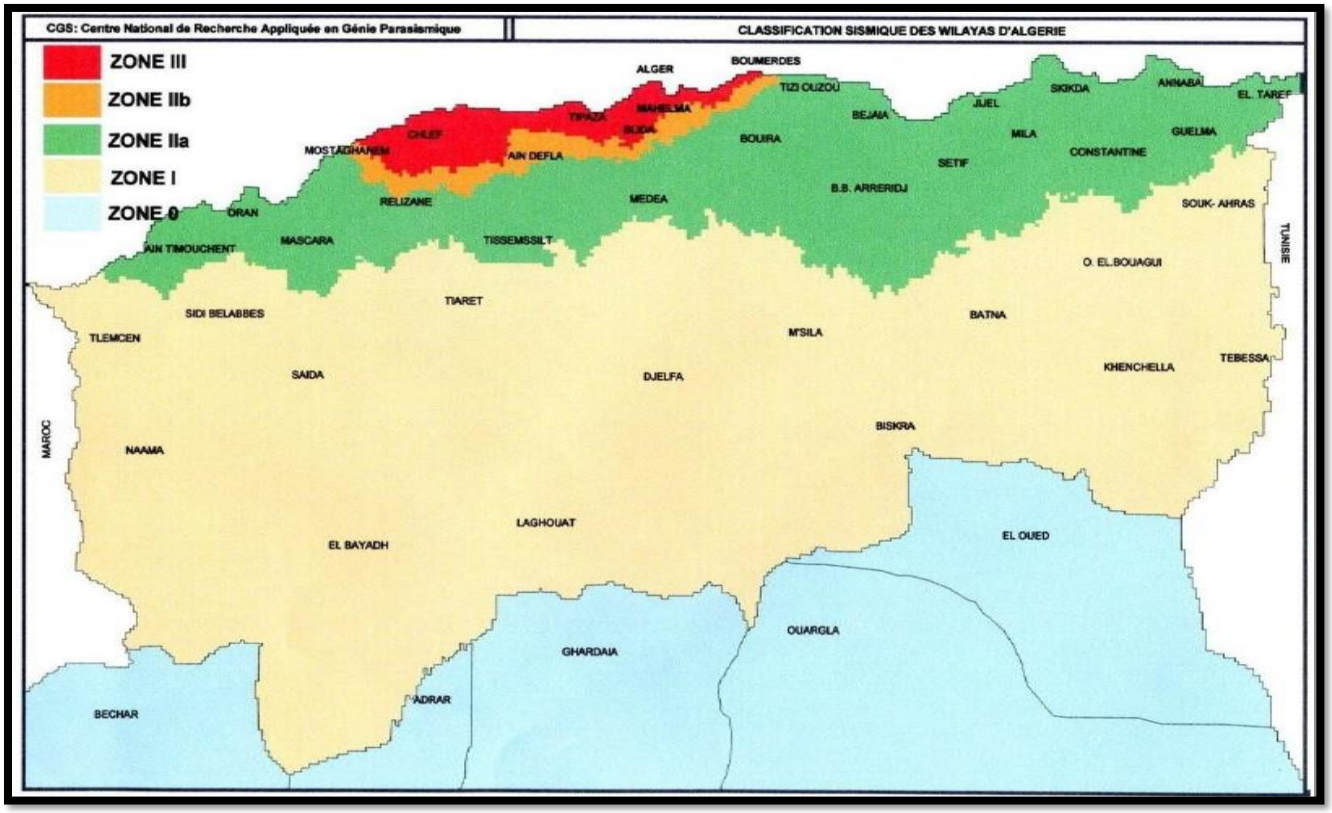


Figure I.2 : Carte de zonage sismique de l'Algérie.

I.5 Situation hydraulique

La pos de ZAAROURA reçoit son eau depuis des barrages et des forages situés dans la zonede captage de la wilaya de Tiaret.

La principale ressource de la wilaya est le barrage Benkhadda, qui possède une capacitéde 46 Mm^3.

Une chaîne de refoulement fournit l'alimentation avec quatre stations de pompage etune station de traitement.

I.6 Situation du périmètre d'étude

Le sujet d'étude est le POS N°03, qui est inclus dans l'étude du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme et se trouve dans la périphérie de la commune Tiaret. Situé à l'Ouest de la ville de TIARET, il s'étend sur une superficie de 113 hectares.
Il an une limite :

- Au Nord, par la zone des parcs et Cité 504 logement .
- Au Sud, par le port sec .
- A l'Est, par le Centre-ville et Route National 23 .
- A l'Ouest, par Université Ibn khaldoun .

Conclusion:

Ce chapitre a fourni un aperçu de la zone d'étude et souligné les données nécessaires pour l'élaboration de notre projet, Le terrain présente une irrégularité moyenne du point de vue topographique, La mobilisation de ressources souterraines à l'horizon actuel est la principale caractéristique de la situation hydraulique.

Les données de base pour la conception d'un réseau d'alimentation en eau potable afin d'assurer les besoins en eau à long terme pour toute la zone d'étude .

Chapitre II

Evaluation des besoins en eau

INTRODUCTION

L'évaluation des besoins en eau d'une zone urbaine est une étape cruciale dans la planification d'un projet d'approvisionnement en eau potable. Il est nécessaire de déterminer une allocation pour chaque catégorie d'utilisateurs, ce qui est défini comme la quantité d'eau nécessaire par unité de consommateur en relation avec le débit quotidien.

Les demandes en eau sont influencées par divers facteurs, notamment la croissance démographique, les installations sanitaires, les activités industrielles et le niveau de vie de la population.

II.1 Estimation de la population future

Pour projeter la population à venir, nous considérons une période de 30 ans et utilisons un taux de croissance de 2,5%, Les besoins en eau sont déterminés en se référant aux prévisions du plan d'aménagement du POS et les données.

La variation de la population est calculée en utilisant la formule suivante :

$$\mathbf{P}n = \mathbf{P}0\ (1+\tau)^{n} \qquad \textbf{(II.1)}$$

Avec :

- **P**n : population à l'horizon donnée.
- **P**0 : Population de référence.
- **N** : Nombre d'années séparant l'année de référence et l'année de l'horizon.
- **τ** **:** Taux d'accroissement.

Taux d'accroissement (τ) :

Le taux d'accroissement de la population est une mesure qui représente la variation de la population d'une région, d'un pays ou d'une zone géographique donnée sur une période de temps spécifique. Il est généralement exprimé en pourcentage et représente la croissance ou la décroissance de la population sur une base annuelle.

II.2 Les catégories de consommation d'eau dans une agglomération :

Dans un contexte national ou au sein d'une zone urbaine , il existe généralement

diverses catégories de demandes en eau, qui varient en fonction du type de consommateur

II.2.1. Besoins domestiques

Il s'agit de l'eau utilisée pour les besoins quotidiens des ménages, tels que la consommation d'eau potable, la cuisine, etc .

II.2.2. Besoins public

Cela englobe l'approvisionnement en eau pour des entités publiques ou collectives telles que les municipalités, les administrations, les écoles, l'arrosage des espaces verts, les hôpitaux, les commerces, etc.

II.2.3. Besoins industriel

Il s'agit de l'eau utilisée dans les processus de fabrication, de production et d'autres activités industrielles.

Chacun de ces types de demande en eau a des caractéristiques et des exigences spécifiques, et ils peuvent varier considérablement en quantité et en qualité d'eau nécessaire.

II.3. Détermination de la consommation moyenne journalière

A partir des dotations, les besoins pour chaque catégorie de consommateurs sont déterminés à part , puis la totalité de ces besoins est calculée.

$$Q_{moy\ j} = \frac{(N_i \times D_j)}{1000}\ (m^3/j) \qquad \textbf{(II.2)}$$

Avec :

- **Q_{moyj}** : Consommation moyenne journalière en m3/j .
- **D** : Dotation journalière en l/j/cons.
- **Ni** : Nombre de consommateurs.

La dotation en eau est prise à 125 l/j/hab pour l'horizon 2023, et 150 l/j/hab pour l'horizon 2053.

II.3.1. Besoins domestiques :

Le tableau suivant détermine les besoins domestiques :

Tableau II.1 : Besoins de la population future.

Horizon	**Population**	**Dotation (l/j/hab)**	**Qmoy j(m^3/j)**
2023	36323	125	4540,38
2053	76190	150	11428,49

Source :(Direction des ressources en eau Tiaret 2023).

II.3.2. Besoins scolaires :

Le tableau suivant détermine les besoins scolaires :

Tableau II.2 : Evaluation des besoins scolaires sur l'horizon considéré (30ans).

Equipement	Nombre (unité)	Nombre (élève)	Dotation (l/j/unité)	Qmoy j(m3/J)
Ecole primaire	8	1980	10	19,8
C.E.M	2	1020	10	10,2
Lycée	1	710	10	7,1
Totale				**37,1**

Source :(Direction des ressources en eau Tiaret 2023).

II. 3. 3. Besoins administratifs :

Le tableau suivant détermine les besoins administratifs :

Tableau II.3 : Évaluation des besoins administratifs sur l'horizon considéré (30ans).

Equipement	Unité	Nombre	Dotation (l/j/unité)	Qmoyj(m3/j)
APC	employé	35	15	0,525
Télécom	employé	20	15	0,300
Agence postal	employé	25	15	0,375
Totale				**1,2**

Source :(Direction des ressources en eau Tiaret 2023).

II.3.4. Besoins socioculturels :

Le tableau suivant détermine les besoins socioculturels:

Tableau II.4 : Besoins socioculturels sur l'horizon considéré (30ans).

Equipement	Unité	Nombre	Dotation (l/j/unité)	Qmoyj (m3/j)
Mosquée	fidèles	850	20	**17**

Source :(Direction des ressources en eau Tiaret 2023).

II.3.5 Besoins sanitaires :

Le tableau suivant détermine les besoins sanitaires :

Tableau II.5 : Besoins sanitaires sur l'horizon considéré (30ans).

Equipement	Unité	Nombre	Dotation (l/j/unité)	Qmoyj (m3/j)
polyclinique	malad	40	15	**0,6**

Source :(Direction des ressources en eau Tiaret 2023).

II.4. Récapitulation de la consommation moyenne en eau totale

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

Le tableau suivant donne Récapitulation de la consommation en eau totale :

Tableau II.6 : Récapitulation de la consommation en eau totale sur l'horizon considéré (30ans):

Types des besoins	**Consommation moyenne journalière [m^3/j]**
Besoins domestiques	11428,49
Besoin scolaires	37,1

Types des besoins	**Consommation moyenne journalière [m^3/j]**
Besoin administratifs	1,2
Besoin socioculturels	17
Besoins sanitaires	0,6
TOTALE	**11484,39**

En prenant en compte les pertes, nous augmentons cette valeur de 20 %, ce quinous donne la consommation moyenne journalière de l'agglomération :

Qmoy j= 13781,268 **m^3/j** **Pour l'année 2053.**

CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons calculé la consommation moyenne journalière pourdifférentes catégories .

La consommation varie dans le temps et dépend du mode de vie de la population.

Le débit moyen Journalier de **13781,268 m^3/j**,est celui qui sera consommémoyennement par POS 03 ZAAROURA (W.TIARET).

Chapitre III
Etude des débits de consommation

INTRODUCTION

La consommation d'eau varie en fonction du type de consommateur, Avant tout projet d'alimentation en eau, il faut connaître le régime de consommation l'agglomération qui est utile pour le régime du travail des éléments du système et leur dimensionnement.

La consommation d'eau potable n'est pas uniforme et sa variation présente des maximums et des minimums.

III.1 Etude des variations de la consommation

La consommation varie en fonction des jours, des semaines et des mois, et cette variation devient plus prononcée lorsque la période considérée est plus courte, cette variation est caractérisée par des coefficients d'irrégularité

$K_{max.\ j}$ et **$K_{min.j}$.**

III.1.1 Consommation maximale journalière (Qmax j)

Il existe une journée dans l'année où la consommation est maximale, est utilisé comme élément de base dans les calculs de dimensionnement du réseau de distribution, ces débits sont donnés par les formules suivantes:

$$\mathbf{Qmax\ j = Kmax\ j \times Qmoy} \qquad \mathbf{(III.1)}$$

Avec :

- **Q** max j **:** débit maximum journalier (m3/j).
- **Q** moy j **:** débit moyen journalier (m3/j).
- **K** max j : coefficient d'irrégularité journalière maximum.

- **Coefficient maximal (d'irrégularité Kmax,j)**

Il est calculé en divisant la consommation maximale par la consommation moyenne journalier,comme exprimé par la formule suivante :

$$\mathbf{kmax\ j} = \frac{\mathbf{Qmax\ j}}{\mathbf{Qmoy\ j}} \qquad \mathbf{(III.2)}$$

Ce coefficient est utilisé pour calculer le débit maximum journalier, **k**max j Il

est comprise entre 1,1 et 1,3.

pour notre cas on prend $\mathbf{K_{max\ j} = 1,2}$

Tableau III.1 : Calcul de consommation maximale journalière :

Horizon	Population	Q_{moyj} (m^3/j)	$K_{max\ j}$	Q_{maxj} (m^3/j)
2053	76190	13781,268	1,2	16537,521

III.1.2 Consommation minimale journalière ($Q_{min.j}$)

Il existe une journée dans l'année où la consommation est minimale, Elle est calculée par la relation suivante :

$$\mathbf{Qmin\ j = Kmin\ j \times Qmoy\ j} \qquad \textbf{(III.3)}$$

Avec :

- $\mathbf{Q}$ min j : débit minimum journalier (m3/j).
- $\mathbf{Q}$ moy j : débit moyen journalier (m3/j)
- $\mathbf{K}_{\text{min j}}$: coefficient d'irrégularité journalière minimum

- **Coefficient d'irrégularité minimal (Kminj) :**

Il est calculé en divisant la consommation minimale par la consommation moyenne journalière comme exprimé par la formule suivante :

$$\mathbf{kmin\ j} = \frac{\mathbf{Qmin\ j}}{\mathbf{Qmoy\ j}} \qquad \textbf{(III.2)}$$

Ce coefficient est utilisé pour calculer le débit minimum journalier, **k**max j Il est comprise entre 0,7 et 0,9.

Pour notre cas on prend $\mathbf{K_{min\ j} = 0,8}$

Tableau III.2 : Calcul de consommation minimale journalière :

Horizon	Population	$Q_{moy\ j}$ (m^3/j)	$K_{min\ j}$	$Q_{min\ j}$ (m^3/j)
2053	76190	13781,268	0,8	11025,0144

III.2 Etude des variations des débits horaires

III. 2. 1 Débit moyen horaire

La relation suivante permet de calculer le débit moyen horaire :

$$\mathbf{Q_{moyh} = Q_{maxj}/24\ (m^3/h)} \qquad \mathbf{(III.3)}$$

Avec :

- $\mathbf{Q}_{\text{moy h}}$ **:** débit moyen horaire en m^3/h.
- $\mathbf{Q}_{\text{max j}}$ **:** débit maximum journalier en m^3/j.

III. 2. 2 Détermination du débit maximum horaire

Ce débit revêt une grande importance dans divers calculs liés au réseau de distribution, et il est défini par la relation suivante.

$$\mathbf{Qmax\ h = Kmax\ h \times Qmoy\ h} \qquad \mathbf{(III.4)}$$

Avec :

- $\mathbf{Q}_{\text{max h}}$: débit maximum horaire en (m^3/h)
- $\mathbf{Q}_{\text{moy h}}$ **:** débit moyen horaire en (m^3/h)
- $\mathbf{K}_{\text{max h}}$ **:** coefficient d'irrégularité maximale horaire

- **Coefficient d'irrégularité maximum horaire (Kmaxh):**

Ce coefficient représentatif de l'augmentation de la consommation horaire pour la journée la plus chargée, nous montrons de combien de fois le débit maximum horaire excède le débit moyen horaire, il tient compte non seulement de l'accoisement de la population mais aussi également du degré du confort et du régime de travail de l'industrie.

De manière générale, le coefficient peut être exprimé en termes de deux autres coefficients, **α**max et **β**max, comme suit :

$$\mathbf{Kmax\ h = \alpha max \times \beta max} \qquad \mathbf{(III.5)}$$

Avec :

- α_{max} : Coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomérat et du régime de travail de l'industrie, sa valeur varie ne fonction entre 1,2 et 1,4.
- β_{max} : Coefficient lié à l'accroissement de la population donné par le tableau suivant donne sa variation en fonction du nombre d'habitan

Tableau III.3 : Variation du coefficient βmax en fonction du nombre d'habitants :

Population $\times 10^3$	<1	1,5	2,5	4	6	10	20	30	>100
βmax	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1

Pour notre cas on a un nombre d'habitants de 76190 **hab.**, donc β_{max} **= 1,125**, d'où la valeur de

K_{maxh} sera :

$$K_{maxh} = 1,2*1,125 = 1.35$$

$$\textbf{Qmax h= 689,063 × 1,35 =930.235 (m}^3\textbf{/h)}$$

- **Coefficient d'irrégularité minimal horaire (Kminh) :**

Il est déterminé par la relation suivante :

$$\textbf{Kmin h= } \alpha\textbf{min} \times \beta\textbf{min} \qquad \textbf{(III.6)}$$

Avec

- α_{min} : coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et du régime de travail, il varie de **0,4** à **0,6**.
- β_{min} : coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population donné par le tableau suivant donne sa variation en fonction du nombre d'habitants.

Tableau III.4 : Variation du coefficient βmin en fonction du nombre d'habitants :

Population $\times 10^3$	<1	1,5	2,5	4	6	10	20	30	>100
βmin	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	1

Donc pour notre cas on prend $\boldsymbol{\beta_{min} = 0,8}$; d'où la valeur de $K_{min,h}$ sera :

$$K_{minh} = 0,5*0,8 = 0,4.$$

Qmax h= 689,063 × 0,4 =275.625 (m^3/h)

III.3 débit de pointe

Le calcul du réseau de distribution s'effectue en considérant les débits maximaux en heures de pointes, Le débit horaire d'une agglomération est lié directement à l'importance et le nombre de ses habitant,

On trouve dans le tableau suivant Réparation des débits horaires en fonction du nombre d'habitants.

Tableau III.5 : Réparation des débits horaires en fonction du nombre d'habitant.

Heures	Nombres d'habitants				
	Moins de 10000	**De10001 à 50000**	**De 50001 à 100000**	**Plus de 100000**	**Agglo. de type rural**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
0_1	1	1,5	**3**	3,35	0,75
1_2	1	1,5	**3,2**	3,25	0,75
2_3	1	1,5	**2,5**	3,3	1
3_4	1	1,5	**2,6**	3,2	1
4_5	2	2,5	**3,5**	3,25	3
5_6	3	3,5	**4,1**	3,4	5,5
6_7	5	4,5	**4,5**	3,85	5,5
7_8	6,5	5,5	**4,9**	4,45	5,5
8_9	6,5	6,25	**4,9**	5,2	3,5
9_10	5,5	6,25	**5,6**	5,05	3,5
10_11	4,5	6,25	**4,8**	4,85	6
11_12	5,5	6,25	**4,7**	4,6	8,5
12_13	7	5	**4,4**	4,6	8,5
13-14	7	5	**4,1**	4,55	6
14-15	5,5	5,5	**4,2**	4,75	5
15-16	4,5	6	**4,4**	4,7	5
16-17	5	6	**4,3**	4,65	3.5
17-18	6,5	5,5	**4,1**	4,35	3.5
18-19	6,5	5	**4,5**	4,4	6
19-20	5	4,5	**4,5**	4,3	6
20-21	4,5	4	**4,5**	4,3	6
21-22	3	3	**4,8**	4,2	3
22-23	2	2	**4,6**	3,75	2
23-24	1	1,5	**3,3**	3,7	1

Source (polycop de **M.SALAH**)

- **Remarque**

Cette variation des débits horaires est exprimée en pourcentage (%) par rapport au débit maximal journalier de l'agglomération, Nous avons calculé le débit horaire en utilisant la formule suivante :

$$Qh=\frac{P\%\times Qmax\ j}{100}\ (m^3/h) \qquad (III.7)$$

Pour notre cas on choisie la répartition variant entre 50001 et 100000 hab.

Tableau III.6: Variation du débit horaire :

Heures	%	Q_{hor} (m^3/h)	% Cummul	Q_{hor} (m^3/h) Cummul
00-01	3	496,1256	3	496,125648
01-02	3,2	529,2007	6,2	1025,32634
02-03	2,5	413,438	8,7	1438,76438
03-04	2,6	429,9756	11,3	1868,73994
04-05	3,5	578,8133	14,8	2447,5532
05-06	4,1	678,0384	18,9	3125,59158
06-07	4,5	744,1885	23,4	3869,78005
07-08	4,9	810,3386	28,3	4680,11861
08-09	4,9	810,3386	33,2	5490,45717
09-10	**5,6**	926,1012	**38,8**	6416,55838
10-11	4,8	793,801	43,6	7210,35942
11-12	4,7	777,2635	48,3	7987,62293
12-13	4,4	727,651	52,7	8715,27388
13-14	4,1	678,0384	56,8	9393,31227
14-15	4,2	694,5759	61	10087,8882
15-16	4,4	727,651	65,4	10815,5391
16-17	4,3	711,1134	69,7	11526,6526
17-18	4,1	678,0384	73,8	12204,6909
18-19	4,5	744,1885	78,3	12948,8794
19-20	4,5	744,1885	82,8	13693,0679
20-21	4,5	744,1885	87,3	14437,2564
21-22	4,8	793,801	92,1	15231,0574
22-23	4,6	760,726	96,7	15991,7834
23-00	3,3	545,7382	100	16537,5216

Donc on remarque que l'heur de pointe est de 9h à 10h avec un débit de **926,1012m^3/h**

III.4 Représentation graphique de la consommation

Les résultats trouvés nous permettent de tracer les graphiques de consommations de l'agglomération, et celui de la courbe intégrale.

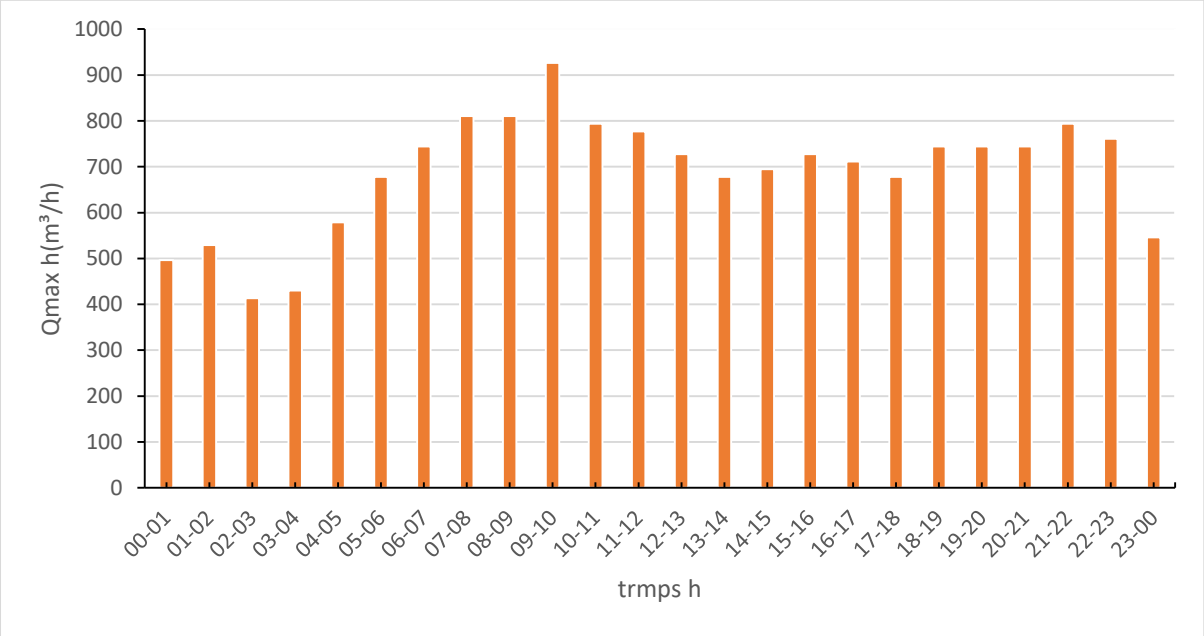


Figure III.1 : Graphique de consommation pour les habitants.

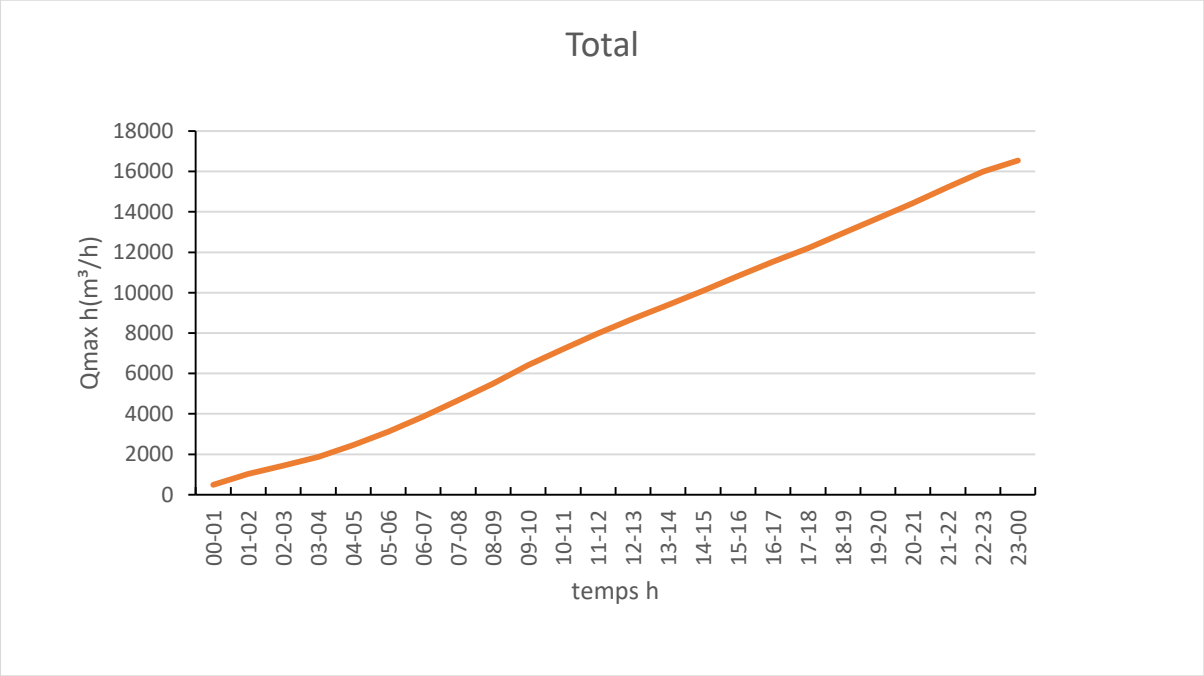


Figure III.2 : Courbe intégrale de la consommation totale.

CONCLUSION

Le débit de pointe est le débit maximal enregistré au cours de la journée, et dans notre situation, il correspondra à celui de l'heure entre 9h et 10h, soit

Qpointe = 926,1012 m^3/h

CHAPITRE IV

ETUDE DES RESERVOIRS

INTRODUCTION

Un réservoir est un ouvrage hydraulique est régulateur de débit qui permet d'adapter la production à la consommation, et très important dans un réseau d'alimentation en eau potable et pouvoir restituer l'eau dans les heures de pointe et peuvent avoir plusieurs rôles.

Il est essentiellement un ouvrage intermédiaire entre les réseaux d'adduction et les réseaux de distribution

IV.1 Rôle des réservoirs

Ils exécutent diverses tâches, notamment :

- Régulariser le fonctionnement de la pompe.
- Assurez-vous d'appliquer les contraintes nécessaires à chaque point du réseau.
- Assure la continuité de la distribution même si la pompe s'arrête.
- Coordonner le régime d'adduction au régime de distribution.
- Simplifier l'exploitation.
- Dans une distribution étagée, jouer le rôle de brise charge.
- Remplir la fonction d'intermédiaire.
- Garantie de réserve contre les incendies.

IV.2 Emplacement des réservoirs

Le placement du réservoir est fréquemment un défi complexe à résoudre. Pour ce faire, nous devons prendre en considération les aspects techniques et économiques suivants **:**

- L'alimentation du point le plus bas.
- Il est recommandé que l'emplacement permette une distribution gravitaire, avec

- la cote du radier étant plus élevée que la cote piézométrique maximale dans le réseau.
- La hauteur maximale des bâtiments.
- Idéalement, la localisation devrait être à la périphérie de la ville ou à proximité d'un centre de consommation clé.
- Les pertes de charge depuis le réservoir jusqu'au point le plus désavantagé de la ville en question.
- Les caractéristiques topographiques de la ville, qui peuvent influencer la décision de construire un réservoir au sol , en tenant compte des considérations suivantes :
- La simplicité de la construction du coffrage.
- La facilité de réalisation de l'étanchéité.

IV.3 CLASSIFICATION DES RESERVOIRS

IV.3.1 Classification en fonction du matériau de construction :

- Réservoirs en béton armé .
- Réservoirs en maçonnerie .
- Réservoirs métalliques.

IV.3.2 Classification en fonction de la localisation géographique :

- Les réservoirs enterrés.
- Les réservoirs semi-enterrés.
- Les réservoirs sur élevés.

IV.3.3 Classification en fonction de l'utilisation :

- Réservoir principal pour l'accumulation et le stockage.
- Réservoir d'équilibrage (ou tampon).
- Réservoir de traitement.

IV.3.4 Classification selon la forme géométrique :

- Réservoirs de forme circulaire.

- Réservoirs de forme rectangulaire.
- Réservoirs de forme carrée.

IV.4 Choix du type de réservoir

Nous sommes conscients que plusieurs types de réservoirs sont disponibles, notamment les réservoirs enterrés, semi-enterrés ou semi-élevés, souvent désignés sous le nom de "châteaux d'eau". Le choix du type de réservoir dépendra naturellement des spécificités de chaque situation.

Cependant, dans la mesure du possible, il est préférable d'opter pour un réservoir semi-enterré, voire un réservoir enterré, avec une base largement enfouie dans le sol. Pour notre cas particulier, nous avons choisi un réservoir de type semi-enterré en raison des avantages suivants :

- Réduction des coûts de construction.
- Simplification de l'étude architecturale.
- Facilité accrue pour assurer l'étanchéité.
- Maintien d'une température de l'eau constante une fois stockée.

Le réservoir projeté est de type semi-enterré, schématisé dans la figure III.1 suivante

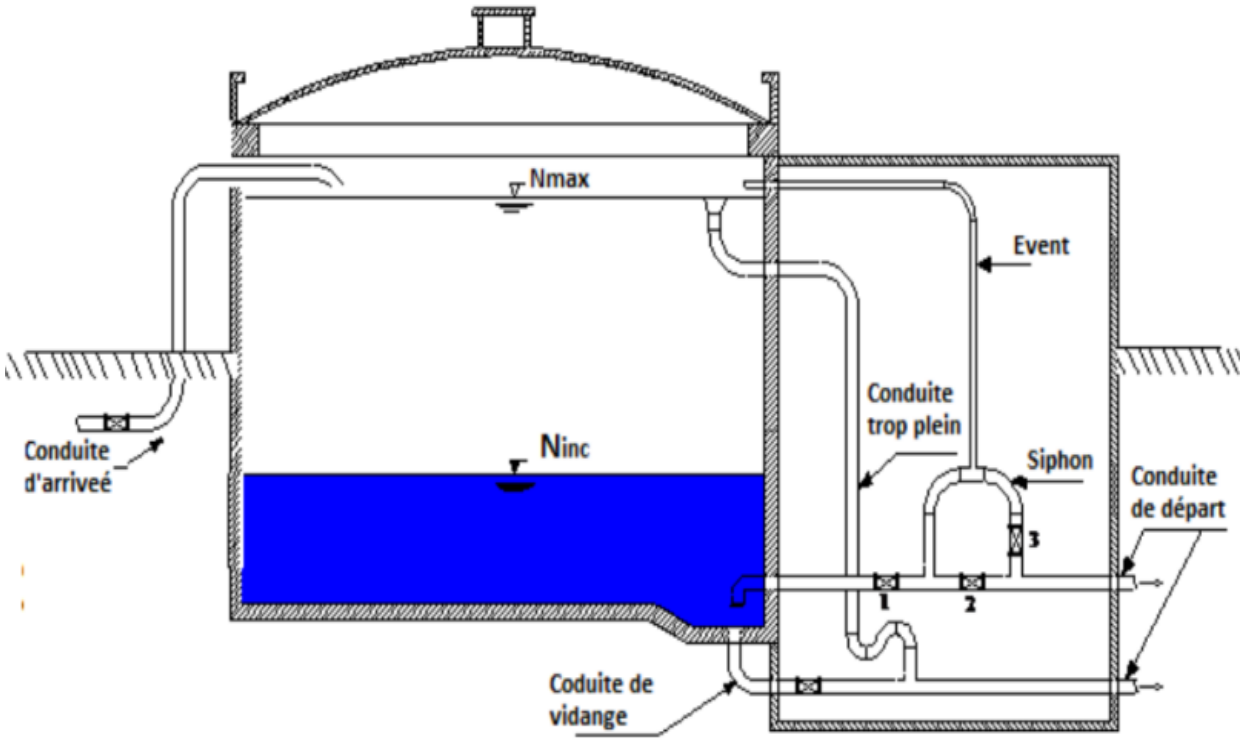


Figure III.1 : Coupe transversale d'un réservoir de stockage de type semi-enterré.

IV.5 Choix de emplacement des réservoirs

Le choix de l'emplacement du réservoir doit garantir une pression suffisante pour les abonnés lors des pics de demande. La meilleure position n'est déterminée qu'après une étude technico-économique approfondie, en prenant en compte les facteurs suivants :

- Les réservoirs doivent être situés à une altitude supérieure à celle de l'agglomération qu'ils desservent.
- Le site du réservoir devrait être le plus proche possible de l'agglomération afin d'optimiser l'efficacité économique et d'alimenter le point le moins favorable.
- La topographie et la géologie jouent un rôle essentiel dans le choix de l'emplacement.
- Le réservoir doit être édifié sur un sol stable et solide.

IV.6 Équipements du réservoir

Les réservoirs doivent être équipés des éléments suivants :

- ✓ D’une conduite d’arrivée ou d’alimentation.
- ✓ Une conduite de départ ou de distribution.
- ✓ Une conduite de vidange.
- ✓ Une conduite de trop –plein.
- ✓ Système de matérialisation de la consigne d’incendie.
- ✓ Conduit by –pass.

IV.6.1 Conduite d'arrivée

Afin de provoquer le brassage, l'adduction est effectuée par refoulement, en arrivant dans le réservoir en haut par un siphon ou par le bas placé à l'opposé de la conduite de départ.

- ✓ **Par Le haut :**

  On peut choisir entre deux méthodes pour la sortie de la conduite : soit en la laissant tomber librement, soit en la plongeant de manière à ce que son extrémité reste toujours immergée. Dans le premier cas, cela permet une meilleure oxygénation de l'eau, mais cela libère également plus facilement le gaz carbonique dissous, ce qui peut conduire à un dépôt de tartre dans le réservoir et les conduites.

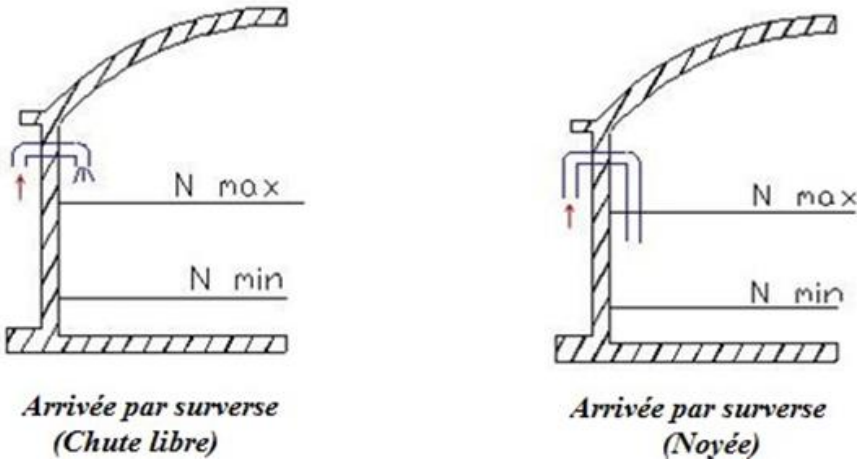


Figure IV.2: Arrivée par le haut.

- ✓ **Par Le bas**

On peut choisir de faire passer la conduite soit par le bas, en traversant les parois du réservoir, soit par le fond, en passant à travers le radier.

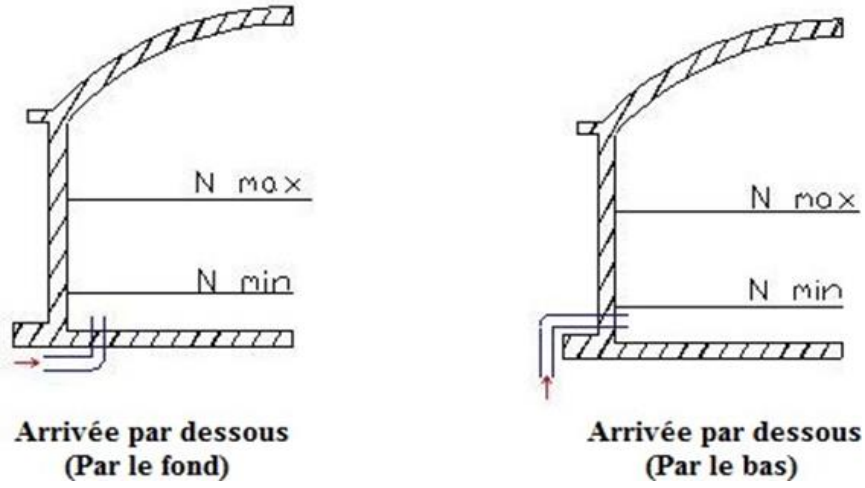


Figure IV.3 : Arrivée par le bas.

IV.6.2 Conduite de départ

Le point de sortie de la conduite doit être positionné à une hauteur de 0,15 à 0,20 mètres au-dessus du fond afin d'éviter l'entrée de boues ou de sables dans le réseau de distribution, qui pourraient éventuellement se déposer dans la cuve. De plus, il est nécessaire de maintenir une distance minimale de 0,5 mètre par rapport à la partie supérieure de la conduite en cas de baisse maximale du niveau de l'eau.

Cette configuration facilite le mélange de l'eau, le point de sortie doit être prévu

à l'opposé du point d'entrée, et un robinet-vanne sera installé sur la sortie de la conduite.

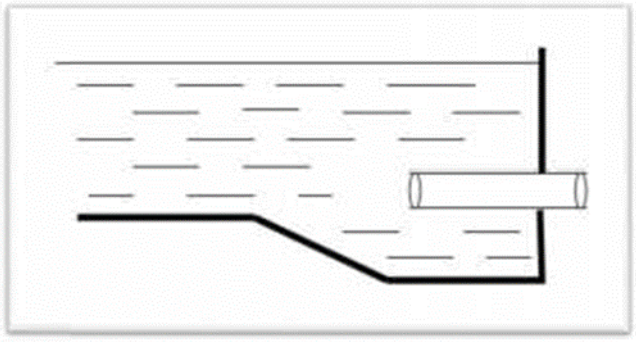


Figure IV.4: conduite de distribution.

IV.6.3 Conduite de vidange

La conduite de vidange est positionée au point le plus bas du réservoir, elle est utilisée pour vider le réservoir. À cette fin, le fond du réservoir est incliné vers l'extrémité de la conduite de vidange. Cette conduite est reliée à la conduite de trop-plein et est équipée d'un robinet-vanne.

IV.6.4 Conduite du trop-plein

La conduite de trop-plein a pour objectif d'empêcher le dépassement du niveau d'eau maximal. Son extrémité doit être configurée en forme de siphon pour prévenir l'introduction de substances nuisibles dans la cuve.

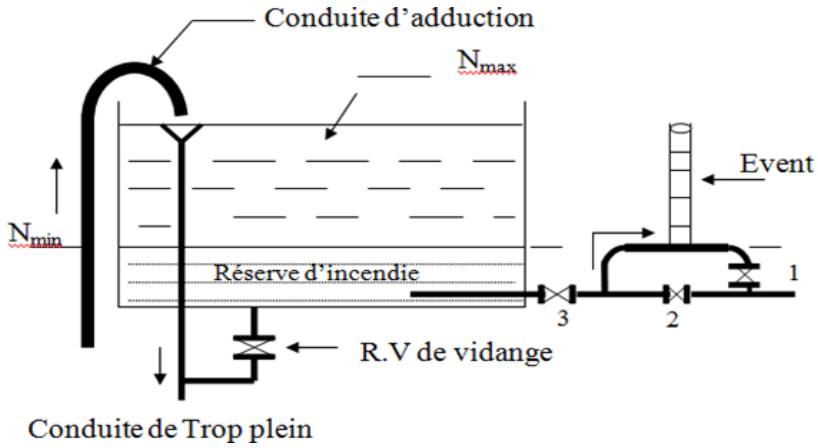


Figure IV.5 : Conduite de vidange et du trop plein.

IV.6.5 Conduite BY-PASS :

Elle établit une connexion entre la conduite d'entrée et la conduite de sortie lorsqu'il s'agit d'un réservoir non compartimenté. Cette connexion permet d'assurer la distribution lorsque le réservoir doit être isolé en vue de sa maintenance

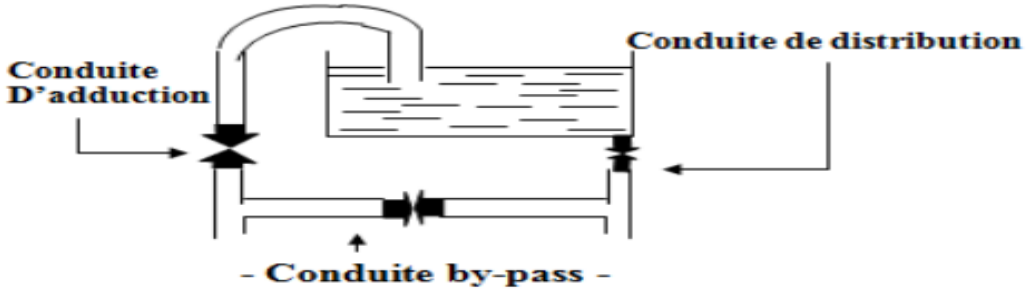


Figure IV.6 : Conduite BY-PASS.

IV.7 Matérialisation de la réserve d'incendie

Lorsque la surveillance du niveau d'eau dans le réservoir ne peut être effectuée en permanence par du personnel, notamment dans le cas d'installations automatisées, il est crucial de mettre en place des mesures pour éviter que, lors d'une utilisation intensive, la réserve d'eau d'incendie ne soit acheminée dans la distribution. Deux types de systèmes peuvent être distingués à cet égard **:**

- **Le système à deux prises :**

  Dans ce cas, la réserve d'eau constitue une zone stagnante qui n'est pas renouvelée, ce qui peut, avec le temps, entraîner une altération de la qualité de l'eau dans le réservoir**.**

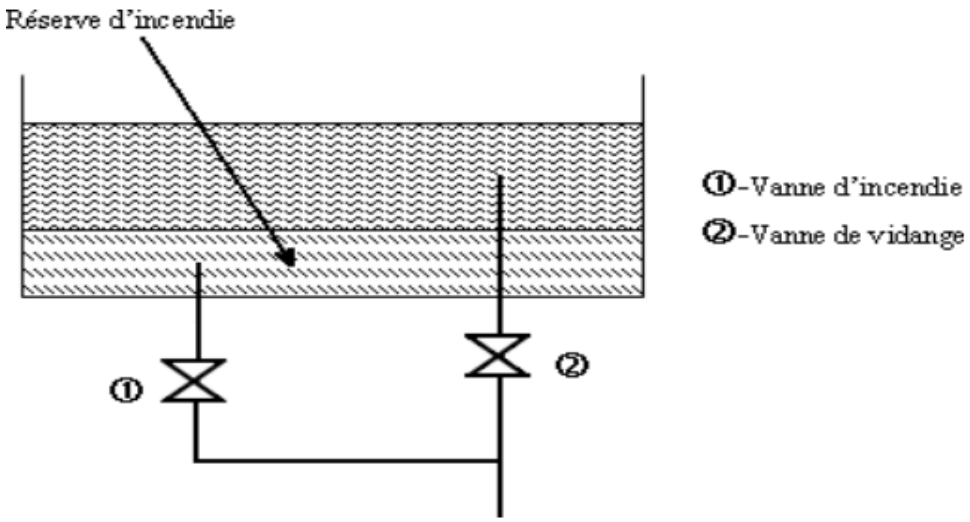


Figure IV.7 : Système à deux prises.

- **Le système à siphon** :

Ce système est conçu de manière à ce que le siphon puisse se désamorcer grâce à la présence d'un évent ouvert à l'air libre. Ainsi, en cas d'urgence, la réserve d'eau ne sera pas utilisée.

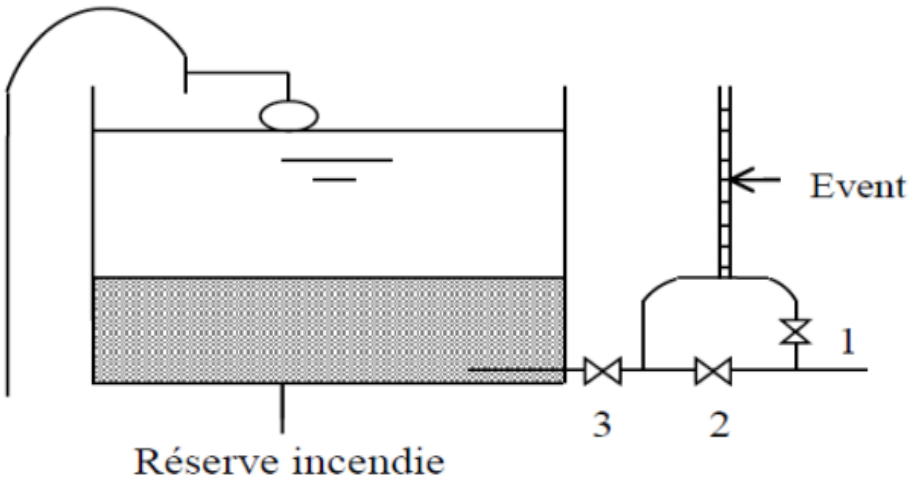


Figure IV.8 : Système à siphon.

IV.8 Capacité des réservoirs

Pour répondre aux exigences de sa fonction, le réservoir doit disposer d'une capacité de stockage adéquate. Cette capacité est définie comme étant la quantité nécessaire pour couvrir une journée de consommation, en y ajoutant une réserve pour les besoins d'extinction en cas d'incendie. Il est essentiel de prendre en considération les

variations des débits d'entrée et de sortie, qui dépendent du mode d'approvisionnement et de distribution. Le calcul de cette capacité peut être réalisé à l'aide de deux méthodes distinctes :

- La méthode analytique.
- La méthode graphique.

IV.8.1 Méthode analytique

La méthode analytique implique de réaliser une comparaison entre un régime d'alimentation caractérisé par un débit constant et un régime de consommation qui varie en fonction de la demande des résidents. En utilisant cette approche, le volume résultant de cette évaluation est déterminé comme suit :

$$\mathbf{V}r = \frac{a \times Qmax\ j}{100} \quad (m^3) \qquad \textbf{(IV.1)}$$

Avec :

- $\mathbf{V_r}$: Capacité résiduelle (m^3),
- **a** : Fraction horaire du débit maximum journalier (%).
- $\mathbf{Q_{maxj}}$: La consommation maximale journalière (m^3/j).

En prenant en compte le volume de la réserve d'incendie, la capacité totale du réservoir peut être calculée de la manière suivante :

$$\mathbf{V}t = \mathbf{V}r + \mathbf{V}inc \qquad \textbf{(IV.2)}$$

Avec :

- $\mathbf{V_T}$: capacité totale du réservoir (m^3).
- $\mathbf{V_r}$: capacité résiduelle (m^3).
- $\mathbf{V_{inc}}$: volume d'incendie estimé à **120 m^3**.

IV.8.2 Méthode graphique

Cette méthode, qui est similaire à la méthode analytique, prend en considération la courbe de consommation totale en se basant sur les coefficients de variation horaire

de la consommation et la courbe de l'apport du débit pompé en fonction de la durée de pompage. La capacité est déterminée en examinant les points extrêmes des cumuls de la consommation par rapport aux apports. Sur un même graphique, les courbes cumulées des débits d'apport et de consommation sont tracées en fonction du temps. Le volume maximal de stockage est calculé en additionnant en valeur absolue les écarts entre les deux points extrêmes par rapport à la courbe d'apport.

Alors :

$$\mathbf{R}\ \max = |\mathbf{d}| + |\mathbf{d}'|\ [\%] \qquad \textbf{(IV.3)}$$

Avec

- d : Excès durant différentes heures de la journée.
- d' : Déficit durant différentes heures de la journée.

Le volume de régulation (Vr) est calculé en utilisant la formule suivante :

$$\mathbf{V}r = \frac{(Qmax\ \ j \times Rmax)}{100}\ \ (m^3) \qquad \textbf{(IV.4)}$$

Le volume total résultera en:

$$\mathbf{V}_t = \mathbf{V}_r + \mathbf{V}_{inc}$$

IV.9 Détermination de la capacité du réservoir

Le calcul de la capacité du réservoir s'est effectué en utilisant la méthode analytique, et les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau IV.1 : Détermination de la capacité de stockage nécessaire à l'horizon calcul

Heures	**Consommation (%)**	**Production (%)**	**Arrivée d'eau au réservoir**	**Départ d'eau du réservoir**	**Reste dans réservoir**
0 - 1	3	4,17	1,17		2,03
1 - 2	3,2	4,17	0,97		3,00
2 - 3	2,5	4,17	1,67		4,67
3 - 4	2,6	4,17	1,57		6,23
4 - 5	3,5	4,17	0,67		6,90
5 - 6	4,1	4,17	0,07		6,97
6 - 7	4,5	4,17		0,33	6,63

Heures	Consommation (%)	Production (%)	Arrivée d'eau au réservoir	Départ d'eau du réservoir	Reste dans réservoir
7 - 8	4,9	4,17		0,73	5,90
8 - 9	4,9	4,17		0,73	5,17
9- 10	5,6	4,17		1,43	3,73
10-11	4,8	4,17		0,63	3,10
11-12	4,7	4,17		0,53	2,57
12-13	4,4	4,17		0,23	2,33
13-14	4,1	4,17	0,07		2,40
14-15	4,2	4,17		0,03	2,37
15-16	4,4	4,17		0,23	2,13
16-17	4,3	4,17		0,13	2,00
17-18	4,1	4,17	0,07		2,07
18-19	4,5	4,17		0,33	1,73
19-20	4,5	4,17		0,33	1,40
20-21	4,5	4,17		0,33	1,07
21-22	4,8	4,17		0,63	0,43
22-23	4,6	4,17		0,43	0,00
23-24	3,3	4,17	0,87		0,87
Totale	100	100,00			

IV.9.1 Calcul du volume du réservoir

D'après le tableau ci-dessus on a :

$$\mathbf{V}u=\frac{6,97}{100} \times Qmax\ j=0,0697\times16537,521=1152,6652\ \mathbf{m^3} \qquad \textbf{(IV.5)}$$

Le volume d'incendie qui ne doit pas être touché ou dispersé sauf en cas d'incendie est pris en compte dans le calcul du volume total du réservoir, qui est estimé à 120 m3.

Donc

Vt = Vu + Vinc = 1152,6652 + 120 = 1272,6652 **m³**

Après normalisation du volume du réservoir nécessaire à l'horizon 2053 on trouve :

VT =1500m³

IV.9.2 Dimensions du réservoir projet

Après avoir choisi un volume normalisé, il est nécessaire de déterminer les dimensions du réservoir de forme cylindrique.

On pose: h = 6 m.

$$\mathbf{D}=\sqrt{\frac{4\times Vn}{\pi\times H}}=\sqrt{\frac{4\times 1500}{\pi\times 6}}=17{,}84\approx \mathbf{18}\ \text{m} \qquad \textbf{(IV.6)}$$

IV.9.3 Hauteur d'eau destinée à l'incendie

Si le volume d'incendie est divisé par la surface de la section du réservoir, on aura :

$$\frac{120}{\frac{\pi\times 18^2}{4}}=0{,}47\approx 0{,}5\ \text{m} \qquad \textbf{(IV.7)}$$

La hauteur prévue pour l'incendie est de 0,5 mètres.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons calculé la quantité de réservoir nécessaire pour alimenter notre zone d'étude en eau, ce qui a donné une valeur de 1500 m3 pour l'horizon de l'étude.

Chapitre V
Etude de la conduite d’adduction

Introduction

L'adduction englobe tous les éléments nécessaires, à savoir les ressources, les infrastructures et les équipements requis pour approvisionner en eau potable les divers utilisateurs. Le terme "adduction" trouve son origine étymologique dans le mot latin "adducere", signifiant "guider ou acheminer", c'est-à-dire le transport de l'eau depuis le lieu de prélèvement jusqu'au point de stockage. Dans ce chapitre, nous allons réaliser une étude technique et économique des conduites pour déterminer le matériau et les diamètres optimaux de nos différents tronçons.

V.1 Type d'adduction

Les conduites d'adduction ont pour rôle de garantir le déplacement de l'eau d'un point à un autre.

- De la source vers la station de traitement.
- De la station de traitement vers les réservoirs ou le réseau de distribution.
- Du point de captage vers les réservoirs ou le réseau de distribution.

V.2 Classification de l'adduction

Selon leur mode de fonctionnement, on peut catégoriser les adductions en trois groupes.

- Adduction gravitaire ;
- Adduction par refoulement ;
- Adduction mixte.

V.2.1 Adduction gravitaire

Il s'agit d'une adduction caractérisée par un écoulement gravitaire. Ce type d'adduction est utilisé lorsque la source se trouve à une altitude plus élevée que la cote piézométrique de la structure d'arrivée. Les adductions gravitaires se divisent en deux catégories :

- Adduction à écoulement en surface libre (non pressurisée).
- Adduction en charge (la plus courant

V.2.2 Adduction par refoulement

Il s'agit d'une adduction caractérisée par un écoulement sous pression grâce à des turbines hydroélectriques. Ce type d'adduction est utilisé lorsque la source se trouve à une altitude inférieure à la cote piézométrique de la structure d'arrivée.

V.2.3 Adduction mixte

Il s'agit d'une adduction où la conduite peut alterner entre le refoulement sous pression et l'écoulement gravitaire, avec une transition réalisée par l'intermédiaire d'un réservoir désigné sous le nom de réservoir tampon.

V.3 Critères de tracé de la conduite d'adduction

Certains tracés de route sont choisis en raison de considérations techniques et économiques :

- Réalisation d'un profil aussi régulier que possible, avec une rampe dirigée vers le réservoir d'accumulation.
- Il est important d'éviter les contre pentes qui peuvent provoquer des cantonnements plus difficiles au point haut, ce qui peut entraîner la rupture de la veine liquide.
- Pour réduire les coûts d'investissement, recherchez le trajet le plus court ;
- Autant que possible, évitez de traverser les obstacles (routes, voies ferrées, oueds...).

V.4 Choix du type des conduites

Le choix du matériau pour les conduites de transport du fluide est influencé à la fois par des considérations techniques et économiques.

Du point de vue technique, la faisabilité dépend de plusieurs critères tels que :

- Capacité à résister aux agressions chimiques, aux pressions et aux charges mobiles.
- Adéquation aux caractéristiques du terrain où elles seront installées.
- Garantie d'une étanchéité efficace.

- Simplicité d'entretien et de mise en service.

D'un point de vue économique, cette faisabilité est principalement déterminée par :

- Le coût d'acquisition et de transport.
- La longévité.
- Leur disponibilité sur le marché local (si possible).

Parmi les catégories de conduites employées dans le secteur de l'approvisionnement en eau potable, on peut identifier :

- Conduite en acier .
- Conduite en fonte ductile .
- Conduite en PVC (chlorure de polyvinyle) ;
- Conduite en PEHD (polyéthylène haute densité).

Dans notre système d'approvisionnement en eau, nous avons choisi d'utiliser des conduites en polyéthylène haute densité (PEHD) en raison des nombreux avantages qu'elles offrent.

V.4.1 Conduite en PEHD

De nos jours, sur le marché, on trouve des conduites de petits et de moyens diamètres, en raison des caractéristiques particulières suivantes :

- Résistance à la traction :
- Manchons soudés pour des diamètres extérieurs de tuyaux jusqu'à 160 mm.
- Soudures bout à bout pour des diamètres extérieurs de tuyaux à partir de 90 mm.
- Raccords à brides pour des diamètres extérieurs de tuyaux à partir de 63 mm.
- Raccords métalliques avec bague de serrage ou de blocage, résistance à la traction conforme aux spécifications de l'usine.
- Mobilité :
- Raccords à emboîtement pour des diamètres extérieurs de tuyaux à partir de 63 mm.
- Caractéristiques :

- Capable de supporter des pressions élevées.
- Installation par un soudeur électrique relativement simple.
- Nécessite un grand nombre de composants spéciaux, ce qui peut rendre son coût élevé, bien que cela reste acceptable compte tenu de la durabilité de la conduite.
- Faible rugosité.

V.5 Choix de tracé du projet

Le choix du tracé du projet doit prendre en compte plusieurs contraintes que nous nous efforcerons autant que possible de respecter :

- Les points élevés du tracé peuvent entraîner la formation de poches d'air, susceptibles de provoquer la rupture de la circulation du liquide, ce qui peut être difficile à évacuer. Dans de tels cas, l'installation de ventouses sera nécessaire.
- Nous devrons éviter les sections horizontales dans le tracé, car elles pourraient perturber le régime d'écoulement.

- Il serait avantageux de suivre le bord du chemin vicinal pour faciliter les travaux, à la fois pendant la construction et lors de la gestion ultérieure du projet. Cela simplifierait également le transport des matériaux.
- Nous devrons examiner attentivement les conditions dans lesquelles cette canalisation devrait être établie, en tenant compte à la fois des aspects techniques et économiques.



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

V.6 Calcul hydraulique

Le tracé de notre adduction nous a mené à un système gravitaire.

Le principe de calcul de conduite est le suivant :

V.6.1 Méthode de calcul

V.6.1.1 Cas gravitaire

La formule la plus couramment utilisée pour déterminer la perte de charge d'un écoulement dans une conduite est la suivante :

$$\Delta Ht = \frac{K \times Le \times Q^{\beta}}{D_{av}{}^{m}} \qquad \textbf{(V.1)}$$

ΔHt : Perte de charge totale (m);

K : Coefficient de frottement;

Le : Longueur équivalente de la conduite (m).

$$\mathbf{Le = Lg + Leq} \qquad \textbf{(V.2)}$$

Lg : Longueur géométrique de la conduite (m);

Leq : Longueur équivalente des pertes de charge singulière (m).

En ce qui concerne les adductions, on estime que les pertes de charge singulières équivalent à 10 % des pertes de charge dues à la friction sur la longueur du conduit.

$$\mathbf{\Delta Ht = 1,1 \times \Delta H_{lin}} \qquad \textbf{(V.3)}$$

Donc : $$\mathbf{Le = 1,1 \times Lg} \qquad \textbf{(V.4)}$$

- ΔHt : Perte de charge totale (m).
- ΔH_{lin} : Perte de charge linéaire (m).
- Q : Débit dans la conduite (m^3/s).
- Dav : Diamètre avantageux calculé de la conduite (m).

β : Exposant tenant compte du régime d'écoulement.

m : Exposant tenant compte du type du matériau.

En conséquence, on peut déterminer le diamètre avantageux de la conduite gravitaire en se basant sur ce calcul.

$$\mathbf{D_{av} = \sqrt[m]{\frac{K \times Le \times Q^{\beta}}{\Delta Ht}}} \qquad \textbf{(V.5)}$$

Dans notre cas, on prend : K=0,001052 ; β = 1,77 ; m = 4,772.

V.6.2 Dimensionnement de l'adduction gravitaire

Pour calculer le diamètre avantageux de la conduite gravitaire, vu que le réservoir tampon est à une élévation de 1051,43 mètres et le réservoir proposé est à une élévation de 1029,00 mètres, le processus de calcul se déroule de la manière suivante :

- Calculez la charge disponible entre le réservoir recommandé et le réservoir tampon.

- On suppose que la charge disponible est égale à la perte de charge.
- On trouve le diamètre favorable et on le standardise.
- La vitesse est évaluée.

Les résultats figurent dans le tableau suivant :

Tableau V.1 : Résultat du dimensionnement gravitaire.

Matériau	**D(mm)**	**L(m)**	**V(m/s)**	**ΔHd(m)**	**CTP(Réservoir proposé) (m)**	**C_{RT}(m)**
P.E.H.D	500	3633,05	1,26	22,43	1051,43	1029,00

V.6.3 Protection contre le coup de bélier

Afin de prévenir les effets du coup de bélier sur la conduite gravitaire, il suffira d'analyser la durée de fermeture de la vanne sur cette conduite. Les ondes de surpression et de dépression se caractérisent par leur vitesse de propagation, calculée à l'aide de la formule suivante :

$$\mathbf{C} = \frac{\sqrt{\frac{\mathbf{K}}{\boldsymbol{\rho}}}}{\sqrt{\mathbf{1}+\frac{\mathbf{KD}}{\mathbf{Ee}}}} \qquad \textbf{(V.6)}$$

Avec :

- **C** : Célérité de l'onde.
- **ρ** : Masse volumique de l'eau.
- **D** : Diamètre de la conduite (m).
- **E** : Module de YOUNG de la conduite. PEHD:1,2.10^9 Pa.
- **e** : Épaisseur de la conduite (m) .
- **K** : Coefficient d'élasticité de l'eau : K= 2,16.10^9 Pa.

La formule suivante détermine la période de retour de l'onde de déformation :

$$\mathbf{Tr} = \frac{\mathbf{2L}}{\mathbf{C}}$$

Tr : temps de l'onde de déformation (s).

L : longueur de la conduite (m).

Les données issues des calculs sont affichées dans le tableau ci-dessous :

Tableau V.2: résultat de calcul du temps de l'onde de déformation.

C (m/s)	**L (m)**	**Tr (s)**
262.68	3633,05	27,66

Pour prévenir les effets du coup de bélier sur la conduite gravitaire, il est recommandé d'installer une vanne à fermeture lente dont le temps de fermeture dépasse 27,66 secondes.

Dans ce cas, la valeur du coup de bélier est estimée par la formule de Michaud :

$$b = \frac{2L * V0}{g * T} \qquad \textbf{(V.7)}$$

Avec :

- L : longueur de la conduite (m)
- V0 : vitesse dans la conduite (m/s)
- g : l'accélération de la pesanteur (m/s2)
- T : temps de manœuvre (s)

Si l'on prend T= 3mn, nous avons :

$b = 7{,}77m$

Cette valeur ne représente aucun risque pour notre conduite. Il est donc recommandé de manœuvrer le robinet-vanne avec prudence.

Conclusion

Nous avons déterminé le diamètre de la conduite d'adduction en effectuant des calculs des paramètres hydrauliques, notamment la vitesse d'écoulement et les pertes de charge, dans le but de parvenir à une solution optimale d'un point de vue technique et économique.

Chapitre VI : Conception du réseau de distribution

Introduction

L'objectif de ce chapitre consiste à concevoir un réseau de distribution pour la zone d'étude et à effectuer des calculs hydrauliques pour garantir son bon fonctionnement.

VI.1 Les type de réseaux

Un réseau de distribution peut adopter une configuration en réseau ramifié ou maillé, ce dernier étant la plus fréquemment rencontrée. Les composants essentiels d'un tel réseau comprennent les conduites, les raccordements ainsi que divers éléments spéciaux et accessoires tels que les coudes, les vannes, les compteurs, les bornes d'incendie, et autres. Les canalisations de distribution sont installées en suivant le tracé des rues de la ville et sont enterrées dans des tranchées**.**

VI.1.1 Réseaux maillés

Ils sont principalement employés dans les zones urbaines. Les réseaux maillés se caractérisent par une disposition de canalisations permettant de former des boucles fermées ou des mailles. Ce type de réseau présente plusieurs avantages : une plus grande fiabilité de l'approvisionnement (en cas de rupture d'une canalisation, il suffit d'isoler cette portion, et les abonnés en aval continueront à être alimentés par les autres canalisations), ainsi qu'une répartition plus uniforme des pressions et des débits dans l'ensemble du réseau. Cependant, il est plus coûteux et nécessite des calculs plus complexes**.**

VI.1.2 Réseaux ramifiés

le réseau de distribution de type ramifié est composé d'une conduite principale et de conduites secondaires qui s'y raccordent à intervalles réguliers. Il s'agit d'un réseau arborescent (ramifié) qui ne permet pas de redistribution. En cas de problème sur la conduite principale, l'ensemble de la population en aval pourrait se retrouver sans approvisionnement en eau.

VI.1.3 Réseau mixte

Il s'agit d'un réseau maillé incluant des ramifications essentielles, capable de fournir de l'eau à des zones éloignées de la ville, telles que les zones rurales ou industrielle

VI.2 Conception d'un réseau

Est influencée par plusieurs facteurs, notamment :

- La localisation des quartiers.
- L'emplacement des consommateurs majeurs.
- Les caractéristiques topographiques du terrain.
- L'objectif de fournir un service fiable et continu.

VI.3 Choix du type de matériaux

Dans la perspective de sélectionner judicieusement le matériau approprié, plusieurs critères sont pris en considération, notamment :

- Le diamètre requis.
- La pression de service à supporter.
- Les conditions d'installation.
- Le coût de la conduite.
- La durée de vie du matériau.
- La disponibilité sur le marché.
- La nature du terrain.

Dans notre cas nous avons opté pour les conduites en PEHD.

➢ **Avantage des conduites en PEHD :**

- Disponibilité aisée sur le marché (production locale).
- Capacité à résister à des pressions élevées (supérieures à 20 bars).
- Facilité d'installation grâce à sa grande souplesse, possibilité d'enroulement en couronnes pour les petits diamètres.
- Excellentes caractéristiques hydrauliques avec un coefficient de rugosité très fiable.
- Conformité aux normes de potabilité.
- Résistance à la corrosion, qu'elle soit interne, externe ou microbiologique.
- Facilité de raccordement à d'autres réseaux, tels que la fonte ou l'acier.
- Excellentes caractéristiques hydrauliques avec un coefficient de rugosité très fiable.

VI.4 Choix du système de distribution

Il existe deux principaux systèmes de distribution de l'eau potable **:**

- Système à réservoir de tête
- Système à contre réservoir.

Nous avons opté pour le système de réservoir de tête dans notre étude en raison de la configuration du terrain de site. On va également examiner les deux situations pour déterminer les paramètres hydrauliques des réseaux :

- Cas de pointe.
- Cas de pointe + incendie

VI.5 Principe du tracé du réseau

Tracez les routes en fonction de l'itinéraire choisi. Le plan de distribution de notre réseau a été conçu en tenant compte des facteurs suivants :

- Déterminez les zones où la population est la plus dense.
- Trouvez les clients importants.
- Déterminer la voie principale (sens) pour assurer la distribution aux clients.
- Les conduites principales, parallèles les unes aux autres, doivent être bien réparties et situées sur les cotes les plus élevées pour assurer une distribution efficace de l'eau.
- Pour alimenter l'intérieur des quartiers, les conduites principales doivent être reliées par des conduites secondaires.

VI.6 Calcul hydraulique du réseau de distribution

Les conduites devront acheminer les eaux présentant le débit le plus élevé pendant les heures de pointe.

La détermination des débits dans un réseau mixte, la méthode suivante est appliquée **:**

- On détermine la longueur de chaque tronçon du réseau maillé.
- On détermine le débit spécifique.
- Connaissant le débit spécifique ; on détermine les débits supposés concentrés aux nœuds.
- On détermine les débits des tronçons pendant les heures considérées

(l'heure de pointeet l'heure de pointe plus incendie) en respectant la continuité

VI.7 Calcul des débits spécifiques

VI.7.1 Cas de pointe + incendie

$$\boldsymbol{Q}sp = \frac{Qmax\ h}{\sum Li} = \frac{257{,}25}{9451.05} = 0{,}027219 \ \ l/s/m \qquad \textbf{(VI.1)}$$

Avec

- $\mathbf{Q}_{sp}$: débit spécifique (l/s/ml).
- $\mathbf{Q}_{maxh}$: débit maximum horaire.
- $\mathbf{\Sigma}L_i$: somme des longueurs du réseau

VI.7.2 Débit en route et débits aux nœuds

Le débit en route est le produit du débit spécifique par la longueur du tronçon **:**

$$\mathbf{Q}ri = \mathbf{Q}sp \times \mathbf{l}i \qquad \textbf{(VI.2)}$$

Avec

- $\mathbf{l}_i$: longueur du tronçon numéro (i), (m).
- $\mathbf{Q}_{ri}$: débit du tronçon numéro (i), (l/s).

On calcule les débits aux nœuds par la formule suivante :

Tableau VI.1 : valeur des débits en routes et aux nœuds dans le réseau projeté.

N° du nœud	**Tronçons**	**Longueur (m)**	**Qrout (l/s)**	**Qnodaux (l/s)**
N1	P3	66,920	1,654	6,037
	P6	421,680	10,420	
N3	P10	450,940	11,143	10,250
	P13	138,570	3,424	
	P9	240,080	5,932	

N° du nœud	Tronçons	Longueur (m)	Qrout (l/s)	Qnodaux (l/s)
N5	P32	205,1	5,583	5,768
	P33	87,24	2,375	
	P35	131,47	3,578	
N6	P35	131,47	3,578	1,789
N7	P1	159,75	4,348	6,215
	P29	187,85	5,113	
	P30	109,1	2,970	
N8	P1	159,75	4,348	2,174
N9	P38	172,56	4,697	2,348
N10	P17	106,08	2,887	5,719
	P18	141,61	3,854	
	P38	172,56	4,697	
N11	P28	62,49	1,701	7,562
	P34	252,31	6,868	
	P39	240,86	6,556	
N12	P34	252,31	6,868	3,434
N13	P37	257,22	7,001	3,501
N14	P37	257,22	7,001	10,613
	P8	282,55	7,691	
	P9	240,08	6,535	
N15	P22	202,71	5,518	9,378
	P23	224,41	6,108	
	P36	261,92	7,129	
N16	P36	261,92	7,129	3,565
N17	P27	231,12	6,291	8,980
	P29	187,85	5,113	
	P39	240,86	6,556	

N° du nœud	Tronçons	Longueur (m)	Qrout (l/s)	Qnodaux (l/s)
N18	P30	109,1	2,970	4,587
	P31	227,96	6,205	
N19	P12	514,87	14,014	15,125
	P13	138,57	3,772	
	P16	155,17	4,224	
	P25	302,74	8,240	
N20	P25	302,74	8,240	5,434
	P26	96,51	2,627	
N21	P23	224,41	6,108	7,740
	P24	344,3	9,372	
N22	P18	141,61	3,854	14,794
	P19	601,15	16,363	
	P24	344,3	9,372	
N23	P4	459,83	12,516	13,660
	P5	359,39	9,782	
	P7	184,51	5,022	
N24	P10	450,94	12,274	16,767
	P5	359,39	9,782	
	P6	421,68	11,478	
N25	P26	96,51	2,627	5,646
	P27	231,12	6,291	
	P33	87,24	2,375	
N26	P21	590,5	16,073	10,795
	P22	202,71	5,518	
N27	P19	601,15	16,363	19,527
	P20	180,69	4,918	
	P21	590,5	16,073	
	P28	62,49	1,701	

N° du nœud	Tronçons	Longueur (m)	Qrout (l/s)	Qnodaux (l/s)
N28	P11	136,23	3,708	10,870
	P12	514,87	14,014	
	P14	147,64	4,019	
N29	P14	147,64	4,019	10,463
	P15	515,06	14,019	
	P17	106,08	2,887	
N30	P15	515,06	14,019	11,581
	P16	155,17	4,224	
	P20	180,69	4,918	
N31	P11	136,23	3,708	8,211
	P7	184,51	5,022	
	P8	282,55	7,691	
N32	P3	66,92	1,822	7,169
	P4	459,83	12,516	
N33	P31	227,96	6,205	5,894
	P32	205,1	5,583	

VI.8 Résultats de la simulation hydraulique de réseau

Les données obtenues de la simulation hydraulique de la variante suggérée se présentent comme suit :

VI.8.1Cas de pointe

Les résultats de la simulation avec les différents paramètres sont ci-dessous :

Tableau VI .2 : charges et pression dans le réseau projeté en cas de pointe.

	Altitude	Débit	Cote piézométrique	Pression
Node ID	m	L/S	m	m.c.e
Resvr R-2	1029	-257,25	1029.00	0.00
N1	977.06	6.650	1025.01	47.86
N3	986.33	11.290	1021.23	34.83

	Altitude	**Débit**	**Cote piézométrique**	**Pression**
N5	994.50	5.768	1015.83	21.29
N6	989.60	1.789	1015.08	25.43
N7	994.40	6.215	1015.12	20.68
N8	995.01	2.174	1014.66	19.62
N9	990.72	2.348	1018.19	27.42
N10	989.28	5.719	1018.76	29.42
N11	995.01	7.562	1016.73	21.67
N12	991.50	3.434	1016.11	24.56
N13	976.30	3.501	1018.53	42.14
N14	980.90	10.613	1020.25	39.27
N15	995.30	9.378	1016.43	21.09
N16	997.61	3.565	1016.06	18.42
N17	996.43	8.980	1015.81	19.34
N18	995.02	4.587	1014.86	19.82
N19	990.67	15.125	1020.87	30.14
N20	988.30	5.434	1018.17	29.81
N21	998.61	7.740	1016.65	18.00
N22	991.23	14.794	1018.50	27.22
N23	974.20	13.660	1022.50	48.21
N24	973.00	16.767	1022.91	49.81
N25	991.50	5.646	1016.31	24.76
N26	992.08	10.795	1015.81	23.69
N27	993.95	19.527	1017.51	23.51
N28	982.33	10.870	1020.26	37.86
N29	986.23	10.463	1019.02	32.72
N30	991.65	11.581	1019.65	27.94
N31	977.50	8.211	1021.69	44.11
N32	975.30	7.169	1024.89	49.49
N33	996.50	5.894	1015.52	18.98

Remarque

En se basant sur les informations fournies dans ce tableau, il est apparent que la pression de tous les nœuds est inférieure à 5 bars, ce qui signifie que les niveaux de pression dans notre réseau sont adéquats et acceptables.

Les données relatives aux vitesses et aux pertes de charge dans le réseau de distribution sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau VI.3 : vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté en cas de pointe.

	Longueur	**Diameter**	**Débit**	**Vitesse**	**Perte de charge**
Link ID	m	mm	L/S	m/s	m.c.e
Tuyau P35	131,47	63,80	1,79	0,56	0,75
Tuyau P38	172,56	79,20	2,35	0,48	0,57
Tuyau P34	252,31	96,80	3,43	0,47	0,62
Tuyau P37	257,22	79,20	3,50	0,71	1,73
Tuyau P36	261,92	110,20	3,57	0,37	0,37
Tuyau P25	302,74	176,20	34,51	1,42	2,70
Tuyau P24	344,30	176,20	26,18	1,07	1,85
Tuyau P21	590,50	110,20	5,30	0,56	1,69
Tuyau P14	147,64	220,40	60,62	1,59	1,25
Tuyau P7	184,51	277,60	78,16	1,29	0,81
Tuyau P26	96,51	141,00	29,07	1,86	1,86
Tuyau P33	87,24	141,00	14,68	0,94	0,48
Tuyau P22	202,71	110,20	5,50	0,58	0,62
Tuyau P23	224,41	220,40	18,44	0,48	0,22
Tuyau P5	359,39	141,00	-6,13	0,39	0,41
Tuyau P19	601,15	141,00	7,52	0,48	0,99
Tuyau P20	180,69	176,20	40,28	1,65	2,14
Tuyau P15	515,06	141,00	6,41	0,41	0,63
Tuyau P16	155,17	220,40	58,27	1,53	1,22
Tuyau P8	282,55	63,80	1,68	0,53	1,44
Tuyau P28	62,49	141,00	22,98	1,47	0,78

	Longueur	**Diameter**	**Débit**	**Vitesse**	**Perte de charge**
	m	mm	L/S	m/s	m.c.e
Tuyau P17	106,08	277,60	56,56	0,93	0,26
Tuyau P18	141,61	277,60	48,50	0,80	0,26
Tuyau P11	136,23	220,40	68,27	1,79	1,43
Tuyau P12	514,87	110,20	3,22	0,34	0,61
Tuyau P4	459,83	277,60	85,70	1,42	2,39
Tuyau P31	227,96	63,80	1,22	0,38	0,66
Tuyau P32	205,10	141,00	7,12	0,46	0,31
Tuyau P10	450,94	352,60	134,84	1,38	1,68
Tuyau P2	960,72	440,60	257,25	1,69	3,99
Tuyau P6	421,68	352,60	157,73	1,62	2,10
Tuyau P9	240,08	141,00	12,43	0,80	0,98
Tuyau P3	66,92	352,60	92,87	0,95	0,13
Tuyau P13	138,57	352,60	111,12	1,14	0,36
Tuyau P29	187,85	141,00	11,75	0,75	0,69
Tuyau P30	109,10	96,80	3,36	0,46	0,26
Tuyau P1	159,75	79,20	2,17	0,44	0,46
Tuyau P27	231,12	141,00	8,75	0,56	0,50
Tuyau P39	240,86	141,00	11,98	0,77	0,92

- **Remarque**

On remarque que les tronçons ayant une vitesse comprise entre 0.3 m/s et 2 m/s , Dans ces conditions, on se situe dans une plage hydrauliquement acceptable pour un réseau de distribution.

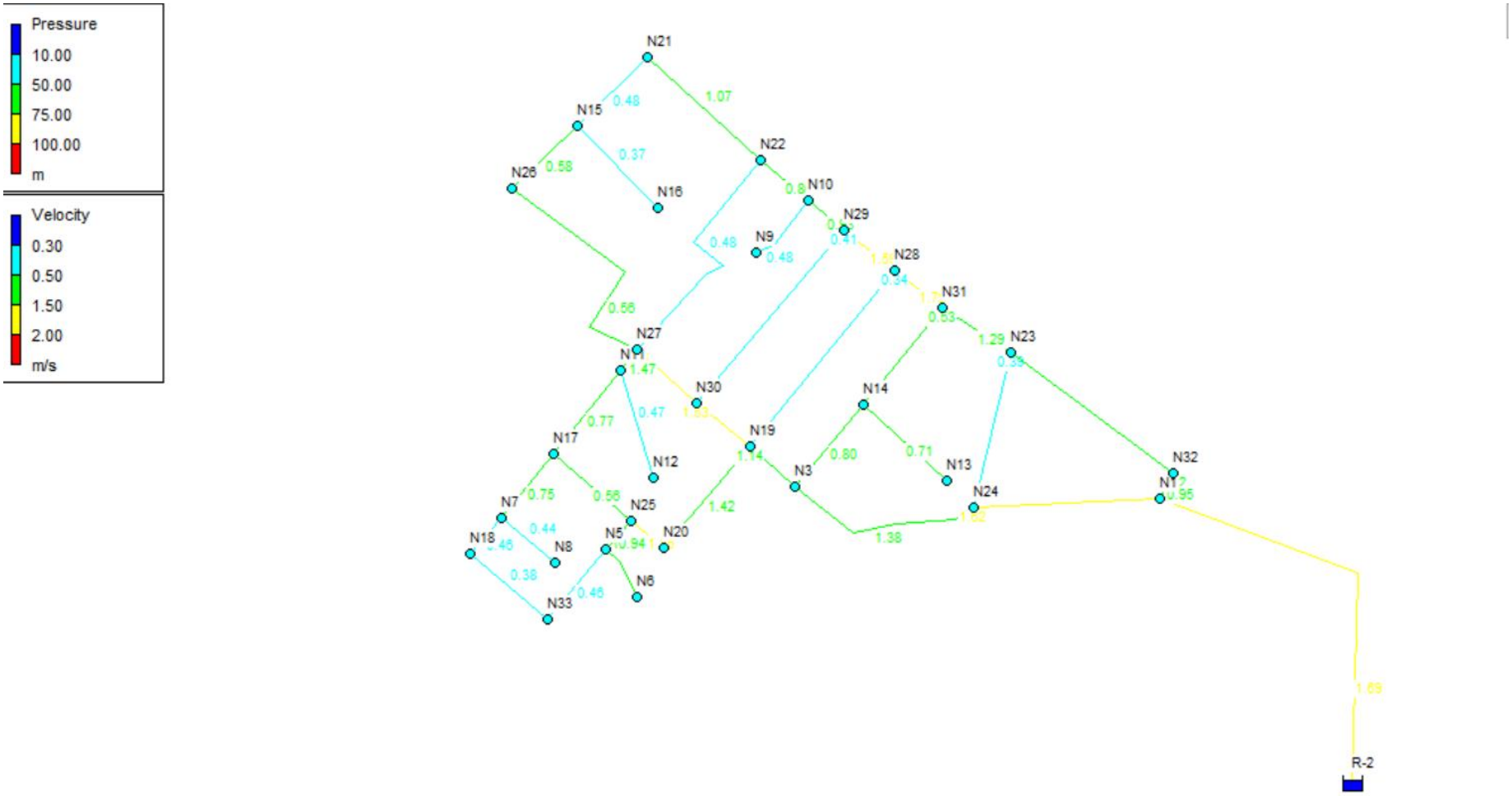


Figure VI.1 : Le schéma global de la répartition des pressions et vitesses dans le réseau en cas de pointe.

VI.8.2 Cas de pointe + incendie

Les résultats de la simulation avec des paramètres divers sont présentés ci-dessous.

Tableau VI.4 : charges et pressions dans le réseau projeté en cas de pointe + incendie.

Nœuds	**Altitude**	**Débit**	**Cote piézométrique**	**Pression**
	m	l/s	m	m.c.e
Resvr R-2	1029	-274.25	1029.00	0.00
N1	977,06	6,65	1024,51	47,35
N3	986,33	11,29	1020,25	33,85
N5	994,50	5,77	1014,39	19,85
N6	989,60	1,79	1013,64	23,99
N7	994,40	6,22	1013,55	19,11
N8	995,01	2,17	1013,09	18,06
N9	990,72	2,35	1016,41	25,64
N10	989,28	5,72	1016,98	27,64
N11	995,01	7,56	1014,96	19,91
N12	991,50	3,43	1014,33	22,79
N13	976,30	3,50	1017,54	41,16
N14	980,90	10,61	1019,26	38,29
N15	995,30	9,38	1012,70	17,36
N16	997,61	3,57	1012,33	14,69
N17	996,43	8,98	1014,23	17,76
N18	995,02	4,59	1013,31	18,27
N19	990,67	15,13	1019,83	29,10
N20	988,30	5,43	1016,92	28,56
N21	998,61	7,74	1013,18	14,54
N22	991,23	14,79	1016,61	25,33
N23	974,20	13,66	1021,62	47,33
N24	973,00	16,77	1022,15	49,05
N25	991,50	5,65	1014,88	23,33
N26	992,08	27,80	1008,38	16,26

Nœuds	Altitude	Débit	Cote piézométrique	Pression
N27	993,95	19,53	1015,65	21,65
N28	982,33	10,87	1018,92	36,51
N29	986,23	10,46	1017,33	31,04
N30	991,65	11,58	1018,33	26,62
N31	977,50	8,21	1020,66	43,08
N32	975,30	7,17	1024,37	48,97
N33	996,50	5,89	1014,08	17,54

- **Remarque**

En se basant sur les informations fournies dans ce tableau, il est apparent que la pression de tous les nœuds est inférieure à 5 bars, ce qui signifie que les niveaux de pression dans notre réseau sont adéquats et les pression min.

- Les données relatives aux vitesses et aux pertes de charge dans le réseau de distribution sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau VI.5 : vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté en cas de pointe+ incendie .

	Longueur	Diameter	Débit	Vitesse	Perte de charge
Link ID	m	mm	l/s	m/s	m.c.e
Tuyau P35	131,47	63,80	1,79	0,56	0,75
Tuyau P38	172,56	79,20	-2,35	0,48	0,57
Tuyau P34	252,31	96,80	3,43	0,47	0,62
Tuyau P37	257,22	79,20	-3,50	0,71	1,73
Tuyau P36	261,92	110,20	3,57	0,37	0,37
Tuyau P25	302,74	176,20	35,97	1,48	2,91
Tuyau P24	344,30	176,20	-36,65	1,50	3,43
Tuyau P21	590,50	110,20	11,83	1,24	7,27
Tuyau P14	147,64	220,40	69,14	1,81	1,59
Tuyau P7	184,51	277,60	85,84	1,42	0,96
Tuyau P26	96,51	141,00	30,53	1,96	2,04

	Longueur (m)	**Diameter (mm)**	**Débit (l/s)**	**Vitesse (m/s)**	**Perte de charge (m.c.e)**
	m	mm	l/s	m/s	m.c.e
Tuyau P33	87,24	141,00	-14,78	0,95	0,49
Tuyau P22	202,71	110,20	-15,96	1,67	4,32
Tuyau P23	224,41	220,40	-28,91	0,76	0,49
Tuyau P5	359,39	141,00	-7,04	0,45	0,52
Tuyau P19	601,15	141,00	7,41	0,47	0,96
Tuyau P20	180,69	176,20	-45,47	1,86	2,68
Tuyau P15	515,06	141,00	-8,23	0,53	1,00
Tuyau P16	155,17	220,40	-65,28	1,71	1,50
Tuyau P8	282,55	63,80	1,65	0,52	1,40
Tuyau P28	62,49	141,00	-21,51	1,38	0,69
Tuyau P17	106,08	277,60	66,91	1,11	0,35
Tuyau P18	141,61	277,60	58,85	0,97	0,37
Tuyau P11	136,23	220,40	75,97	1,99	1,75
Tuyau P12	514,87	110,20	-4,04	0,42	0,91
Tuyau P4	459,83	277,60	92,45	1,53	2,75
Tuyau P31	227,96	63,80	-1,33	0,42	0,77
Tuyau P32	205,10	141,00	-7,23	0,46	0,31
Tuyau P10	450,94	352,60	-144,17	1,48	1,90
Tuyau P2	960,72	440,60	274,25	1,80	4,49
Tuyau P6	421,68	352,60	-167,98	1,72	2,36
Tuyau P9	240,08	141,00	-12,46	0,80	0,98
Tuyau P3	66,92	352,60	99,62	1,02	0,14
Tuyau P13	138,57	352,60	-120,41	1,23	0,42
Tuyau P29	187,85	141,00	11,64	0,75	0,68
Tuyau P30	109,10	96,80	3,25	0,44	0,24
Tuyau P1	159,75	79,20	2,17	0,44	0,46
Tuyau P27	231,12	141,00	10,10	0,65	0,65

	Longueur (m)	**Diameter (mm)**	**Débit (l/s)**	**Vitesse (m/s)**	**Perte de charge (m.c.e)**
	m	mm	l/s	m/s	m.c.e
Tuyau P39	240,86	141,00	-10,52	0,67	0,72

- **Remarque**

On remarque que les tronçons ayant une vitesse comprise entre 0.3 m/s et 2 m/s présent, Dans ces conditions, on se situe dans une plage hydrauliquement acceptable pour un réseau de distribution.

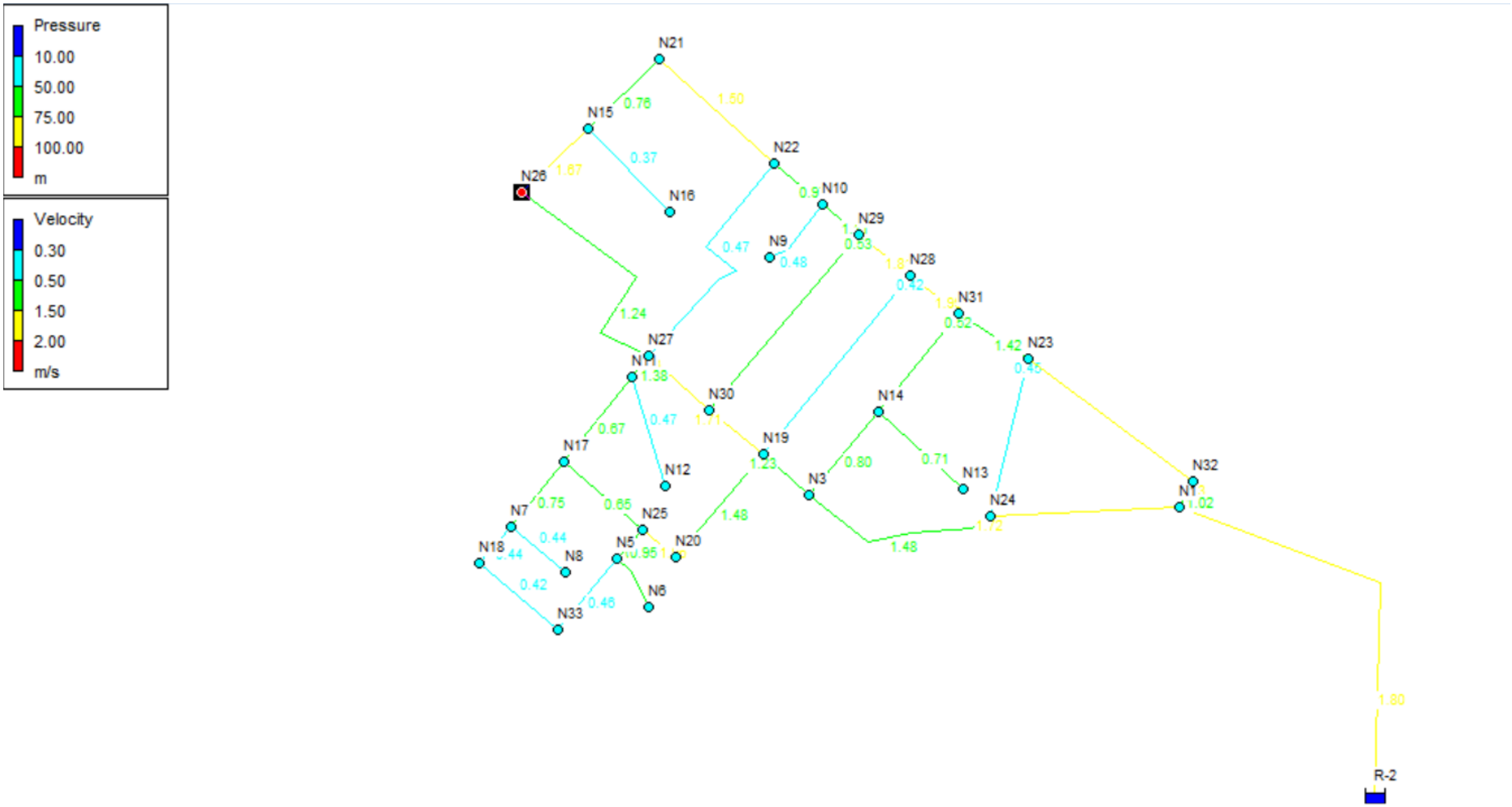


Figure VI .2 : Le schéma global de la répartition des pressions et vitesses dans le réseau en cas de pointe + incendie

VI.8 Type de canalisation

Le réseau de distribution sera composé d'un assemblage de tuyaux PEHD PN10 avec des diamètres allant de 75 mm à 500 mm. sachant que lors de la simulation, le diamètre intérieur a été utilisé avec le logiciel EPANET. (Remarquez les annexes)

$$D\,int = D\,ext - (2 \times e) \qquad \textbf{(VI.3)}$$

- D int :Le diamètre intérieur.
- D ext :Le diamètre extérieur.
- e : Epaisseur.

Les conduites prévus seront fabriquées à partir de PEHD, un matériau qui présente un avantage en matière de la qualité.

- Les conduites provoquent une perte de charge.
- Les pertes de charges sont régulières lorsque la conduite est rectiligne.
- Les pertes de charges singulières sont causées par les changements de direction et les organes traversants.

Conclusion

Suite à la réalisation d'une simulation pour l'horizon d'étude, nous avons observé que le réseau de distribution de notre ville fonctionne de manière satisfaisante. Cela est particulièrement le cas pendant les heures de pointe ainsi que lors de le cas d'incendie, où les vitesses et les pressions du service se situent dans les plages de normes requises.

Chapitre VII

Accessoires de réseau de distribution

Introduction

Afin de garantir un fonctionnement hydraulique optimal et une efficacité accrue d'un réseau de distribution d'eau, il est essentiel de doter ce réseau urbain d'éléments accessoires qui viennent compléter sa structure et sa conception.

Le choix des matériaux est principalement basé sur les conditions de travail auxquelles seront soumises les conduites.

VII.1 Rôle des organes accessoires

Des éléments et des accessoires sont placés le long des canalisations dans le but de :

- la Protéger canalisation.
- Garantir un écoulement fluide.
- Ajuster les pressions et mesurer les débits.
- Évacuer le contenu d'une conduite.
- Éliminer ou introduire de l'air dans une conduite.
- Extraire des débits d'eau.
- Modifier la direction.
- Connecter deux conduites.
- Modifier le diamètre.
- Isoler les canalisations.

VII.2 LA ROBINETTERLE

Ces éléments offrent la capacité de réguler les débits à l'intérieur du réseau, facilitant ainsi une gestion plus précise. Plusieurs catégories de vannes existent, chacune répondant à des exigences spécifiques. Ces dispositifs sont positionnés à chaque piont de jonction et ont la fonction de permettre, entre autres, l'isolement de certaines parties du réseau durant les phases de maintenance et de réparation.

VII.2.1 FONCTIONS

Les robinets peuvent remplir jusqu'à quatre fonctions essentielles :

- **Fonction d'isolement :** Lorsqu'ils sont fermés, les robinets bloquent le passage

du fluide dans la canalisation, assurant ainsi une isolation complète. L'étanchéité interne, généralement assurée par des contacts métal-métal ou métal-plastique, est cruciale dans cette position. Lorsqu'ils sont ouverts, les robinets doivent générer une perte de charge minimale pour assurer un écoulement fluide.

- **Fonction de sécurité :** Les robinets servent à protéger le réservoir contre les variations de pression, qu'elles soient excessives ou insuffisantes, ainsi que contre les surpressions ou les sous-pressions. Ils empêchent également toute vidange non désirée du réservoir vers l'extérieur.
- **Fonction de régulation du débit** : Certains types de robinets sont conçus pour ajuster le débit en fonction du degré d'ouverture du système. Cependant, ces robinets ne sont généralement pas utilisés dans les réservoirs de stockage où la régulation du débit n'est pas nécessaire**.**
- **Fonction de non-retour** : Les clapets anti-retour intégrés dans les robinets empêchent le fluide de revenir en arrière dans la canalisation une fois qu'il a été évacué.

En plus de ces fonctions, plusieurs critères influent sur le choix du type de robinet compatible avec une installation donnée **:**

- **Nature du fluide :** Certains fluides corrosifs ou visqueux nécessitent des matériaux spécifiques pour les robinets**.**
- **Conditions de service :** Les robinets doivent être adaptés à la température et à la pression de fonctionnement de l'installation.
- **Taille du robinet :** La taille du robinet doit correspondre au diamètre de la canalisation pour assurer un écoulement efficace du fluide**.**
- **Type de commande :** Les robinets peuvent être actionnés manuellement, électriquement ou hydrauliquement, en fonction des besoins de l'application.
- **Perte de charge en grande ouverture :** Il est important de minimiser la perte de charge lorsque le robinet est complètement ouvert pour garantir un écoulement fluide du fluide.
- **Vitesse maximale du fluide dans la canalisation :** La conception du robinet doit permettre de gérer la vitesse du fluide pour éviter tout dommage à l'équipement ou à la canalisation**.**

VII.3 Classification selon le type de déplacement de l'obturateur

Les robinets se divisent en deux catégories principales en fonction du mouvement de l'obturateur : les robinets à déplacement linéaire et les robinets à déplacement angulaire.

Lorsque l'obturateur se déplace de manière linéaire, il peut le faire de deux manières distinctes par rapport à la direction du flux du fluide.

Les types de robinets associés à ces mouvements sont les suivants :

VII.3.1 Mouvement perpendiculaire par rapport à la direction du flux :

- Robinet-vanne
- Vanne murale
- Robinet-vanne à membrane
- Robinet à manchon

VII.3.2 Mouvement parallèle par rapport à la direction du flux :

- Robinet à soupape
- Robinet à piston
- Robinet à membrane
- Soupape automatique de sûreté ou de décharge

En revanche, lorsque l'obturateur effectue un mouvement angulaire, on trouve les types de robinets suivants **:**

- Robinet à papillon
- Robinet à tournant sphérique
- Robinet à tournant cylindrique ou conique

Ces distinctions sont importantes pour choisir le type de robinet le mieux adapté à une application particulière.

VII.4 Classement des robinets

Il existe plusieurs types des robinets :

La vanne de sectionnement opercule ou plus communément appelée Robinet vanne à passage direct est un produit permettant de contrôler, de modifier ou même de stoppe le débit d'un certain liquide tel que l'eau potable.

VII.4.1 Les robinets-vannes de sectionnement

Il s'agit d'équipements de coupure conçus spécifiquement pour les opérations de manoeuvre à basse vitesse, principalement adaptés aux canalisations de grande taille. La fermeture est réalisée en pivotant la partie conique de l'appareil sur un angle de 90 degrés**.**



Figure VII.1 : robinet vanne de sectionnement.

VII.4.2 Les vannes papillons

Les robinets à papillon permettent le sectionnement des fluides sur une canalisation. Fonctionnant généralement en position ouverte ou fermée, ils peuventêtre utilisés, dans quelques cas particuliers, pour le réglage de débit. L'obturateur du papillon se déplace dans le fluide par rotation autour d'un axe perpendiculaire au sens du fluide.



Figure VII.2 : vanne à papillon.

VII.4.3 Robinet à flotteur

Le robinet à flotteur a pour but de maintenir à un niveau déterminé le plan d'eau dans un réservoir. Il s'installe sur la conduite d'alimentation au sommet du réservoir. Il s'ouvre lorsque le plan d'eau descend en dessous du niveau choisi et se referme progressivement à l'approche du niveau maximal.



Figure VII.3 : Robinet à flotteur.

VII.4.4 Robinet à soupape

Robinets à soupape sont des dispositifs où l'obturateur, communément appelé soupape, se déplace dans la même direction que le flux du fluide lorsqu'il est positionné en regard du siège1.

Ces robinets sont asymétriques et doivent être montés dans une orientation spécifique, avec l'arrivée du fluide située sous le clapet. Ils peuvent être de type droit ou incliné, avec une soupape équilibrée ou une soupape pointeau. En général, leur mécanisme de commande consiste en une action à plusieurs tours.



Figure VII.4 : Robinet à soupape.

VII.4.5 Les vannes à clapet de non-retour

Ces dispositifs canalisent le flux dans une seule direction. Dans notre réseau, nous positionnons ces clapets de manière à suivre l'emplacement des compteurs à débitunidirectionnel afin de prévenir tout dommage éventuel.



Figure VII.5 : Les vannes à clapet de non-retour.

VII.5 Les clapets

IL sont conçus pour prévenir le reflux de fluide et sont couramment déployés dans les stations de pompage. Ils sont souvent positionnés à la sortie des pompes ou entre les pompes et les vannes de sectionnement.

Plusieurs types sont disponibles :

- **Clapet anti-retour à battant** :

Le battant, en position relevée, permet un débit important. Un mécanisme de contrepoids ou un ressort assure une fermeture régulée. Il est adapté aux applicationsavec une fréquence de manœuvre limitée.



Figure VII.6: Clapet anti-retour à battant.

- **Clapet anti-retour à double battant** :

Conçu pour éviter les coups de bélier.



Figure VII.7 : Clapet anti-retour à double battant.

- **Clapet anti-retour à bille** :

Une bille mobile garantit la fermeture hermétique.



Figure VII.8 : Clapet anti-retour à bille.

VII.6 Les ventouses

Appelés aussi reniflards, elles ont pour rôle principal l'évacuation de l'air contenudans la conduite et permettent aussi l'admission de l'air dans ces conduites lorsqu'on procède à leur vidange, ou généralement lorsqu'il y a apparition de la cavitation en un point haut.

- **Ventouse simple :**

Egalement appelés ventouses automatiques ou purgeurs automatiques libèrent encontinu de petits volumes de gaz d'une conduite sous pression.

Elles sont également appelées ventouses de dégazage**.**



Figure VII.9 : ventouse simple.

VII.7 Les by-pass

Le by-pass est utilisé pour :

- Simplifier le processus de fermeture lente de la vanne.
- Permettre le remplissage préalable de la canalisation à un débit réduit avant lamise en service.
- Établir une connexion entre la canalisation d'entrée et celle de sortie duréservoir.

Dans le cas d'entretien ou de réparation du réservoir, les canalisations d'entrée et desortie du réservoir sont contournées (by-passées) afin de maintenir la continuité de la distribution.

VII.8 Pièces spéciales de raccord

Les organes de raccordement sont nécessaires pour :

- Monter et démonter les accessoires.
- Le changement de direction de la conduite.
- La déviation d'une portion de l'écoulement.
- Le changement de diamètre de la conduite.

VII.8.1 Coudes

Les coudes sont des accessoires utiles en particulier pour les réseaux demaillage et de connexion, quand le tube change de sens.

Il y a des coudes aux deux extrémités qui s'ajustent ou s'ajustent ensemble etsont lisses.



Figure VII.10 : Coudes.

VII.8.2 Cônes

Les cônes sont également utilisés à l'entrée et à la sortie des pompes pour relierdeux conduites de différents diamètres.



Figure VII.11: Cônes.

VII.8.3 Tés

Les tés sont employés pour deux objectifs principaux : prélever un flux d'unecanalisation ou y ajouter un débit supplémentaire.

On les retrouve dans les réseaux maillés, les réseaux ramifiés et les canalisationsd'adduction lorsqu'un branchement est nécessaire.

Les tés se présentent sous deux configurations courantes : soit avec trois emboîtements, soit avec deux emboîtements et une bride.



Figure VII.12: Tés.

VII.8.4 Les joints

La "jointe" dans le contexte des canalisations AEP (Alimentation en Eau Potable) fait référence à la connexion ou à l'assemblage de différentes sections de tuyaux pour former un réseau continu de distribution d'eau potable. Cela implique l'utilisation de raccords et de joints spécifiques pour assurer l'étanchéité et la solidité des connexions entre les tuyaux.

.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 à l'aide de joints d'étanchéité en élastomère avec inserts métalliques. De même, le joint lui-même, qui est placé entre les brides, est actuellement recouvert d'élastomère avec des inserts métalliques afin de prévenir le glissement par compression pendant le serrage.

VII.9 Les bouches et les poteau d’incendie

Ils servent à approvisionner les pompiers en eau pour lutter contre les incendies. Ces bornes d'incendie sont connectées au réseau d'eau grâce à des canalisations d'interconnexion munies de vannes d'isolement. fournir est de 17 litres par seconde là où la pression du réseau est d'au moins 10mètres.

Ces bornes d'incendie sont installées le long des trottoirs, à des intervalles de 50à 200 mètres, en fonction du niveau de risque prévu.

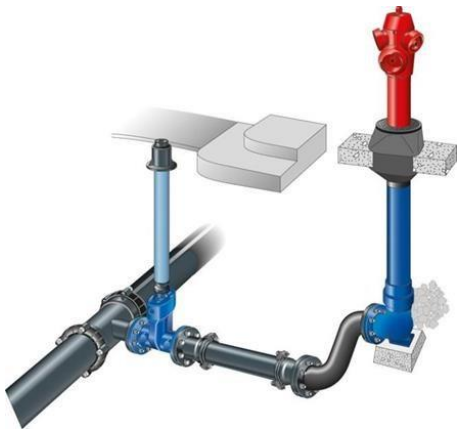


Figure VII.13: Exemple de raccordement d'un poteau d'incendie au réseau d'eau.

Conclusion

Les accessoires jouent un rôle essentiel au sein d'un réseau eau potable. Il est impératif de les intégrer à notre réseau et de sélectionner judicieusement leur emplacement, garantissant ainsi un fonctionnement fiable du réseau, tout en facilitant la maintenance des canalisations pour assurer la durabilité et une gestion efficace de l'ensemble du système.

Chapitre VIII

Pose de canalisation et organisation de chantier

Introduction

La durabilité et le bon fonctionnement d'un réseau de distribution d'eau potable dépendent en grande partie de la qualité de l'installation des conduites. Cette qualité est cruciale pour la stabilité du réseau, et elle est influencée par des facteurs tels que le tracé, la taille du réseau et la nature du sol. Afin d'assurer une coordination optimale des travaux sur le terrain dans notre agglomération, nous présenterons une séquence chronologique des travaux à entreprendre. De plus, nous expliquerons quelles machines de terrassement seront utilisées pour l'installation des conduites.

VIII.1 Principe de pose de canalisation

Les canalisations sont généralement installées en tranchée, sauf dans certains cas où elles peuvent être posées directement sur le sol, sous réserve d'un entretien rigoureux et d'une protection adéquate.

Le principe de base de la pose des canalisations reste essentiellement le même, mais la méthode de pose peut varier en fonction des caractéristiques du terrain.

Cette variation vise à réduire l'impact des diverses contraintes auxquelles les canalisations sont soumises.

En règle générale, pour faciliter le drainage naturel des eaux d'infiltration, les canalisations sont installées à partir des points les plus élevés.

Si la pose se fait en tranchée, celle-ci doit être suffisamment large pour permettre aux travailleurs d'accéder au chantier.

Les tranchées doivent être élargies davantage au niveau des joints.

L'épaisseur du remblai au-dessus de la partie supérieure de la conduite peut varier en fonction des conditions climatiques régionales en raison du gel, mais généralement elle est d'environ 1 mètre.

Les canalisations doivent toujours être posées avec une légère pente afin de créer des points bas pour l'écoulement des liquides, ainsi que des points hauts pour permettre l'évacuation de l'air emprisonné, que ce soit lors de la mise en service de laconduite ou pendant son fonctionnement.

En conséquence, on adopte un tracé en forme de dents de scie avec des pentes de quelques millimètres par mètre, et des changements de pente sont effectués tous les 200 à 400 mètres.

De plus, lors de la pose, il est impératif de maintenir une distance d'environ 10 mètres par rapport à tout élément solide, de 30 cm par rapport aux câbles électriques, et de 60 cm par rapport aux canalisations de gaz.

Le choix du mode de pose dépend principalement de la topographie du terrain, de la disposition des lieux, et de la présence d'obstacles potentiels.

VIII.1.1 Pose de canalisation dans un terrain ordinaire

Dans notre projet, la pose des canalisations est considérée comme standard, étant donné que le sol de l'agglomération ne présente pas d'anomalies ou d'obstacles majeurs, tels que des rivières, etc. Sur ce terrain, les canalisations sont installées dans une tranchée d'une largeur minimale de 60 cm et d'une profondeur suffisante pour accueillir le lit de pose (constitué de sable), la conduite elle-même, avec une épaisseurminimale de remblai de 80 cm.

Le fond de la tranchée est préparé en y déposant une couche de sable d'une épaisseur d'au moins 10 à 20 cm, qui agit comme un matelas souple sous la conduite. Avant de commencer l'excavation, le lit de pose est préalablement préparé. Le remblayage se fait par étapes de 20 à 30 cm à la fois, en veillant à ce que les couches soient exemptes de pierres et bien compactées. Enfin, le remblaiement est complété à l'aide d'engins appropriés.

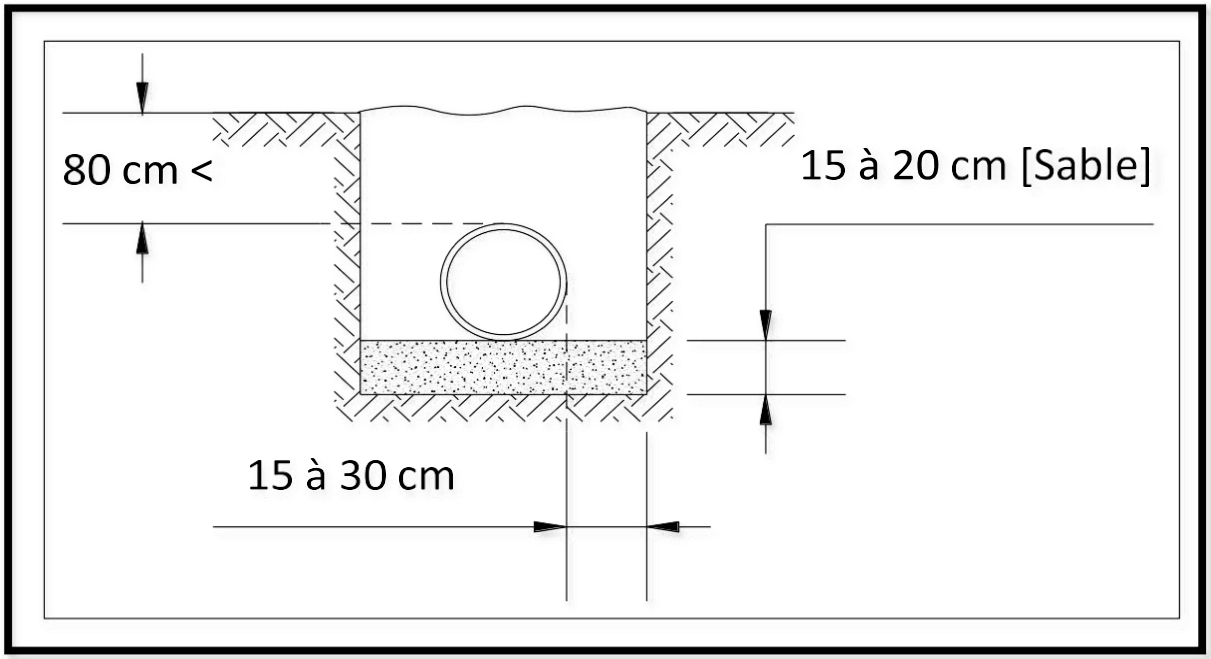


Figure VIII.1 : Pose de conduite dans un terrain ordinaire.

VIII.1.2 Pose de canalisation en pente

Lorsque la canalisation est installée sur des supports tels que des tasseaux ou une galerie, il est important de prévoir des dispositifs d'ancrage pour assurer sa stabilité. En revanche, pour les canalisations enterrées sous le remblai, des ancrages peuvent nepas être nécessaires.

Selon le matériau de la canalisation, différents types de joints sont utilisés : des joints de type verrouille pour les canalisations en fonte, des joints auto-buttés pour les canalisations en béton, et des joints soudés pour les canalisations en acier.

Il est recommandé d'espacer les points d'ancrage de manière à faciliter la répartition de la force de glissement grâce à l'action des joints longitudinaux**.**

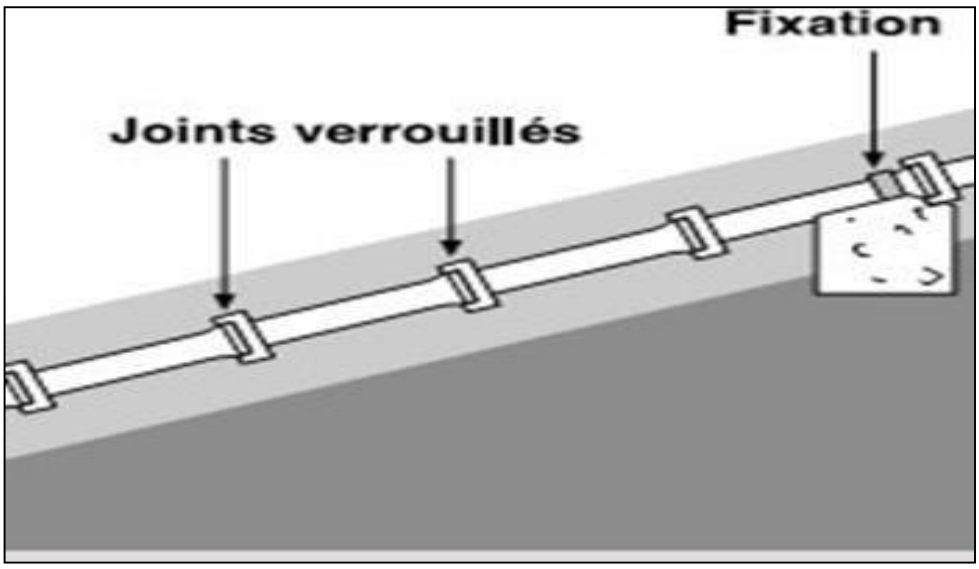


Figure VIII.2 : Pose de canalisation en pente.

VIII.1.3 Pose de canalisation en galerie

Dans certains cas, il peut y avoir des obstacles dans le tracé de la canalisation qui nous obligent à placer la conduite en galerie.

Les conduites de diamètre important (sauf aqueducs) doivent être fixées sur des madriers en bois de chêne et calées de chaque côté pour les empêcher de se déplacer.

Les canalisations de petit diamètre peuvent être placées dans un récipient de plus grand diamètre et reposer sur des tasseaux en béton. Les toilettes sont installées des deux côtés de la route.

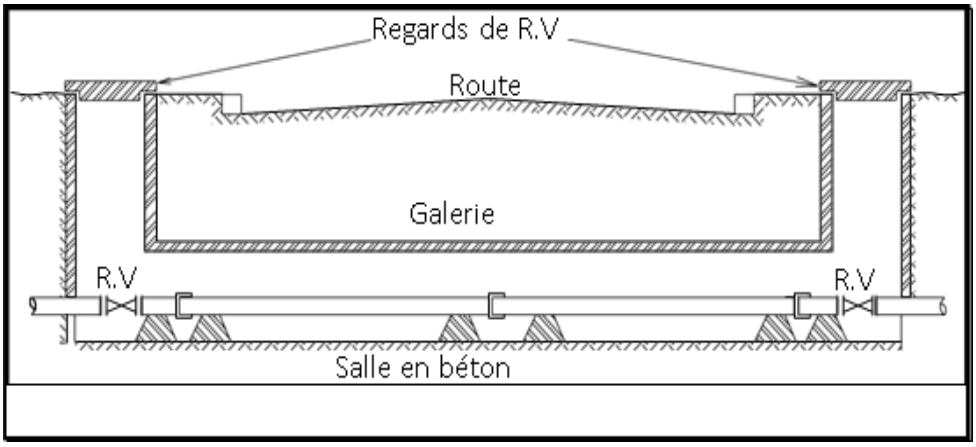


Figure VIII.3 : pose de canalisation en galerie.

VIII.1.4 Pose des conduites en traversées des routes et voies ferrées

Afin d'éliminer la transmission de vibrations provoquées par des charges extérieures, d'atténuer les chocs susceptibles d'endommager les conduites et de prévenir les infiltrations indésirables, les solutions suivantes sont envisagées :

- Envelopper le tuyau dans une couche de béton qui le recouvre en grande partie.
- Installer une dalle en béton armé soutenue par des piliers en béton.
- Appliquer une dalle en béton armé sur un lit de sable recouvrant intégralement la canalisation (procédé d'enrobage).
- Recourir à des gaines, qui sont des tuyaux de diamètre supérieur dans lesquels les conduites sont insérées.

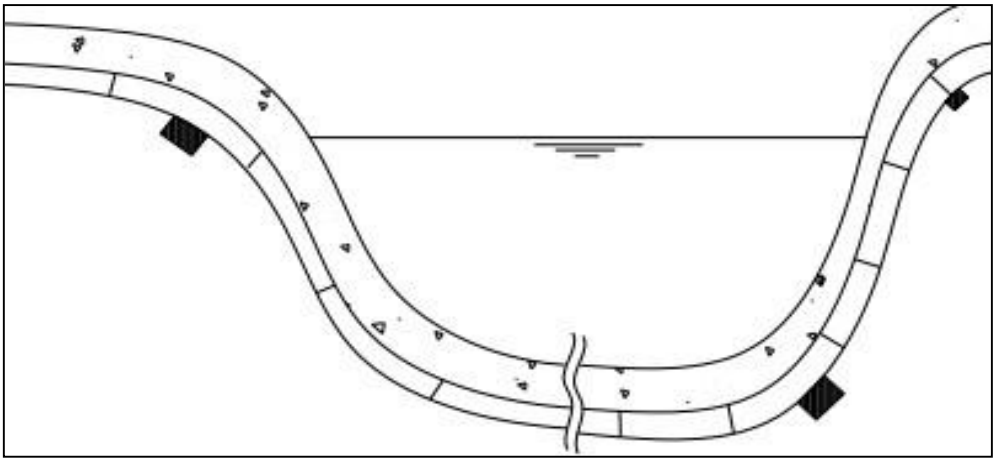


Figure VIII.4 : une canalisation qui traverse la rivière.

VIII.1.5 Pose selon la nature des conduites

Pour notre projet, étant donné que nous utilisons des canalisations en polyéthylène haute densité (PEHD), l'enfouissement à l'aide d'une charrue est strictement interdit, sauf en cas d'autorisations spécifiques explicites.

Si le cintrage est nécessaire et que la courbure a un diamètre compris entre 6 et 16 fois le diamètre extérieur du tuyau, il doit être réalisé à chaud.

Les courbures plus prononcées doivent être évitées. En cas de pose par temps chaud, il est impératif de réaliser le serrage des raccords et le remblaiement uniquement pendant les périodes plus fraîches, de préférence le matin.

Par ailleurs, les tuyaux peuvent être classés en trois grandes catégories en fonction des types de raccordement utilisés.

VIII.2 Réalisation des opérations de pose des canalisations

VIII.2.1 Implantation du tracé des tranchées sur le terrain

- **Matérialisation :**

Pour définir l'emplacement de la tranchée sur le terrain, nous utilisons des jalons qui sont disposés en ligne droite avec un espacement de 50 mètres entre eux. Cette opération est réalisée en prenant des mesures sur le plan et en marquant les distances à l'aide de repères ou de bornes. Cela permet de précisément établir la direction des axes et leurs points d'extrémité.

- **Nivellement :**

Le nivellement consiste à mesurer les variations d'altitude entre deux points ou plus, généralement sur une surface inclinée uniforme. Lorsque le terrain présente des obstacles, on utilise une méthode de nivellement par cheminement. En effectuant des calculs simples, on détermine la hauteur de chaque point, ce qui permet ensuite de connaître la profondeur de la tranchée à ce point spécifique.

VIII.2.2 Excavation des tranchées

La méthode d'excavation des tranchées se déroule en plusieurs étapes successives, en commençant par les points les plus élevés afin de garantir un écoulement naturel des eaux d'infiltration. Cette procédure se divise en deux phases distinctes :

VIII.2.2.1 Enlèvement de la couche végétale

Pour cette étape, on choisit d'utiliser un bulldozer ou un angledozer.

VIII.2.2.2 Réalisation des fouilles :

La manière dont la tranchée est creusée et remblayée dépend de plusieurs paramètres essentiels, à savoir :

- Les caractéristiques environnementales .
- Les spécificités de la conduite (type de joint et diamètre) .
- La nature du sol (présence ou absence d'eau) .
- La profondeur d'enfouissement.

Il est nécessaire de déterminer plusieurs paramètres lors de l'excavation, tels que :

- **Profondeur de la tranchée (Htr) :**

La profondeur de la tranchée (Htr) est un élément crucial dans le processus d'excavation. Pour garantir des conditions optimales, la profondeur minimale de la tranchée à creuser est de 1 mètre. Cette profondeur est choisie pour plusieurs raisons :

1. **Conservation de la fraîcheur de l'eau pendant les périodes de fortes chaleurs :** En maintenant la conduite à une profondeur d'au moins 1 mètre sous la surfacedu sol, l'eau à l'intérieur reste plus fraîche, ce qui peut être important dans des climats chauds.
2. **Préservation de l'exploitation agricole :**
   Une profondeur minimale de 1 mètre permet de ne pas perturber les activités agricoles ou le travail du sol en surface.
3. **Protection contre le gel :**
   Une tranchée plus profonde offre une meilleure protection contre le gel en hiver, réduisant ainsi les risques de dommages à la conduite.

La profondeur de la tranchée (Htr) est généralement calculée en utilisant la relation suivante **:**

$$Htr = D + h + e \ (m) \qquad \textbf{(VIII.1)}$$

Avec :

- **D** : Représente le diamètre de la conduite (en mètres).

- **h** : est la hauteur de la génératrice supérieure de la conduite par rapport à la surface du sol, avec une variation typique entre 80 et 120 cm.
- **e** : est l'épaisseur du lit de pose, qui est généralement de 0,2 mètre.

➢ **La largeur de la tranchée (b)** :

Elle dépend du diamètre de la conduite et varie en fonction de divers facteurs :

- la nature du sol,
- le matériau de la conduite,
- le type de joint et les conditions de pose.

En règle générale, le fond de la tranchée doit avoir une largeur au moins égale au diamètre extérieur de la conduite, avec 30 cm d'espace de chaque côté de la conduite. La formule pour calculer la largeur de la tranchée (b) est la suivante :

$$b = D + 0{,}6 \text{ (m)} \qquad \text{(VIII.2)}$$

Avec:

- **b** : Représente la largeur de la tranchée (en mètres).
- **D**: Le diamètre de la conduite (en mètres).

VIII.2.3 Aménagement du lit de sable

L'aménagement du lit de sable a pour objectif principal d'assurer une répartition uniforme des charges sur la zone d'appui des conduites. Par conséquent, il est essentiel de poser les tuyaux de manière à éviter tout appui linéaire ou ponctuel. Avant de procéder à la pose des conduites, plusieurs étapes préparatoires sont nécessaires, notamment :

- Élimination des grosses pierres présentes sur les pentes de la tranchée.
- Respect des dimensions indiquées dans le profil en long.
- Nivellement minutieux du fond de la tranchée.
- Création d'un lit de pose en utilisant du sable.

VIII.3.3.1 L'assise

Au-dessus du lit de pose et jusqu'à la hauteur de l'axe de la canalisation, le matériau de remblai est poussé sous les côtés de la canalisation et compacté de manière à empêcher tout déplacement de celle-ci et à former l'assise prévue. L'ensemble du lit de pose et de l'assise constitue le support nécessaire.

VIII.3.3.2 Choix du coefficient du talus (m) :

Afin de garantir la stabilité du talus de la tranchée pendant les opérations de pose des conduites, il est impératif de déterminer le coefficient approprié en fonction de la profondeur de la tranchée et de la nature du sol.

Tableau VIII.1 : Coefficient du talus en fonction de la profondeur de la tranchée.

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

VIII.3.4Pose des conduites :

- Avant d'abaisser les conduites dans les fouilles, une sélection préalable est effectuée pour éliminer celles qui ont subi des chocs ou des dommages.
- La descente des tuyaux doit être réalisée avec précaution, que ce soit manuellement ou mécaniquement, en utilisant un dispositif de pose de tuyaux placé au fond de la fouille.
- Chaque élément posé dans la tranchée doit être aligné avec l'élément précédemment installé. Pendant la pose, il est essentiel de vérifier régulièrement l'alignement des tuyaux afin de maintenir une pente constante entre deux regards. Des relevés avec des nivelettes sont effectués tous les 80 mètres environ pour garantir une pente uniforme.
- Tous les débris et résidus liés à la pose doivent être éliminés de l'intérieur du tuyau avant ou juste après son emboîtement. Cette opération peut être réalisée en faisant passer un goupillon le long du tuyau ou en retirant manuellement les débris, en fonction du diamètre de la conduite.
- À chaque interruption des travaux, un bouchon temporaire doit être solidement fixé sur l'extrémité ouverte de la canalisation pour prévenir l'entrée de corps étrangers. En cas d'inondation de la tranchée, ce dispositif peut empêcher les tuyaux de flotter. Dans de telles circonstances, il est nécessaire de maintenir les

tuyaux au sol en effectuant un remplissage partiel de la tranchée ou en utilisant un étayage temporaire.

VIII.3.5 Epreuve de joints et de la canalisation

On procède à un test de pression des conduites et des joints avant de procéder au remblaiement. Ce test est réalisé à l'aide d'une pompe d'essai, qui implique le remplissage de la conduite avec de l'eau sous une pression équivalente à 1,5 fois la pression de service à laquelle la conduite sera exposée lors de son utilisation. Cette épreuve doit durer environ 30 minutes, et la variation de pression ne doit pas dépasser 0,2 bar pendant cette période.

VIII.3.6 Remblaiement de la tranchée

Il est essentiel d'effectuer un remblayage de haute qualité pour deux raisons principales : garantir une répartition uniforme des charges sur la canalisation et protéger celle-ci contre tout dommage lors de la mise en place des remblais supérieurs. Le matériau utilisé est généralement similaire à celui employé pour l'enrobage du tuyau. Le remblayage se réalise par l'ajout de couches successives, chaque couche ayant une épaisseur déterminée en fonction de l'équipement de compactage disponible (généralement inférieure à 0,3 m). Cela prend en considérationla nature du matériau de remblai, dans le but d'assurer une compaction optimale et uniforme.

Pendant cette opération, il est primordial de veiller à ce que les tuyaux ne subissent aucun dommage. Pour cette raison, l'utilisation d'engins de compactage de taille moyenne ou lourde n'est autorisée qu'à partir d'une hauteur minimale de recouvrement d'1 mètre. De plus, en cas de faible recouvrement des tuyaux, il est strictement interdit de permettre la circulation de véhicules ou le stockage de matériaux de tranchée sur le tracé de la canalisation.

VIII.3.6.1 Le remblai d’enrobage

L'enrobage des conduites englobe la préparation du lit de pose, la création d'une assise solide, et la mise en place d'un remblai de protection. Ce processus est exécuté en stricte conformité avec les spécifications du projet, prenant en considération divers facteurs, notamment les caractéristiques des tuyaux, les risques d'ovalisation, et en utilisant des matériaux appropriés. Ces matériaux sont généralement issus de la

réutilisation des déblais des fouilles, préalablement dépouillés de toute substance susceptible d'endommager les conduites et leurs revêtements, notamment en évitant les risques de chocs ou de tassements lors de la consolidation. Cela signifie qu'il faut exclure des déblais les éléments tels que des blocs rocheux, des débris de démolition, et autres éléments similaires.

De plus, il est impératif de vérifier qu'aucun des matériaux utilisés, comme des débris végétaux, du mâchefer, des produits gypseux, n'entraînera d'effets chimiques préjudiciables sur les composants des tuyaux et leurs revêtements.

VIII.3.6.2 Le remblai supérieur

Il intervient après les tests de résistance en fonction des considérations environnementales et de sécurité des individus et des biens. Cette étape consiste à prendre en charge les déblais provenant des fouilles, en éliminant les éléments inappropriés, de manière similaire à l'étape précédente. La manière dont elle est mise en œuvre et la reconstitution de la couche supérieure dépendent des circonstances, qu'il s'agisse d'une zone rurale ou d'un environnement urbain. Dans le cas d'une zone rurale, le remblayage est effectué en superposant des couches régulièrement compactées, tandis que la couche supérieure de terre végétale est reconstituée en réutilisant la terre végétale stockée. Une légère surélévation est prévue pour permettre d'éventuels tassements ultérieurs.

VIII.3.7 Nivellement et compactage :

Après la réalisation du remblai, la phase de nivellement est engagée, impliquant la répartition uniforme des monticules de terre, suivie du processus de compactage visant à accroître la densité des sols afin de prévenir les tassements futurs.

VIII.3.8 Mise en service du réseau

- Réaliser une mise sous pression générale du réseau via le réservoir, en veillant à ce que les robinets soient fermés.
- Introduire de manière graduelle de l'eau dans les canalisations à un débit approximatif de 1/20 à 1/15 de leur débit normal.
- Utiliser les robinets de vidange pour surveiller l'arrivée d'eau, en les ouvrant initialement, puis en les fermant progressivement au fur et à mesure de l'arrivée de l'eau.

- Une fois le remplissage achevé, maintenir le réseau sous pression pendant 48 heures, puis mesurer la perte en comparaison à la capacité du réseau, qui ne devrait pas excéder 2%.
- Ensuite, effectuer la désinfection du réseau avant de distribuer l'eau aux consommateurs.

VIII.3.9 Définitions des engins de terrassement utilisés :

Les outils employés sont les équipements standards fréquemment utilisés sur les chantiers de travaux publics. L'emploi d'engins de grande taille entraînera une réduction significative des coûts et du délai des travaux d'excavation, ce qui, à son tour, réduira leur impact sur la durée totale du projet. Les engins que nous prévoyons d'utiliser comprennent les suivants :

- Une pelle hydraulique
- Un bulldozer (dozer)
- Un chargeur
- Un vibrateur du sol pour le compactage des fouilles et des tranchées.



Figure VIII.5 : Image des engins de terrassement utilisés

VIII.4 Planification des travaux du réseau de distribution

Avant de commencer les travaux sur le chantier, il est essentiel de procéder à une planification. Cette planification consiste en une analyse théorique visant à déterminer la manière la plus efficace d'utiliser la main-d'œuvre et les autres ressources.

Elle inclut les étapes suivantes :

- Disposition des postes de travail.
- Observations en temps réel.
- Analyse des différentes tâches.
- Mesure du temps nécessaire à chaque tâche (chronométrage).
- Définition des objectifs et des responsabilités.
- Simplification des méthodes de travail.

L'objectif de cette planification est de garantir que l'ensemble du travail sera exécuté de manière :

- Séquentielle, avec une bonne coordination des opérations.
- Sans retards inutiles.
- Aussi économique que possible.

Les travaux ultérieurs seront organisés en utilisant la méthode du réseau, notamment la méthode du chemin critique (CPM).

La méthode du réseau, appelée également méthode PERT (Program Evaluation Review Technique), représente graphiquement les différentes tâches à accomplir sous forme de nœuds et de flèches. Ces nœuds et flèches sont parcourus par un flux temporel. Chaque nœud ou flèche représente une étape ou un événement. Cette méthode a été développée par des Américains en 1958.

VIII.4.1 Principe de la méthode PERT

Une analyse détaillée des tâches ou activités fondamentales et de leur ensemble permet de réduire la durée totale d'un projet. Les délais sont évalués sans tenir compte des charges**.**

VIII.4.2 Construction du réseau

La création d'un réseau implique la réalisation de six étapes essentielles :

- Élaboration d'une liste des tâches requises.

- Identification des tâches qui doivent précéder d'autres tâches.
- Assemblage des graphes partiels.
- Regroupement des graphes partiels en un seul.
- Définition des tâches de début et de fin du projet.
- Finalisation de la construction du réseau.

VIII.4.3 Détermination du chemin critique

- **Méthode CPM**

Les éléments essentiels à prendre en compte lors de l'application de cette méthode sont les suivants **:**

DCP	TR
DFP	DCPP
DFPP	MT

Avec :

- **TR :** temps de réalisation
- **DCP :** date de commencement au plus tôt
- **DCPP :** date de commencement au plus tard
- **DFP :** date de finition au plus tôt
- **DFPP :** date de finition au plus tard
- **MT :** marge totale

- DFP = DCP + TR
- DCPP = DFPP – TR

Les tâches de réalisation de réseau distribution sont décrites, y compris les délais associés :

- A : Réalisation des tranchées pour le réseau
- B : Préparation du lit de sable
- C : Bardage des conduites
- D : Mise en place des conduites
- E : Assemblage et raccordement des conduites
- F : Effectuer des tests d'étanchéité

- G : Remblayage des tranchées
- H : Nivellement et compactage du sol

Tableau VIII.2 : Détermination des délais.

Opérations	TR (jours)	DP		DPP		MT
		DCP	DFP	DCPP	DFPP	
A	95	0	95	0	95	0
B	38	95	133	95	133	0
C	26	133	159	142	168	9
D	35	133	168	133	168	0
E	50	168	218	168	218	0
F	28	218	246	218	246	0
G	34	246	280	246	280	0
H	30	280	310	280	310	0

- La durée totale du projet (DTR) est de : **310** jours

Les réseaux à nœuds sont représentés sur (la figure VIII.6) où les dates de commencement et de finitions au plus tôt, les dates de commencement et de finitions au plus tard, les marges totales et les temps de réalisation sont mentionnés.

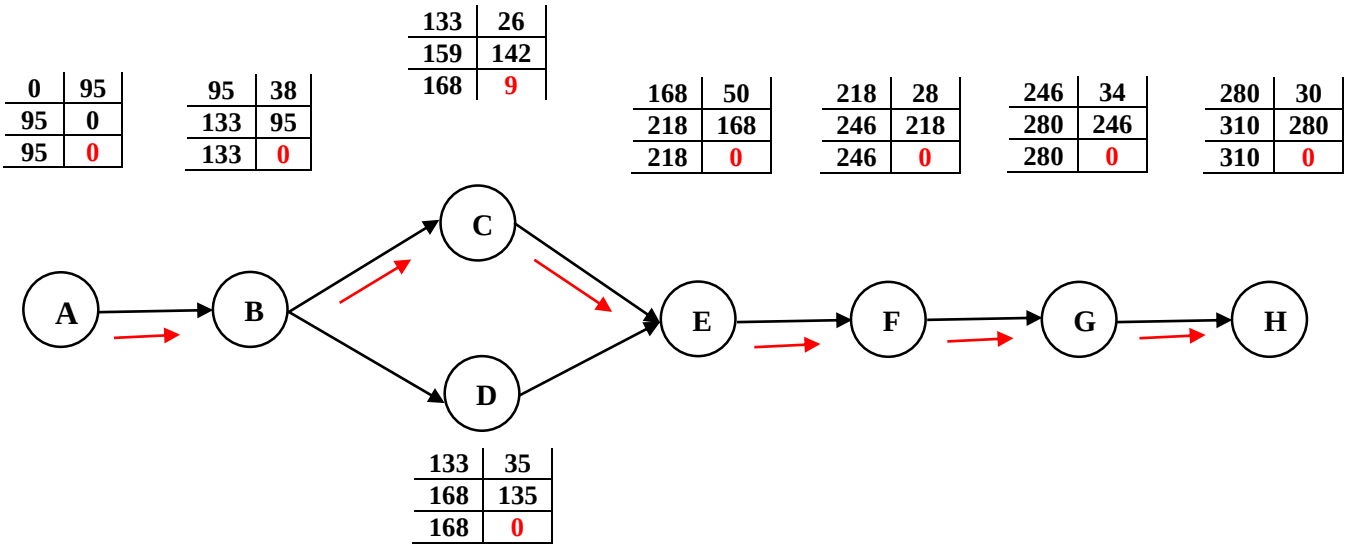


Figure VIII.6: Réseaux à nœuds et calcul du temps de réalisation du réseau de distribution.

→ *: Chemin critique.*

VIII.5 Calcul des volumes des travaux du réseau de distribution

VIII.5.1 Déblais d'excavation

Le volume des déblais est calculé en fonction des surfaces des coupes entravers Sachant que **:**

$$Sexc = b \times h \qquad \textbf{(VIII.3)}$$

- **Sexc :** Surface des déblais de chaque coupe.
- **b :** Largeur de la tranchée.
- **h :** Profondeur de la tranchée .

$$Vexc = S \times Lexc \qquad \textbf{(VIII.4)}$$

- **Vexc :** Volume des déblais entre deux coupes consécutives;
- **L :** Distance entre deux coupes consécutives.

VIII.5.2 La profondeur de la tranchée

Le diamètre de la conduite détermine la profondeur de la tranchée. La relation suivante fournit cela.:

$$H_{tr} = D+h+h1 \qquad \text{(VIII.5)}$$

- **H**tr **:** profondeur de la tranchée (m).
- **D :** diamètre de la conduite (m).
- **h :** hauteur de la génératrice supérieur de la conduite à la surface du sol.
- **h1 :** épaisseur du lit de pose h1 = 0,15 m.

VIII.5.3 Largeur de la tranchée :

La largeur de la tranchée sera calculée en fonction du diamètre de la conduite toutefoison laisse30 cm d'espace de chaque côté de la conduite.

$$b = D + 0,6 \text{ m} \qquad \text{(VIII.6)}$$

- **b :** largeur de la tranchée (m)
- **D :** diamètre de la conduite (m).

Tableau VIII.3 : Calcul du volume du déblai du réseau de distribution.

Dext(mm)	Dint(mm)	L (m)	b(m)	Htr (m)	Sexc(m^2)	Vexc (m^3)
75	**63,8**	641,98	0,68	1,07	0,73	467,10
90	**79,2**	589,54	0,69	1,09	0,75	443,39
110	**96,8**	361,41	0,71	1,11	0,79	284,83
125	**110,2**	1569,99	0,73	1,13	0,82	1295,08
160	**141**	2826,86	0,76	1,16	0,88	2492,16
200	**176,2**	827,73	0,80	1,20	0,96	794,62
250	**220,4**	663,46	0,85	1,25	1,06	704,93
315	**277,6**	892,03	0,92	1,32	1,20	1083,28
400	**352,6**	1078,11	1,00	1,40	1,40	1509,35
500	**440,6**	4593,77	1,10	1,50	1,65	7579,72
						16654,47

VIII.5.4 Lit de sable

Le long de notre tracé, la conduite doit être posée sur un lit de sable de 15 cm d'épaisseur **:**

$$Vs = b \times e \times L \qquad \textbf{(VIII.7)}$$

- **Vs :**Volume du lit de sable (m^3)
- **e :**Epaisseur du lit de sable, e = 15 cm
- **L :**Longueur de la tranchée (m).

Les données de calcul relatives au volume de la couche de sable sont présentées dans le tableau**.**

Tableau VIII.4 : Calcul du volume du lit de sable.

Dext (mm)	**Dint (mm)**	**L (m)**	**b (m)**	**e (m)**	**Vs (m^3)**
75	**63,8**	641,98	0,68	0,15	65,48
90	**79,2**	589,54	0,69	0,15	61,02
110	**96,8**	361,41	0,71	0,15	38,49
125	**110,2**	1569,99	0,73	0,15	171,91
160	**141**	2826,86	0,76	0,15	322,26
200	**176,2**	827,73	0,80	0,15	99,33
250	**220,4**	663,46	0,85	0,15	84,59
315	**277,6**	892,03	0,92	0,15	123,10
400	**352,6**	1078,11	1,00	0,15	161,72
500	**440,6**	4593,77	1,10	0,15	757,97
					1885,87

VIII.5.5 Remblais compacté

Le volume des remblais sera égal à la différence entre le volume des déblais et la somme du volume occupé par la conduite et le volume du lit de sable **:**

$$Vr = Vexc - Vs - Vc \quad \textbf{(VIII.8)}$$

- **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.

VIII.5.5.1 Volume de la conduite

Une fois les déblais de la tranchée effectués et le lit de sable mis en place, l'étape suivante consiste à installer les conduites, et il est crucial de connaître leur section pour calculer le volume des remblais :

$$Sc = \frac{\pi \times D^2}{4} \quad \textbf{(VIII.9)}$$

- **S**c : section de la conduite (m2) .
- **D** : diamètre de la conduite (m).

$$V_c = S_c \times L \quad \textbf{(VIII.10)}$$

- **Vc :** volume de la conduite (m3).

Tableau VIII.5 : Calcul du volume des conduites.

Dext(mm)	Dint (mm)	L (m)	Sc (m^2)	Vc(m^3)
75	**63,8**	641,98	0,004	2,83
90	**79,2**	589,54	0,006	3,75
110	**96,8**	361,41	0,009	3,43
125	**110,2**	1569,99	0,012	19,26
160	**141**	2826,86	0,020	56,81
200	**176,2**	827,73	0,031	25,99
250	**220,4**	663,46	0,049	32,55
315	**277,6**	892,03	0,078	69,48
400	**352,6**	1078,11	0,126	135,41
500	**440,6**	4593,77	0,196	900,38
				1248,70

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

$$\mathbf{Vr = Vexc - Vs - Vc} \qquad \mathbf{(VIII.11)}$$

- **Vr :** Volume du remblai
- **Vexc:** Volume du déblai (volume excavé)
- **V :** Volume occupé par la conduite.
- **Vs :** Volume du lit de sable.

✓ **A.N :** $\mathbf{V_r = 16654,47 - 1885,87 - 1248,70 = 13519,9 m^3}$

Tableau VIII.6 : Volumes des travaux de distribution

N°	Désignation	Unité	Quantité
1	Déblais	m^3	16654,47
2	Lit de sable	m^3	1885,87
3	Les conduites	ml	1248,70
4	Remblais	m^3	13519,9

Calcul de foisonnement initial et final :

Le foisonnement des terres lors d'un terrassement équivaut à une augmentation devolume des matériaux après excavation.

C'est ce volume foisonné qui servira de base à l'établissement d'un devis pourtransporter le matériau d'un point A à un point B.

En cas de remblaiement, l'utilisation d'un coefficient de foisonnement permet deconnaitre le volume restant après tassement.

On a :

$$V' = (1 + Fi) \times V_{déblai}$$

$$V'' = (1 + T) \times V_{remblai\ compacté}$$

Donc

- V' : le volume de foisonnement initial
- Fi : le coefficient de foisonnement
- V'' : le volume de remblai non compacté
- T : le coefficient de

terrassement des déblaisOn prend : Fi = 0,2

et T = 1,15

Alors on aura :

$$V' = 1,2 \times 16654,47 = 19985,364 m^3$$

$V'' = 1{,}15 \times 13519{,}9 = 15547{,}885 m^3$

Tableau VIII.6: Devis estimatif et quantitatif du projet.

	Désignation des travaux	**Unité**	**Quantité**	**Prix**	**Montant (DA)**
Terrassement	déblai	m3	12760,96	700	8932672,00
	lit de sable	m3	1284,09	1650	2118748,50
	remblaiement	m3	10133,78	600	6080268,00
Fourniture transport et pose des conduites	75	ml	641,98	600	385188,00
	90	ml	589,54	800	471632,00
	110	ml	361,41	1500	542115,00
	125	ml	1569,99	2000	3139980,00
	160	ml	2826,86	2 500	7067150,00
	200	ml	827,73	3000	2483190,00
	250	ml	663,46	3600	2388456,00
	315	ml	892,03	4500	4014135,00
	400	ml	1078,11	6000	6468660,00
	500	ml	4593,77	8000	36750160,00

	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix	Montant (DA)
Les Tés	75/160	/	2	2 000,00	4 000,00
	90/160	/	2	4 000,00	8 000,00
	90/315	/	1	4 500,00	4 500,00
	110/160	/	2	5 000,00	10 000,00
	125/250	/	4	8 500,00	34 000,00
	160/315	/	3	10 000,00	30 000,00
	160/400	/	2	11 000,00	22 000,00
	400/500	/	1	13 000,00	13 000,00
Vanne en fonte	75	/	5	10 000,00	50 000,00
	90	/	1	19 000,00	19 000,00
	110	/	1	25 000,00	25 000,00
	125	/	4	30 000,00	120 000,00
	160	/	11	35 000,00	385 000,00
	200	/	4	40 000,00	160 000,00
	250	/	5	55 000,00	275 000,00
	315	/	5	80 000,00	400 000,00
	400	/	6	85 000,00	510 000,00
	500	/	1	90 000,00	90 000,00
les coudes	75/110	/	1	25 000,00	25 000,00
	75/160	/	1	40 000,00	40 000,00
	125	/	1	40 000,00	40 000,00
	200/160	/	1	45 000,00	45 000,00
	200/250	/	1	50 000,00	50 000,00
	400/315	/	1	65 000,00	65 000,00
Croix de jonction	400/250	/	2	15 000,00	30 000,00
	200/160	/	2	20 000,00	40 000,00
Ouvrage destockage	Réalisation d'un réservoir semi- enterré de 1500m3	m³	1	/	25 000 000,0
				Somme	108336854,50
				T.V.A19%	20584002,36
				Coût Total	128920856,86

Les prix unitaires sont fournis par **CANAPEHP SARL (2023)**

Conclusion

Dans le présent chapitre, nous avons calculé les volumes de travail afin dedéterminer une estimation du coût global du projet, qui s'élève à environ 128920856,86DA. En outre, nous avons élaboré un calendrier des tâches, ce qui nousa permis d'estimer que la durée de réalisation de ce projet serait d'environ 10 mois et 10 jours.

Chapitre IX
Protection et sécurité de travail

Introduction

Les problèmes et les accidents sur le lieu de travail ont des conséquences importantes à la fois sur le plan financier et humain. C'est pourquoi plusieurs mesures sont mises en place pour garantir des conditions de travail optimales aux employés.

Ainsi, la sécurité au travail revêt une grande importance dans toutes les activités, qu'il s'agisse de travaux sur un chantier ou dans d'autres domaines.

L'objectif principal de la sécurité au travail est de réduire à la fois la fréquence et la gravité des accidents sur les chantiers, y compris ceux dans le domaine hydraulique.

Les différentes étapes de l'exécution des travaux comprennent :

- Les travaux d'excavation et de terrassement, tels que la pose des conduites, l'installation des réservoirs de stockage et la construction de stations de pompage, entre autres.
- La réalisation de forages, comprenant le creusement, l'équipement, les essais de pompage et les mesures de protection nécessaires.
- Les travaux de construction, notamment dans le génie civil, comme le bétonnage, le ferraillage, et d'autres phases liées à l'implantation des réservoirs de stockage et des stations de pompage. Dans ce cadre, les ingénieurs hydrauliciens doivent résoudre tous les problèmes liés à la sécurité et à la protection des travailleurs dans le cadre de leurs études.

IX.1 Cause des accidents de travail

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

IX.1.1Causes 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.

IX.1.2 Causes techniques

Ces causes sont dues à :

- Les conditions de travail peu satisfaisantes .
- L'insuffisance de l'éclairage.
- La congestion dans les étapes de réalisation des travaux .

IX.1.3 Causes matérielles

Ces causes sont dues à :

- L'équipement, les engins et les machines de travail ;
- La nature des matériaux utilisés ;
- Les difficultés rencontrées lors de l'exécution du travail ;
- Les installations mécaniques et électriques.

Au cours de chaque étape de la réalisation d'un projet d'approvisionnement en eau potable, il existe un risque potentiel d'accidents, que ce soit lors des travaux d'excavation, de bétonnage, des opérations électriques, des systèmes sous pression ou même lors des activités d'entretien post-projet, telles que la maintenance des pompes et des installations**.**

IX.2 Liste des conditions dangereuses

- Installations qui ne sont pas protégées.
- Installations non protégées
- Les outils, appareils et machines sont en mauvais état.
- Aucune protection individuelle disponible.
- Des erreurs dans la conception et la construction.
- Matériaux inappropriés
- Stockage non rationnel
- Un lieu mal organisé.
- Problèmes d'éclairage
- Facteurs d'atmosphère inappropriés.
- Un climat difficile

IX.3 Liste des actions dangereuses

- Effectuer des interventions imprudentes sur des machines en mouvement.
- Intervenir sans prendre les précautions nécessaires sur des installations sous pression ou sous tension.
- Entreprendre des actions sans prévenir ni obtenir l'autorisation requise.
- Désactiver intentionnellement les dispositifs de sécurité.
- Omettre de porter l'équipement de protection individuelle nécessaire.
- Utiliser de manière inappropriée des outils ou des engins.
- Adopter des positions peu sécurisées.
- Travailler à des altitudes inappropriées.
- Suivre un rythme de travail inadéquat.
- S'engager dans des comportements inappropriés tels que plaisanter ou se quereller**.**

IX.4 Mesures préventives pour éviter les causes accidents

IX.4.1 Prévention technique

- **Protection individuelle :**

Les mesures de protection individuelle, bien que parfois essentielles, affichent une fiabilité moindre par rapport aux dispositifs de protection collective. Elles ne devraient être adoptées qu'en cas d'impossibilité d'appliquer des mesures collectives. Toutefois, il est important de noter que le respect de ces mesures par les travailleurs et leur mise à disposition par les employeurs ne sont pas toujours garantis.

la liste d'équipements de protection individuelle :

- Tenues imperméables ou adaptées à des risques spécifiques, telles que des casques de protection contre les chutes d'objets.
- Dispositifs de protection pour les mains, comprenant des gants, des crèmes protectrices et des produits de nettoyage inoffensifs.
- Chaussures de sécurité dotées de semelles épaisses, antidérapantes et d'une coquille métallique pour protéger les orteils.
- Lunettes de protection conçues pour résister aux rayons UV, à la

chaleur et aux projections de débris.

- Dispositifs de protection auditive, tels que des casques anti-bruit et des bouchons d'oreille.
- Masques et cagoules destinés à prévenir l'inhalation de poussières ou de gaz nocifs.



Figure IX.1 : Equipement de protection individuelle.

Ces équipements doivent respecter les critères suivants :

- Être fournis gratuitement.
- Correspondre aux risques à prévenir et aux tâches à accomplir.
- Être utilisés conformément à leur conception.
- Faire l'objet de vérifications et d'entretien réguliers.
- Être remplacés en cas de dépassement de la date limite d'utilisation ou en cas de détérioration.
- Être réservés à un usage personnel.
- Porter la certification de conformité (Marquage CE).
- Être accompagnés d'une notice d'utilisation et d'un certificat de conformité.

➢ Protection collective

Un équipement de protection est un dispositif, mécanisme, appareil ou installation conçu, par son agencement et les matériaux dont il est constitué, pour garantir efficacement la sécurité des employés en limitant les risques professionnels et en minimisant leurs conséquences. Cet équipement peut être intégré dans les installations de production ou ajouté aux postes de travail. S'il assure la sécurité à la fois des travailleurs affectés au poste et des autres personnes présentes à proximité, il est qualifié de protection collective. Les équipements de protection collective sont conçuspour garantir la sécurité de l'ensemble des employés et sont donc à privilégier.

Il existe quatre principes qui guident la mise en place de moyens de protection collective :

- La protection par éloignement, qui peut impliquer la signalisation ou la déviation.
- La protection par obstacle, par exemple, l'utilisation de rampes de sécurité.
- La protection par atténuation des nuisances, qui comprend des mesures telles que l'insonorisation des locaux, l'encoffrement des zones de travail, l'aspiration des poussières et la ventilation.
- La protection par la consignation d'une fonction dangereuse lors d'interventions**.**

➢ Les moyens possibles de protection collective

- Maintenance des engins.
- Inspection et certification de conformité des engins.
- Assurer une signalisation claire et largement reconnue au sein de l'entreprise, en utilisant des couleurs de sécurité (rouge, orange, vert) et en isolant les zonesà risque à l'aide de barrières, d'écrans ou de cartons.
- Effectuer régulièrement des vérifications du bon fonctionnement et de l'entretien des dispositifs de sécurité.
- Améliorer les techniques de travail, notamment par l'étiquetage des produits, l'exécution de tâches en espace clos, l'aspiration des vapeurs et des poussières, ainsi que le remplacement de produits dangereux par des alternatives lorsque cela est techniquement possible.

- Améliorer les conditions de travail, incluant l'éclairage, la gestion du bruit, le contrôle de la poussière, et la régulation de l'environnement thermique.
- Contrôler la qualité des matériaux : les fabricants, importateurs et vendeurs sont tenus de fournir à l'entreprise toutes les informations nécessaires sur les nouveaux produits.
- Affichage des consignes de sécurité et du règlement intérieur de l'entreprise.
- Promouvoir la santé et renforcer les facteurs d'hygiène qui contribuent à la prévention, comme l'interdiction de boire, manger ou fumer sur les lieux de travail, ainsi qu'une hygiène stricte, y compris le lavage des mains et l'utilisation des douches.

IX.4.2 Prévention médicale

➢ Examen clinique, éventuels examens complémentaires :

Le médecin du travail doit veiller à identifier les contre-indications médicales potentielles lors de la visite d'embauche et des examens médicaux périodiques, en particulier pour :

- Les postes dangereux soumis à une réglementation spécifique, qui présentent des risques pour le salarié.
- Les postes de sécurité comportant des risques pour le travailleur ou pour ses collègues, nécessitant la recherche de conditions médicales telles que l'épilepsie, le diabète, les problèmes cardiaques, ou la réalisation d'évaluations psychotechniques.

Il est impératif que le médecin du travail n'autorise en aucun cas l'affectation d'un travailleur à un poste susceptible de présenter un risque grave, que ce soit pour le travailleur lui-même ou pour son environnement professionnel**.**

IX.4.3 Prévention pour les conducteurs d’engin

- Consultez attentivement la notice d'utilisation de l'engin.
- Suivez l'ordre des opérations en conformité avec les plans et les spécifications techniques.
- Effectuez des vérifications de la machine avant et après le démarrage.

- Ajustez l'équilibre de l'engin en fonction de la tâche à accomplir, qu'il s'agisse de creuser, saisir, lever, pousser ou charger.
- Préparez le terrain en dégageant les obstacles.
- Réalisez le nivellement conformément aux indications topographiques, en respectant les dimensions précisées.
- Creusez des tranchées conformément aux repères topographiques fournis.
- Remblayez la surface ou creusez en profondeur pour effectuer des fouilles.
- Créez un talus en suivant les gabarits spécifiés.
- Documentez votre intervention en remplissant une fiche technique.
- Prenez les mesures de sécurité nécessaires pour garantir à la fois la protection individuelle et collective.
- Effectuez la maintenance de premier niveau des outils et de l'équipement.
- Signalez les défauts ou problèmes à votre supérieur hiérarchique**.**

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons tout d'abord abordé les principales causes des accidents et les moyens de les prévenir afin de réduire leur fréquence. Ensuite, nous avons examiné la question des équipements de protection.

Il est essentiel que chaque employeur respecte scrupuleusement le code de la sécurité au travail.

Conclusion générale

Notre étude a couvert tous les aspects liés à la planification spécifique de la mise en œuvre d'un projet d'approvisionnement en eau potable. Il est essentiel de souligner que, tout au long de notre recherche, une attention particulière a été portée aux aspects techniques, visant à garantir une pression adéquate et un débit suffisant pour les abonnés.

Après avoir effectué une analyse approfondie du site d'étude, nous avons réalisé une estimation détaillée des besoins totaux à l'horizon de notre étude, c'est-à-dire en 2053. Cette démarche nous a permis de déterminer les différents débits requis, notamment le débit maximal journalier et le débit maximal horaire. Ces débits ont servi de base pour le dimensionnement du réseau de distribution, des réservoirs et pour l'étude de l'adduction.

Cette étude a constitué une mise en application concrète de toutes les connaissances que nous avons acquises au cours de notre formation en hydraulique. Elle nous a également offert l'opportunité de découvrir le monde professionnel en réalisant une étude de cette envergure à partir de données réelles.

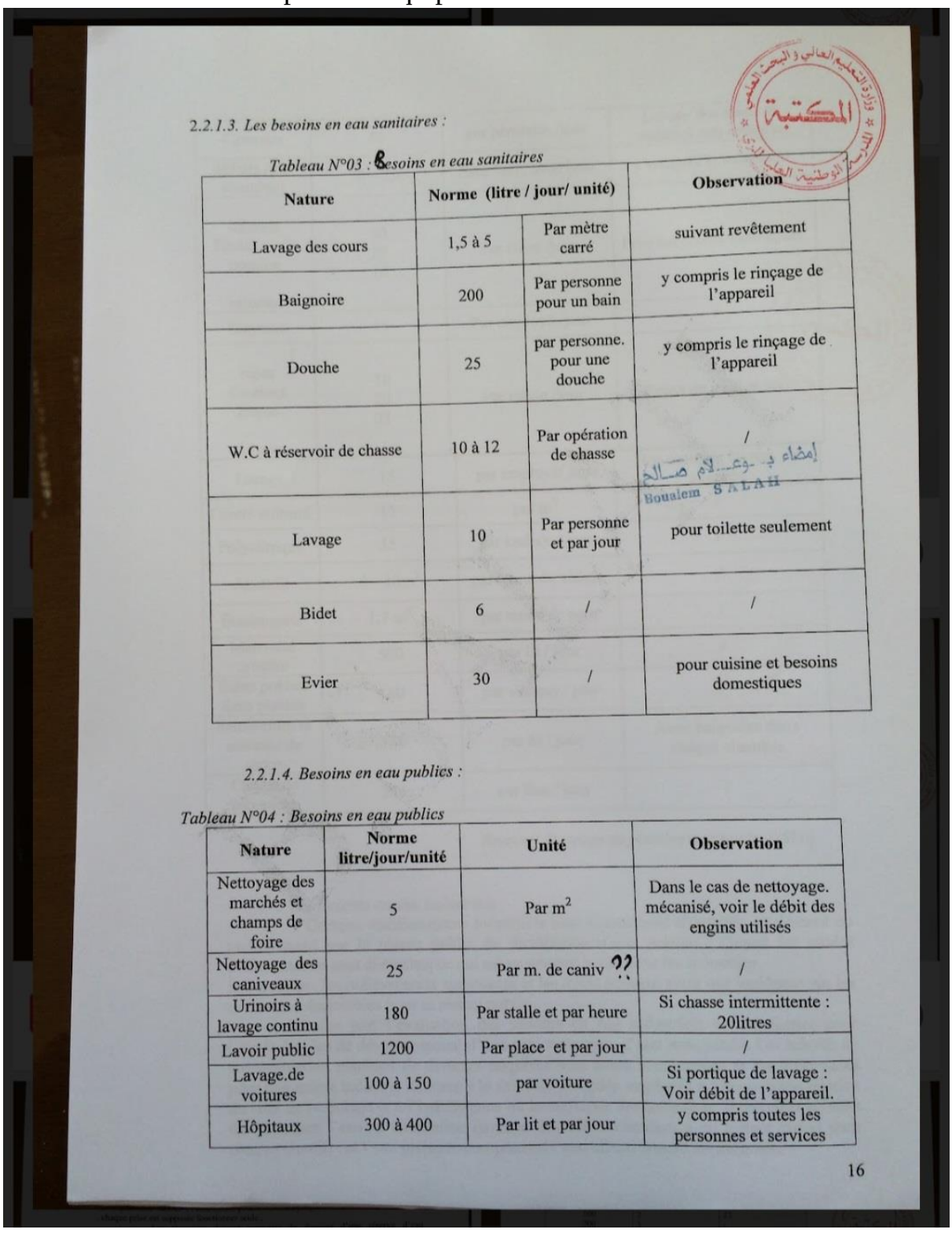
Bibliographie

- Monsieur SALAH, B : Poly copies d'alimentation en eau potable 2014, ENSH Blida.
- Monsieur AMMARI, A : Cours De L'hydraulique générale.
- Monsieur KAHLERRAS, D:Cours De Protection et Sécurité Du Travail(ENSH).
- Dr. Benzannache, N :Poly copie du cours ALIMENTATION EN EAU POTABLE Licence LMD Hydraulique(2020-2021).
- Mahmoud MOUSSA Professeur à l'E.N.I.T:3-AEP-Tunisie-Cours Alimentation en Eau Potable.
- Cours_TC-ER_papier Équipement de réseau d'AE.

- **Quelques sites Web** :
  - www.azprocede.fr
  - www.billmat.fr
  - www.pseau.org
  - www.bm-cat.com
  - Googleearth.com
  - www.cftc-dartyidf.fr
  - Mesure et capteurs de débit (sitelec.org)

ANNEXE

ANNEXE 1 : Dotation pour les équipements



2.2.1.3. *Les besoins en eau sanitaires :*

Tableau N°03 : Besoins en eau sanitaires

Nature	Norme (litre / jour/ unité)		Observation
Lavage des cours	1,5 à 5	Par mètre carré	suivant revêtement
Baignoire	200	Par personne pour un bain	y compris le rinçage de l'appareil
Douche	25	par personne. pour une douche	y compris le rinçage de l'appareil
W.C à réservoir de chasse	10 à 12	Par opération de chasse	/
Lavage	10	Par personne et par jour	pour toilette seulement
Bidet	6	/	/
Evier	30	/	pour cuisine et besoins domestiques

2.2.1.4. *Besoins en eau publics :*

Tableau N°04 : Besoins en eau publics

Nature	Norme litre/jour/unité	Unité	Observation
Nettoyage des marchés et champs de foire	5	Par m^2	Dans le cas de nettoyage. mécanisé, voir le débit des engins utilisés
Nettoyage des caniveaux	25	Par m. de caniv ??	/
Urinoirs à lavage continu	180	Par stalle et par heure	Si chasse intermittente : 20litres
Lavoir public	1200	Par place et par jour	/
Lavage.de voitures	100 à 150	par voiture	Si portique de lavage : Voir débit de l'appareil.
Hôpitaux	300 à 400	Par lit et par jour	y compris toutes les personnes et services

16

Casernes	50	par personne./jour	Lavage des cours et matériel non compris
Hôtels (par chambre)	70 – 230	Sans bain, avec bain	y compris le restaurant
Internat Ecoles ½ pension externat	50 20 10	Par élève /jour	Pour les écoles techniques.
Bureaux	15	Par employé./jour	/
1 repas Cantines 2repas 3repas	10 20 25	Par ration /jour	Repas du midi et soir.
Garage	15	par employé/ jour	Non compris lavage. de voitures
Centre culturel	15	par m^2	/
Polyclinique	15	par malade / jour	/
Abattoir	6 – 10m^3	par tonne de viande	/
Boulangerie	1.7 m^3	par tonne de pain	/
Maternité urbaine	500	par lit / jour	/
Bains publics Sans piscine	180	par visiteur / jour	/
Sanatorium et maisons de repos	350	par lit / jour	Avec baignoire dans chaque chambre
Camps de pionniers	200	par lieu / jour	/

Source : Ouvrage de plomberie sanitaire(1986)

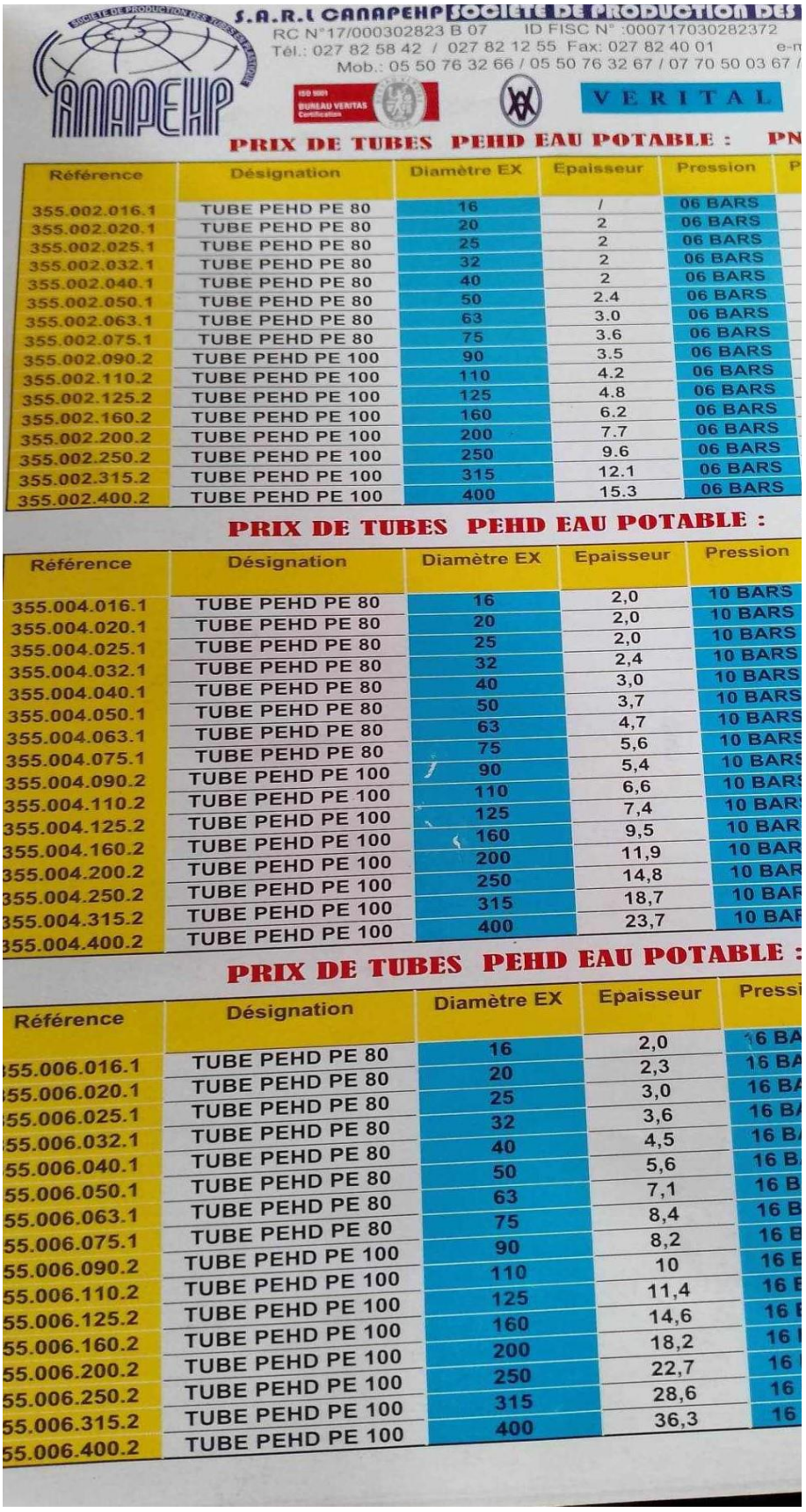
2. 2.1.5. Besoins en eau industriels :

Certains établissements industriels sont directement alimentés, totalement ou partiellement par le réseau public de distribution d'eau potable . Quand les modes d'alimentation sont distinctes, ce qui est en général le cas pour les industries importantes , les prélèvements autonomes et les rejets peuvent avoir une incidence sur les ressources disponibles pour le réseau public .

D'autre part l'évaluation des besoins en eau industriels est nécessaire pour l'étude du plan de développement d'une agglomération, d'une zone rurale. Les relevés de consommation résultant de diverses enquêtes sont assez contestables et les différences pour une même industrie tiennent à la fois aux procédés employés à l'importance relative du taux de recyclage et à l'indifférence où la méfiance des industries. Il convient en effet de distinguer l'eau en circulation (somme des débits circulant à un instant donné dans chaque circuit) , et l'eau prélevée comprenant l'eau effectivement consommée.

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
المكتبة
المدرسة الوطنية العليا للري

ANNEXE 2 : Tubes en PEHD destinés aux réseaux de distribution d'eau potable.



S.A.R.L CANAPEHP SOCIETE DE PRODUCTION DES

RC N°17/000302823 B 07 ID FISC N° :000717030282372

Tél.: 027 82 58 42 / 027 82 12 55 Fax: 027 82 40 01 e-m

Mob.: 05 50 76 32 66 / 05 50 76 32 67 / 07 70 50 03 67 /

VERITAL

PRIX DE TUBES PEHD EAU POTABLE : PN

Référence	Désignation	Diamètre EX	Epaisseur	Pression	P
355.002.016.1	TUBE PEHD PE 80	16	/	06 BARS	
355.002.020.1	TUBE PEHD PE 80	20	2	06 BARS	
355.002.025.1	TUBE PEHD PE 80	25	2	06 BARS	
355.002.032.1	TUBE PEHD PE 80	32	2	06 BARS	
355.002.040.1	TUBE PEHD PE 80	40	2	06 BARS	
355.002.050.1	TUBE PEHD PE 80	50	2.4	06 BARS	
355.002.063.1	TUBE PEHD PE 80	63	3.0	06 BARS	
355.002.075.1	TUBE PEHD PE 80	75	3.6	06 BARS	
355.002.090.2	TUBE PEHD PE 100	90	3.5	06 BARS	
355.002.110.2	TUBE PEHD PE 100	110	4.2	06 BARS	
355.002.125.2	TUBE PEHD PE 100	125	4.8	06 BARS	
355.002.160.2	TUBE PEHD PE 100	160	6.2	06 BARS	
355.002.200.2	TUBE PEHD PE 100	200	7.7	06 BARS	
355.002.250.2	TUBE PEHD PE 100	250	9.6	06 BARS	
355.002.315.2	TUBE PEHD PE 100	315	12.1	06 BARS	
355.002.400.2	TUBE PEHD PE 100	400	15.3	06 BARS	

PRIX DE TUBES PEHD EAU POTABLE :

Référence	Désignation	Diamètre EX	Epaisseur	Pression
355.004.016.1	TUBE PEHD PE 80	16	2,0	10 BARS
355.004.020.1	TUBE PEHD PE 80	20	2,0	10 BARS
355.004.025.1	TUBE PEHD PE 80	25	2,0	10 BARS
355.004.032.1	TUBE PEHD PE 80	32	2,4	10 BARS
355.004.040.1	TUBE PEHD PE 80	40	3,0	10 BARS
355.004.050.1	TUBE PEHD PE 80	50	3,7	10 BARS
355.004.063.1	TUBE PEHD PE 80	63	4,7	10 BARS
355.004.075.1	TUBE PEHD PE 80	75	5,6	10 BARS
355.004.090.2	TUBE PEHD PE 100	90	5,4	10 BARS
355.004.110.2	TUBE PEHD PE 100	110	6,6	10 BARS
355.004.125.2	TUBE PEHD PE 100	125	7,4	10 BAR
355.004.160.2	TUBE PEHD PE 100	160	9,5	10 BAR
355.004.200.2	TUBE PEHD PE 100	200	11,9	10 BAR
355.004.250.2	TUBE PEHD PE 100	250	14,8	10 BAR
355.004.315.2	TUBE PEHD PE 100	315	18,7	10 BAR
355.004.400.2	TUBE PEHD PE 100	400	23,7	10 BAR

PRIX DE TUBES PEHD EAU POTABLE :

Référence	Désignation	Diamètre EX	Epaisseur	Pressi
55.006.016.1	TUBE PEHD PE 80	16	2,0	16 BA
55.006.020.1	TUBE PEHD PE 80	20	2,3	16 BA
55.006.025.1	TUBE PEHD PE 80	25	3,0	16 BA
55.006.032.1	TUBE PEHD PE 80	32	3,6	16 BA
55.006.040.1	TUBE PEHD PE 80	40	4,5	16 B
55.006.050.1	TUBE PEHD PE 80	50	5,6	16 B
55.006.063.1	TUBE PEHD PE 80	63	7,1	16 B
55.006.075.1	TUBE PEHD PE 80	75	8,4	16 B
55.006.090.2	TUBE PEHD PE 100	90	8,2	16 B
55.006.110.2	TUBE PEHD PE 100	110	10	16 B
55.006.125.2	TUBE PEHD PE 100	125	11,4	16 B
55.006.160.2	TUBE PEHD PE 100	160	14,6	16 B
55.006.200.2	TUBE PEHD PE 100	200	18,2	16 B
55.006.250.2	TUBE PEHD PE 100	250	22,7	16
55.006.315.2	TUBE PEHD PE 100	315	28,6	16
55.006.400.2	TUBE PEHD PE 100	400	36,3	16