الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

NATIONAL HIGHER SCHOOL FOR HYDRAULICS

"The Mujahid Abdellah ARBAOUI"

المدرسة الوطنية العليا للري
"المجاهد عبد الله عرباوي"
ⵜⴰⵙⴷⴰⵡⵜ ⵜⴰⵏⴰⵡⴰⵢⵜ ⵏ ⵜⵉⵣⵔⴰⵡⵉⵏ "ⵄⴰⴱⴷⵍⵍⴰⵀ ⵄⵔⴱⴰⵡⵉ"

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: ALIMENTATION EN EAU POTABLE

THEME :

Dimensionnement et conception du réseau d'alimentation en eau potable du POS N°02 Ksar Chellala (W.Tiaret)

Présenté par :
ALMI Mokhtar

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
MEDDI Hind	professeur	Présidente
KADI Latifa	M.A.A	Examinatrice
NACER Tarek	M.C.B	Examinateur
SALHI Chahrazed	M.C.B	Promotrice

Session Novembre 2023

Remerciements :

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers tous les enseignants, les professeurs et les mentors qui ont joué un rôle essentiel dans la réalisation de ce mémoire. Votre expertise, vos conseils éclairés, et votre dévouement ont été une source inestimable de soutien tout au long de ce parcours académique.

Chacun d'entre vous a contribué à façonner ma compréhension du sujet et à développer mes compétences en recherche. Vos encouragements, vos critiques constructives et votre patience ont été déterminants pour mon apprentissage.

Je tiens à remercier particulièrement SALHI et AMMARI pour leur précieuse guidance et leurs précieux enseignements. Leurs conseils m'ont permis de progresser, de repousser mes limites, et d'atteindre un niveau de compréhension plus approfondi.

Votre passion pour l'enseignement a fait de cette expérience un voyage enrichissant. Je vous suis profondément reconnaissant pour avoir partagé votre savoir, votre expertise, et votre temps avec moi.

Ces remerciements sont également une reconnaissance envers l'ensemble du corps enseignant qui a contribué à mon développement académique. Vous avez tous joué un rôle essentiel dans ma formation, et je vous en suis reconnaissant.

Ce mémoire est le fruit de vos enseignements, et je suis fier de pouvoir le présenter grâce à la contribution de chacun d'entre vous. Vos leçons resteront gravées en moi au-delà de ce travail, et je m'efforcerai de les mettre en pratique dans ma future carrière.

Merci du fond du cœur pour tout ce que vous avez fait pour moi.

Avec une profonde gratitude.

Dédicace :

Ce mémoire est le fruit de nombreuses heures de travail, de recherche, et de détermination, mais il est aussi le reflet des relations précieuses qui ont enrichi ma vie. Vous êtes tous une source inestimable de soutien, d'inspiration et d'amour, et je tiens à vous dédier ce travail avec une profonde gratitude.

À mes parents, MAMA et PAPA, votre amour inconditionnel, vos encouragements constants et vos valeurs m'ont guidé tout au long de ce parcours éducatif. Vous avez été mes premiers enseignants, mes modèles, et mes plus grands supporters. Chacun de mes succès est en partie le vôtre, car vous avez investi dans mon éducation et mon bien-être d'une manière que je ne saurais jamais assez reconnaître. Vous m'avez inspiré à poursuivre mes rêves, à croire en moi-même et à travailler dur pour atteindre mes objectifs. Votre foi en moi a été ma plus grande force. Ce mémoire est donc dédié à vous, en signe de ma gratitude et de mon amour. C'est un témoignage de tout ce que vous avez fait pour moi, et une reconnaissance de l'importance cruciale de votre rôle dans ma vie. Maman et papa, je vous remercie du fond du cœur pour tout ce que vous avez fait. Vous êtes les meilleurs parents que quelqu'un puisse espérer, et je suis infiniment reconnaissant de vous avoir à mes côtés.

À mes chères sœurs WISSEM et MERIEM vous avez été mes amies, mes confidentes, et mes complices. Votre présence dans ma vie a été un cadeau inestimable, et je suis reconnaissant de partager ce lien unique avec vous.

À mes amis NOURDINE, YOUNES, SAID, MEHDI, ALI, DJALLEL, OMAR, ABDENOUR et SALAH vous avez été mon épaule sur laquelle m'appuyer, ma source de joie, et mes partenaires de succès. Votre amitié a illuminé chaque étape de ce voyage. Chacun de vous a apporté une touche unique à ma vie, m'inspirant, me soutenant et partageant des moments de joie inoubliables. Votre amitié a été ma bouée de sauvetage dans les moments de doute, ma source de motivation lors des périodes difficiles, et ma joie constante dans les moments de réussite. Ce mémoire est un témoignage de l'importance de l'amitié dans ma vie. Chacun d'entre vous a contribué à ma croissance personnelle et à ma réussite académique de manière significative. Vous avez été mes compagnons de route les plus proches, et je vous suis profondément reconnaissant pour cela.

Ce travail est donc dédié à vous tous, en reconnaissance de l'impact que vous avez eu sur ma vie. Votre soutien indéfectible m'a aidé à atteindre ce jalon, et je souhaite partager ce succès avec chacun d'entre vous.

Avec tout mon amour et ma gratitude.

ملخص :

بعد أن قمنا بعرض المنطقة التي اخترناها لدراستنا وتحليل متطلباتها من حيث إمدادات مياه الشرب،عملنا على تصميم وتنفيذ بنية تحتية مناسبة تهدف إلى تلبية الاحتياجات المستقبلية لمخطط شغل الأراضي رقم 02 قصر شلالة التابع لولاية تيارت

الهدف من هذه الدراسة هو فهم كيفية تنفيذ هذا المشروع، بما في ذلك تخطيط جميع الهياكل والمعدات اللازمة

Résumé :

Après avoir exposé la région que nous avons choisi pour notre étude et analysé ses exigences en matière d'approvisionnement en eau potable, nous avons travaillé sur la conception et la mise en place d'une infrastructure adéquate visant à satisfaire les besoins futurs du Plan d'Occupation des Sols POS numéro 02 de KSAR CHELLALA, situé dans la wilaya de Tiaret.

L'objectif de cette étude est de comprendre comment ce projet sera réalisé, y compris la planification de l'ensemble des structures et équipements nécessaires.

Abstract :

After having presented the region that we chose for our study and analyzed its requirements in terms of drinking water supply, we worked on the design and implementation of an adequate infrastructure aimed at meeting the future needs of the Plan d Land Occupation (POS) number 02 of KSAR CHELLALA, located in the wilaya of Tiaret.

The objective of this study is to understand how this project will be carried out, including the planning of all necessary structures and equipment.

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Introduction : 1
I.1 Situation géographique : 1
I.2 Situation topographique : 2
I.2.1 Sismicité : 2
I.3 Situation climatologique : 3
I.3.1 La température : 3
I.3.2 La pluviométrie : 3
I.3.3 Les vents : 4
I.4 Présentation hydraulique : 4
I.5 Situation du périmètre d'étude : 5
Conclusion : 6

Chapitre II : Estimation des besoins de la population

Introduction : 7
II.1 Estimation de la population future : 7
II.1.1 But de l'estimation : 7
II.2 Estimation des besoins en eau : 7
II.2.1 Consommation moyenne journalière : 7
II.3 Calcul des besoins en eau pour chaque catégorie de consommateur : 8
II.3.1 Les besoins en eau domestique : 8
II.3.2 Les besoins scolaires : 8
II.3.3 Les besoins en loisir et santé : 9
II.3.4 Les besoins administratifs et culturels : 9
II.3.5 Récapitulation des besoins en eau de l'agglomération : 10
II.4 Étude des variations de la consommation : 10
II.4.1 La consommation maximale et minimale journalière : 10
II.5 Etude les variations des débits horaires : 11
II.5.1 Débit moyen horaire : 11
II.5.2 Débits maximum et minimum horaires : 11
II.5.3 Calculs les débits maximum et minimum horaires : 12
II.5.4 Débits maximum horaire : 12
II.5.5 Coefficient d'irrégularité maximum horaire (K_{maxh}) : 12
II.5.6 Débits minimum horaire : 12
II.5.7 Coefficient d'irrégularité minimum horaire (K_{minh}) : 13
II.6 Etude de la variation des débits horaires : 13

Conclusion : 15

Chapitre III : Etude des réservoirs

Introduction : 16
III.1 La mise sous pression de l'eau potable : 16
III.2 Rôles des réservoirs : 16
III.3 Emplacement des réservoirs : 17
III.4 Classification des réservoirs : 17
III.5 Principe de la construction : 18
III.6 Choix de la forme et du type du réservoir : 18
III.6.1 Forme : 18
III.6.2 Type : 19
III.6.3 Hauteur d'eau : 19
III.7 Equipements du réservoir : 19
III.7.1 Conduite d'arrivée ou d'alimentation (conduite d'adduction) : 19
III.7.1.1 Par Le haut : 19
III.7.1.2 Par Le bas : 20
III.7.2 Conduite de distribution : 20
III.7.2.1 Conduite de vidange : 21
III.7.2.2 Conduite BY-PASS : 22
III.7.2.3 Matérialisation de la réserve d'incendie : 22
III.8 Détermination de la capacité des réservoirs: 23
III.8.1 Principe du calcul : 23
III.8.1.1 La méthode analytique : 23
III.8.1.2 La méthode graphique : 24
III.8.2 Dimensionnement du réservoir d'eau : 24
III.8.2.1 Calcul de la capacité du réservoir : 24
III.8.2.2 Calcul du volume utile : 26
III.8.2.3 Calcul du volume total : 26
III.8.2.4 Les dimensions du réservoir : 26
III.8.2.5 Hauteur d'eau destinée à l'incendie : 26
III.8.3 Emplacement et altitude : 26
Conclusion : 27

Chapitre IV : Etude de l'adduction

Introduction : 28
IV.1 Type d'adduction : 28

IV.2 Classification de l'adduction: 28
IV.2.1 Adduction gravitaire : 28
IV.2.2 Adduction par refoulement : 28
IV.2.3 Adduction mixte : 29
IV.3 Critères de tracé de la conduite d'adduction : 29
IV.4 Choix du type des conduites : 30
IV.5 Calcul hydraulique : 31
IV.5.1 Méthode de calcul : 31
IV.6 Dimensionnement de l'adduction gravitaire : 32
IV.7 Protection contre le coup de bélier 33
Conclusion : 34

Chapitre V : Dimensionnement du réseau de distribution d'eau

Introduction : 35
V.1 Les types de réseau : 35
V.1.1 Réseau ramifié : 35
V.1.2 Réseau maillé : 35
V.1.3 Réseau étagé : 35
V.2 Conception d'un réseau : 36
V.3 Principe de tracé du réseau : 36
V.4 Choix du système de distribution : 36
V.5 Choix du type de matériaux : 36
V.6 Calcul hydraulique du réseau mixte : 37
V.6.1 Calcul de débit spécifique : 37
V.6.1.1 Cas de pointe : 37
V.6.2 Calcul des débits en route et les débits aux nœuds : 37
V.7 Calcul hydraulique et simulation : 40
V.7.1 Cas de pointe : 40
V.7.2 Cas de pointe + incendie : 44
V.8 Analyse des résultats : 48
V.8.1 Les vitesses : 48
V.8.2 Les pressions : 48
V.9 Type de canalisation : 48
V.10 Critères techniques : 49
V.10.1 Pression : 49
Conclusion : 49

Chapitre VI : Accessoires du réseau d'alimentation en eau potable

Introduction : 50
VI.1 Rôle des organes accessoires : 50
VI.2 La robinetterie : 50
VI.2.1 Les vannes de sectionnement : 50
VI.2.2 Les vannes de régulation : 52
VI.2.2.1 Les vannes de régulation, de réduction de pression et débit : 52
VI.3 Les clapets de anti-retour : 52
VI.4 Les ventouses : 53
VI.5 Les vidanges : 54
VI.6 Les appareils de lutte contre l'incendie : 54
VI.6.1 Les poteaux d'incendie : 54
VI.6.2 Les bouches d'incendie : 55
VI.7 Pièces spéciales de raccordement : 56
VI.7.1 Coude : 56
VI.7.2 Cônes : 56
VI.7.3 Tés : 57
VI.7.4 Joints de raccordements : 57
VI.7.5 Les manchons : 58
VI.8 Organes de mesure : 58
VI.8.1 Mesure de débit : 58
VI.8.2 Mesure de pression : 58
VI.8.3 Manomètres à aiguilles : 58
VI.8.4 Manomètres à soufflet : 59
VI.9 By pass : 59
Conclusion : 60

Chapitre VII : Pose de canalisation et organisation de chantier

Introduction : 61
VII.1 Principe de pose de canalisation : 61
VII.1.1 Pose de canalisation dans un terrain ordinaire : 61
VII.1.2 Pose de canalisation en pente : 62
VII.1.3 Pose des conduites en traversées des routes et voies ferrées : 63
VII.1.4 Pose selon la nature des conduites : 63
VII.2 Exécution des travaux de pose des canalisations : 64
VII.2.1 Implantation du tracé des tranchées sur le terrain : 64

VII.2.2 Excavation des tranchées : 64
VII.2.2.1 Enlèvement de la couche végétale : 64
VII.2.2.2 Réalisation des fouilles : 65
VII.2.3 Aménagement du lit de sable : 66
VII.2.4 L'assise : 66
VII.2.5 Choix du coefficient du talus (m) : 67
VII.3 Pose des conduites : 67
VII.3.1 Epreuve de joints et de la canalisation : 68
VII.3.2 Remblaiement de la tranchée : 68
VII.3.3 Le remblai d'enrobage : 68
VII.3.4 Le remblai supérieur : 68
VII.3.5 Nivellement et compactage : 69
VII.3.6 Mise en service du réseau : 69
VII.4 Définitions des engins de terrassement utilisés : 69
VII.4.1 Pelle hydraulique : 69
VII.4.2 Les pelles à câbles : 70
VII.4.2.1 Pelles sur pneumatiques (à pneus) : 70
VII.4.2.2 Les pelles hydrauliques sur chenilles : 70
VII.4.2.3 Pelles « en rétro » : 70
VII.4.2.4 Pelles « en butte » : 70
VII.4.3 Bulldozer : 71
VII.4.4 Chargeur : 72
VII.4.5 Compacteur (vibrateur de sol) : 73
VII.5 Planification des travaux du réseau de distribution : 73
VII.5.1 Principe de la méthode PERT : 74
VII.5.2 Construction du réseau : 74
VII.5.3 Détermination du chemin critique : 74
VII.5.3.1 Méthode CPM : 74
VII.5.3.2 Chemin critique: 75
VII.6 Calcul des volumes des travaux du réseau de distribution : 77
VII.6.1 Déblais d'excavation : 77
VII.6.1.1 La profondeur de la tranchée : 77
VII.6.1.2 Largeur de la tranchée : 77
VII.6.2 Lit de sable : 78
VII.6.3 Remblais compacté : 79

VII.6.4 Volume de la conduite : 79
VII.7 Devis estimatif : 80
Conclusion : 82

Chapitre VIII : Protection et sécurité de travail

Introduction : 83
VIII.1 Cause des accidents de travail : 83
VIII.1.1 Facteurs humain : 83
VIII.1.2 Facteurs matériel : 83
VIII.1.3 Liste des conditions dangereuses : 84
VIII.1.4 Liste des actions dangereuses : 84
VIII.2 Mesures préventives pour éviter les causes des accidents : 84
VIII.2.1 Prévention technique : 84
VIII.2.1.1 Protection individuelle : 84
VIII.2.1.2 Protection collective : 86
VIII.2.1.3 Exemples de protection collective en fonction de la nature des risques : 86
VIII.2.1.4 Les moyens possibles de protection collective : 86
VIII.2.2 Prévention médicale : 87
VIII.2.2.1 Examen clinique, éventuels examens complémentaires : 87
VIII.2.2.2 Prévention pour les conducteurs d'engin : 88
Conclusion : 88

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Tableau I. 1: Les températures moyennes maximales et minimales 1988-2018 3
Tableau I. 2: Précipitation des pluies moyenne mensuelle période 1988-2018 4
Tableau I. 3: Moyennes annuelles et mensuelles des vitesses du vent (m/s) 1988-2018 4
Tableau I. 4: Les caractéristiques de forages 4

Chapitre II : Estimation des besoins de la population

Tableau II. 1: Besoins domestiques 8
Tableau II. 2: Besoins scolaires 8
Tableau II. 3: Besoins loisir et santé 9
Tableau II. 4: Besoins administratifs et culturels 9
Tableau II. 5: Besoins moyens de l'agglomération de la zone d'étude à l'horizon (2053) 10
Tableau II. 6: Récapitulatif des débits journalières Qmoyj,Qmaxj,Qminj 11
Tableau II. 7: Répartition des débits horaires 14

Chapitre III : Etude des réservoirs

Tableau III. 1: Calcul du volume du réservoir 25

Chapitre IV : Etude de l'adduction

Tableau IV. 1: Coefficients K', m, β pour différents types du tuyau 32
Tableau IV. 2: Résultat du dimensionnement gravitaire 32
Tableau IV. 3: Résultat de calcul du temps d'aller-retour de l'onde de déformation..... 33

Chapitre V : Dimensionnement du réseau de distribution d'eau

Tableau V. 1: Calcul des débits aux nœuds 38
Tableau V. 2: Résultats de simulation en cas de pointe 40
Tableau V. 3: Vitesses et pertes de charge dans le réseau cas de pointe 41
Tableau V. 4: Résultats de simulation en cas de pointe+incendie 44
Tableau V. 5: Vitesses et pertes de charges dans le réseau cas de pointe +incendie 45

Chapitre VII : Pose de canalisation et organisation de chantier

Tableau VII. 1: Coefficient du talus en fonction de la profondeur de la tranchée 67
Tableau VII. 2: Tâches qui précèdent et qui succèdent chaque opération du réseau 75
Tableau VII. 3: Détermination des délais 76
Tableau VII. 4: Calcul du volume du déblai du réseau de distribution 78
Tableau VII. 5: Calcul du volume du lit de sable 78
Tableau VII. 6: Calcul du volume des conduites 79
Tableau VII. 7: Devis estimatif et quantitatif 80

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Figure I. 1: Carte de situation géographique wilaya de Tiaret 1
Figure I. 2: Carte de zonage sismique du territoire national 2
Figure I. 3: Plans de Situation du POS 02 dans le périmètre urbain 5

Chapitre II : Estimation des besoins de la population

Figure II. 1: Graphique de consommation de la zone d'étude (2053) 15
Figure II. 2: Courbe de la consommation intégrale 15

Chapitre III : Etude des réservoirs

Figure III. 1: Arrivée par le haut (surverse) 20
Figure III. 2: Arrivée par le bas (par-dessous) 20
Figure III. 3: Conduite de distribution 21
Figure III. 4: Conduite de vidange et du trop plein 22
Figure III. 5: Coupe transversale d'un réservoir semi-enterré 23

Chapitre IV : Etude de l'adduction

Figure IV. 1: Schéma du tracé de la conduite d'adduction gravitaire (Google earth) 29

Chapitre V : Dimensionnement du réseau de distribution d'eau

Figure V. 1: La répartition des vitesses et des pressions le long du réseau de distribution (cas de pointe) 43
Figure V. 2: La répartition des vitesses et des pressions le long du réseau de distribution (Cas de pointe + incendie) 47

Chapitre VI : Accessoires du réseau d'alimentation en eau potable

Figure VI. 1: Vanne a opercule 51
Figure VI. 2: Clapet battant 53
Figure VI. 3: Clapet a bile 53
Figure VI. 4: Ventouse 53
Figure VI. 5: Fonctionnement d'une ventouse 54
Figure VI. 6: Exemple de raccordement d'un poteau d'incendie au réseau d'eau 55
Figure VI. 7: Images réelles et schéma d'une bouche d'incendie 56
Figure VI. 8: Un coude, un cône et un té. 57
Figure VI. 9: Un diaphragme, tuyère et une venturi 58
Figure VI. 10: Image d'un manomètre à aiguilles 59
Figure VI. 11: Image d'un manomètre à soufflet 59

Chapitre VII : Pose de canalisation et organisation de chantier

Figure VII. 1: Schéma de pose de canalisation..... 62
Figure VII. 2: Pose de canalisation en pente 63
Figure VII. 3: Schéma d'une tranchée avec une conduite circulaire 65
Figure VII. 4: Pelle sur pneu..... 71
Figure VII. 5: Dozer 72
Figure VII. 6: Chargeuse 72
Figure VII. 7: Compacteur sur terrain 73
Figure VII. 8: Réseaux à nœuds et calcul du temps de réalisation du réseau de distribution. 76

Chapitre VIII : Protection et sécurité de travail

Figure VIII. 1: Equipement de protection individuelle 85

Planches N°01 : Plan de masse avec tracé du réseau de distribution

Planches N°02 : Profil en long de la conduite de distribution principale

Planches N°03 : Plan du réservoir

Planches N°04 : Détail des nœuds

Introduction générale

L'accès à l'eau potable est une préoccupation majeure pour de nombreuses personnes en raison de son importance dans tous les aspects de la vie. Pour remédier à cette situation, il est essentiel d'installer des systèmes d'approvisionnement en eau. C'est dans ce contexte que s'inscrit le sujet de notre mémoire de fin d'étude, qui porte sur le "Dimensionnement et conception du réseau d'alimentation en eau potable du POS N°02 KSAR CHELLALA (W.Tiaret).

Cette étude comprend huit chapitres, commençant par une présentation de la zone d'étude, où nous abordons une vue d'ensemble du site. Avant d'entamer le calcul hydraulique, il est nécessaire de collecter des données sur la zone d'étude. Ensuite, nous estimons les besoins en eau potable de la population de notre zone d'étude. Cette évaluation quantitative des besoins nous permet de déterminer les volumes d'eau nécessaires à la consommation et de répartir les débits dans le temps, ce qui nous conduit au dimensionnement des ouvrages d'écoulement ou de stockage, ce qui sera abordé dans le chapitre suivant.

Après cela, nous nous penchons sur le dimensionnement du réseau de distribution d'eau, en étudiant le tracé du réseau, le choix du type de conduites adaptées à la zone en question, et la dimension technique des conduites, en veillant à respecter les pressions au sol en relation avec le niveau de construction et en maintenant des vitesses dans la fourchette recommandée. Nous abordons ensuite les accessoires du réseau d'alimentation en eau potable, en sélectionnant ceux qui répondent aux exigences de notre réseau (mixte) pour éviter d'éventuels dommages aux conduites.

Nous passons ensuite à la phase de pose des conduites et à l'organisation du chantier, où nous décrivons les exigences à suivre pour installer les conduites, puis nous examinons l'organisation des opérations nécessaires à la réalisation du projet. Enfin, nous présentons le devis estimatif et quantitatif des différents travaux.

L'objectif de l'ensemble de ces étapes est de répondre efficacement à la demande future de la population à l'horizon 2053, qui croît en parallèle avec l'évolution démographique. Il est impératif de respecter une hiérarchie dans ces différentes étapes, car une gestion efficace d'un système d'alimentation en eau potable commence par un dimensionnement adéquat.

CHAPITRE I :
Présentation de la zone d'étude

Introduction :

L'étude a pour but de réaliser le dimensionnement et la conception du réseau d'eau potable (AEP) du POS N°02 Ksar Chellala pour le mémoire fin d'étude.

I.1 Situation géographique :

Située dans le sud-est de la wilaya de Tiaret, à une distance de 116 kilomètres du siège de la wilaya et à une altitude de 1000 mètres, la commune de Ksar Chellala se trouve dans centrale de l'Algérie.

Le territoire de Ksar Chellala couvre une superficie de 415 hectares.

La commune de Ksar Chellala est limitée géographiquement par (figure I-1) :

- ✓ La commune de Hassi Fedoul au Nord ;
- ✓ La commune de Serguine et Sidi Laadjel à l'Est ;
- ✓ La commune de Zmalet Emir Abdelkader au Sud ;
- ✓ La commune de Rechaiga à l'Ouest.

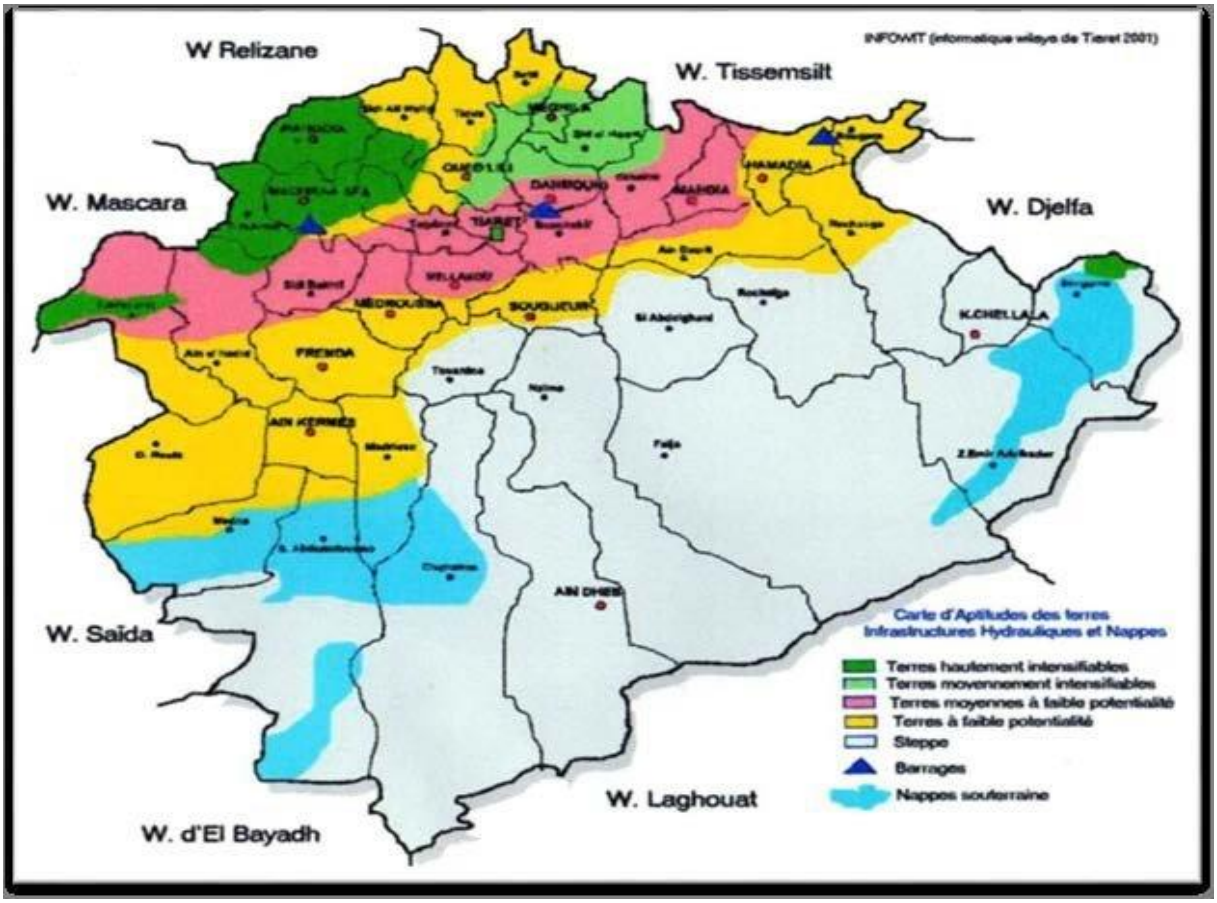


Figure I. 1: Carte de situation géographique wilaya de Tiaret

I.2 Situation topographique :

La ville de Ksar Chellala se trouve au sommet du Djebel Ben Hammed. Cette zone an un relief presque plat, à l'exception de la partie sud qui est dominée par les hauteurs du Djebel Ben Hammed.

I.2.1 Sismicité :

La région méditerranéenne de l'Algérie est soumise à des risques sismiques plus ou moins importants.

Selon les réglementations parasismiques en vigueur en 1999 en Algérie, il existe quatre zones sismiques distinctes dans le pays.

- **Zone 0 :** sismicité négligeable.
- **Zone 1 :** sismicité faible.
- **Zone 2 :** sismicité moyenne.
- **Zone 3 :** sismicité forte.

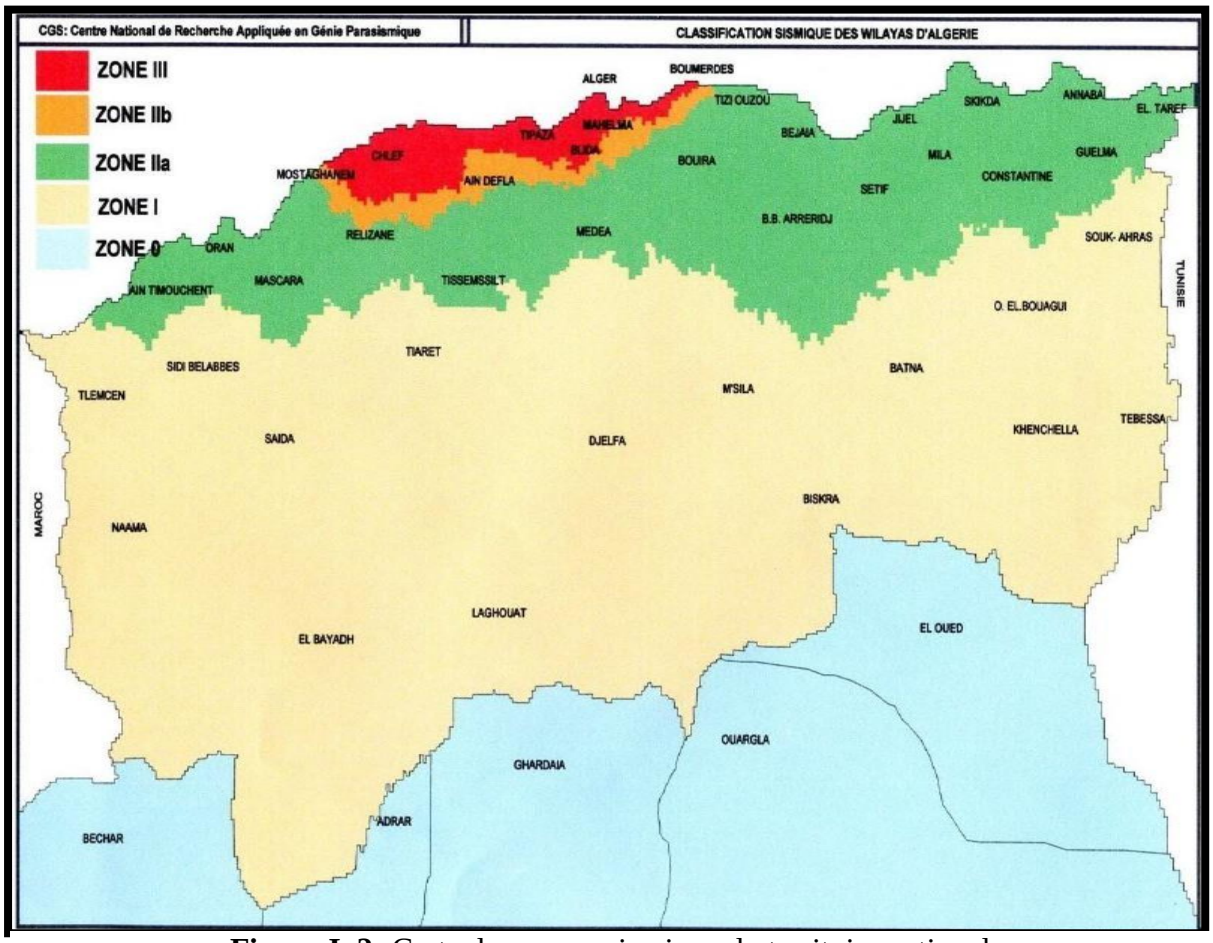


Figure I. 2: Carte de zonage sismique du territoire national

La localité de Ksar Chellala se trouve dans une zone où il y a une faible probabilité de séismes, ce qui la place en zone 1 selon la classification du RPA version 2003 (Règlement Parasismique Algérien).

I.3 Situation climatologique :

L'étude climatique est cruciale car elle nous donne des informations sur la pluviométrie, les températures, les taux d'humidité, les vents, les jours de sirocco et de gelée.

Cependant, un architecte compétent doit prendre en compte ces événements, en prenant une position envers le climat.

I.3.1 La température :

La zone an un climat aride steppique.

Tableau I. 1: les températures moyennes maximales et minimales 1988-2018

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juillet	Aout
Température Max(°C)	32	25	19	15	14	16	18	21	26	33	38	36
Température Min(°C)	16	12	7	6	2	4	5	6	11	17	20	19

Source (DRE Tiaret)

Un intervalle de froid caractérisant les mois de Décembre, Janvier et Février, où la température moyenne atteint 9,5°C.

Coexiste avec une période de chaleur correspondant aux mois de Juillet et Août, où la température atteint 28,5°C. L'écart significatif de 19,7°C entre ces deux extrêmes témoigne d'une forte variation saisonnière des températures, illustrant une continentalité prononcée.

Les autres mois de l'année présentent des variations de température régulières entre ces deux pôles chauds et froids.

I.3.2 La pluviométrie :

Selon la répartition mensuelle des précipitations, la période pluvieuse se concentre sur les mois de novembre, décembre et janvier, avec une période humide.

Le mois de mars, avril et mai est marqué par une pluviosité moyenne.

Tableau I. 2: Précipitation des pluies moyenne mensuelle période 1988-2018

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juillet	Aout
P (mm)	17	36	59	68	64	61	53	48	40	07	01	06
N jours pluie	3	4	6	7	7	6	5	6	5	1	1	1

Source (DRE Tiaret)

I.3.3 Les vents :

Le tableau suivant présente les moyennes mensuelles de la vitesse du vent entre 1988 et 2018 :

Tableau I. 3: Moyennes annuelles et mensuelles des vitesses du vent (m/s) 1988-2018

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juillet	Aout
Vitesse moy	3,3	3,7	3,1	3,1	2,1	3,2	3,4	3,6	3,9	4,0	3,8	3,5
Direction	NE	W	W	W	W	W	WSW	WSW	W	NE	NE	NE

Source (DRE Tiaret)

- Les vents prédominants proviennent principalement des directions ouest et nord-est.

I.4 Présentation hydraulique :

L'alimentation en eau potable de la commune de KSAR CHELLALA est faite à partir des Forages existants au niveau de la commune.

Cette alimentation est assurée par des conduites de refoulement allant vers les Réservoirs existants.

Les forages sont repartis comme suit :

Tableau I. 4: les caractéristiques de forages

Nom du Forage	C_p (m)	Débit(l/s)	N.S (m)	N.D (m)	PRO (m)	Temps de fonctionnement
Mharim 1	852,57	45	20	60	250	24
Mharim 2	860,74	30	20	60	250	24
Fretissa	830,22	36	artésien	30	252.7	24
Guediet Djerad	784,8	30	27	80	200	24
F. I.N.F.H	784,8	10	27	80	150	24
P 1 Ras El Ain	794,41	05	2	8		24
Puits 2 Sidi Boulanouar	794,41	01	2	8		24

Source (DRE Tiaret)

I.5 Situation du périmètre d'étude :

Le sujet d'étude est le POS N°02, qui est inclus dans l'étude du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme et se trouve dans la périphérie de la commune d'Ksar Chellala.

Situé à l'Ouest de la ville, il s'étend sur une superficie de 90 hectares.

Il an une limite :

- Au Nord, par le POS 4 et Lotissement 23B ;
- Au Sud, par le Terrain Vague ;
- A l'Est, par le Centre-ville ;
- A l'Ouest, par le Zone boisse.

La zone d'étude de POS 02 est une agglomération secondaire de la commune d'Ksar Chellala situé à l'Ouest de cette dernière. Le chemin wilaya (W77a) relie la route nationale N120 au domaine d'étude.

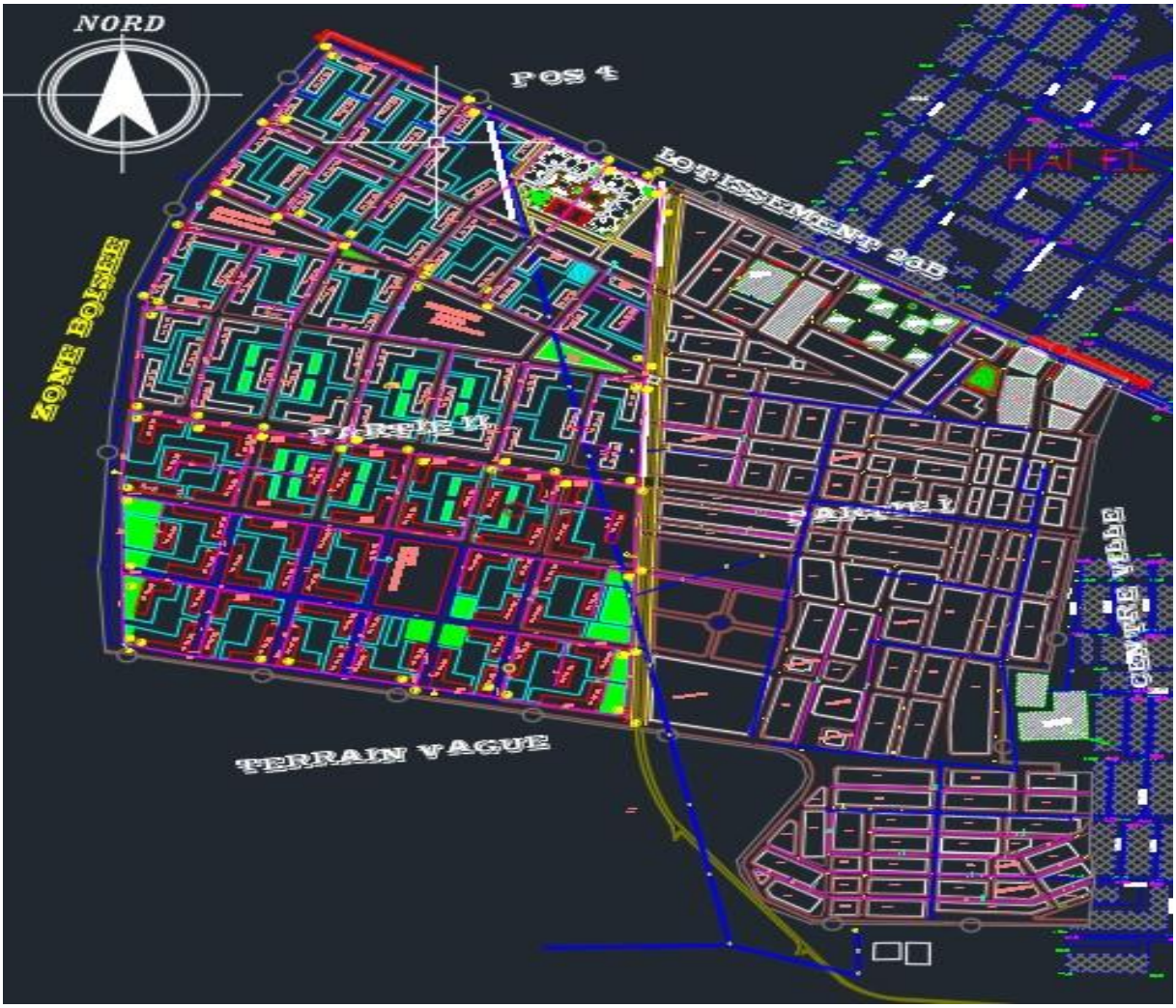


Figure I. 3: plans de Situation du POS 02 dans le périmètre urbain

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons esquissé un aperçu de la zone d'étude et mis en évidence les données essentielles requises pour le développement de notre projet. Sur le plan topographique, il est notable que le terrain présente une certaine irrégularité modérée. Du point de vue de la situation hydraulique, la caractéristique prédominante réside dans la mobilisation des ressources souterraines à l'heure actuelle.

Toutes ces informations fondamentales constituent la base de notre travail, qui consiste en la conception d'un système d'approvisionnement en eau potable visant à répondre aux besoins en eau à long terme de l'ensemble de la zone d'étude.

CHAPITRE II :
Estimation des besoins de la population

Introduction :

Une étape cruciale dans l'élaboration d'un projet d'alimentation en eau potable est l'estimation des besoins en eau d'une agglomération. Nous devons alors déterminer une dotation spécifique pour chaque groupe de clients. Le rapport entre le débit journalier et le nombre d'unités de consommation représente cette dotation.

Plusieurs facteurs influencent les besoins en eau, tels que l'évolution de la population, les installations sanitaires, les installations industrielles et le niveau de vie de la population.

II.1 Estimation de la population future :

II.1.1 But de l'estimation :

L'estimation des besoins d'agglomération est une étape nécessaire et la plus déterminante en termes de débits lors du dimensionnement d'un réseau d'AEP.

Les prévisions du plan d'aménagement du POS et les informations du PDAU de la commune de Ksar Chellala sont utilisées pour calculer les besoins en eau.

Selon les objectifs de l'étude sociodémographique et de l'aménagement suggéré :

1. La population future est estimée pour 2053 en tenant compte de la croissance démographique et de l'évolution de la population au fil du temps.
2. La formule suivante peut être utilisée pour estimer le nombre d'habitants à l'avenir en fonction de notre agglomération qui estime un rythme d'environ **2,47%**.

Avec :

$$\mathbf{P_n = P_0(1+\tau)^n} \qquad \textbf{(II.1)}$$

P_n: Population à l'horizon n ;

P_0: Population déréférence ;

α : Taux d'accroissement 2,47% ;

N: Nombre d'années séparant.

Pour notre calcul, nous avons utilisé P0 : population du recensement le plus récent de 2023.

En moyenne, tous les logements proposés ont un taux d'occupation de 5 personnes par logement.

Il y a **2 508** logements à cet endroit, Donc **12 540** personnes.

II.2 Estimation des besoins en eau :

II.2.1 Consommation moyenne journalière :

Il existe des différences dans la répartition des consommations dans le temps :

- Les variations annuelles sont basées sur le niveau de vie des abonnés de

l'agglomération en question ;

- Les fluctuations mensuelles et saisonnières varient en fonction de l'activité de la ville ;
- Les variations journalières sont basées sur les graphiques de consommation de la population.

La formule suivante donne la consommation moyenne journalière de Q_{moyj} :

$$Q_{moyj} = \frac{Ni \times D}{1000} (m^3/j) \quad \textbf{(II.2)}$$

Avec :

- **Q_{moyj}** : consommation moyenne journalière en m3/j.
- **D** : dotation journalière en l/j/cons.
- **Ni** : nombre de consommateurs.

II.3 Calcul des besoins en eau pour chaque catégorie de consommateur :

II.3.1 Les besoins en eau domestique :

Selon les directives de la révision du PDAU de la commune de Ksar Chellala, la quantité d'eau prévue est de 150 litres par jour pour l'horizon 2023 et 180 litres par jour pour l'horizon 2053.

Le tableau suivant résume les résultats :

Tableau II. 1: **Besoins domestiques**

Année	habitant	Dotation (l/j/hab)	Qmoyj (m3/j)
2023	12540	150	1881
2053	18475	180	**3325,5**

Source(URBA Tiaret)

II.3.2 Les besoins scolaires :

On entend par besoins scolaires, les quantités d'eau demandées par les écoles primaires, moyennes et secondaires, privées ou publics, les centres de formation...etc.

Le tableau suivant détermine les besoins scolaires :

Tableau II. 2: Besoins scolaires

Désignation	Superficie (m^2)	Dotation ($l/j/m^2$)	Consommation moyenne journalière (m^3/j)
3 Ecoles primaires	2681	2	5,36
	3316	2	6,63
C.E.M	10088	2	20,18

Désignation	Superficie (m^2)	Dotation ($l/j/m^2$)	Consommation moyenne journalière (m^3/j)
Lycée	7976	2	15,95
Bibliothèque	973	1	0,97
Crèche	761	3	2,28
Total			**51,38**

Source(URBA Tiaret)

II.3.3 Les besoins en loisir et santé :

Le tableau suivant présente les exigences en matière de loisirs et de santé :

Tableau II. 3: Besoins loisir et santé

Désignation	Superficie (m^2)	Dotation ($l/j/m^2$)	Consommation moyenne journalière (m^3/j)
Centre commercial	10638	0,5	5,32
Centre de sante	5530	0,9	4,98
Total			**10,30**

Source(URBA Tiaret)

II.3.4 Les besoins administratifs et culturels :

Les besoins administratifs et culturels sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

Tableau II. 4: Besoins administratifs et culturels

Désignation	Superficie (m^2)	Dotation ($l/j/m^2$)	Consommation
Marché	4665	1	4,67
Sureté urbaine	2081	3	6,24
Agence postal	1035	1	1,04
APC	1699	1	1,70
Mosquée	3245	4	12,98
Total			26,62

Source(URBA Tiaret)

II.3.5 Récapitulation des besoins en eau de l'agglomération :

Nous dressons un tableau récapitulatif après une étude détaillée des besoins afin de calculer le débit total moyen nécessaire pour l'alimentation de la localité jusqu'à l'horizon.

Tableau II. 5: Besoins moyens de l'agglomération de la zone d'étude à l'horizon (2053)

Désignations	Consommation moyenne Journalière (m^3/j)
Les besoins domestiques	3325,5
Les besoins en Loisir et santé	10,3
Les besoins scolaires	51,38
Les besoins administratifs et Culturels	26,62
Total	**3413,8**

Nous avons pu évaluer la consommation moyenne journalière de l'agglomération, qui est de **3413,8 m3/j**, grâce à cette étape. Si nous augmentons cette valeur de **15 %** en tenant compte des pertes, nous obtenons la consommation moyenne quotidienne de l'agglomération :

$$\boldsymbol{Q_{moyj} = 3925,87\ m^3/j}$$

II.4 Étude des variations de la consommation :

Avant d'entreprendre tout projet, il est essentiel de comprendre le schéma de consommation de l'agglomération. Cette compréhension nous offre un aperçu non seulement du mode de fonctionnement de tous les composants du système d'approvisionnement en eau potable, mais également de la manière dont ils doivent être dimensionnés.

La consommation d'eau potable n'est pas uniforme et varie, montrant des pics et des creux. Elle est caractérisée par des coefficients d'irrégularité maximale (Kmax) et minimale (Kmin).

II.4.1 La consommation maximale et minimale journalière :

Pour prévoir le fonctionnement d'un système d'approvisionnement en eau, il est nécessaire d'utiliser un graphique de consommation prévue. Au cours de l'année, il y a une journée où la consommation est à son maximum, tout comme il y en a une où elle est au minimum.

En comparaison avec la consommation moyenne quotidienne calculée, nous pouvons déterminer un rapport qui nous indique combien de fois la consommation maximale dépasse la consommation moyenne. Ce rapport est appelé coefficient d'irrégularité journalière maximum et est noté Kmaxj (il tient compte de la variation de la consommation).

De même, il existe un coefficient qui nous indique combien de fois la consommation est inférieure à la consommation moyenne, ce rapport est appelé coefficient minimum d'irrégularité journalière et est noté Kminj. Ces débits sont calculés à l'aide des formules suivantes :

$$Q_{maxj} = Q_{moyj} \times K_{maxj} \, (m^3/j) \qquad \textbf{(II.3)}$$

$$Q_{minj} = Q_{moyj} \times K_{minj} \, (m^3/j) \qquad \textbf{(II.4)}$$

Avec :

Q_{moyj}: débit moyen journalier (m3/j).

Q_{maxj}: débit maximum journalier (m3/j).

Q_{minj} : débit minimum journalier (m3/j).

K_{maxj} : varie entre 1.1 à 1.3. **K_{maxj}=1,2**

K_{minj} : varie entre 0,7à 0,9. **K_{minj}=0,8**

Tableau II. 6: Récapitulatif des débits journalières Qmoyj,Qmaxj,Qminj

Horizon		Besoins totaux Qmoyj (m3/j)	K maxj	Q maxj (m3/j)	K minj	Q minj (m3/j)
KSAR CHELLALA	**2053**	3925,87	1.2	4711,04	0.8	3140,70

II.5 Etude les variations des débits horaires :

II.5.1 Débit moyen horaire :

Le débit moyen horaire est calculé en prenant la consommation de la journée la plus chargée (Qmaxj) et en la divisant par 24 heures.

$$Q_{moyh} = \frac{Q_{maxj}}{24} (m^3/j) \qquad \textbf{(II.5)}$$

- $Q_{moyh} = \frac{4711,04}{24} = 196,29 \ m^3/h.$

II.5.2 Débits maximum et minimum horaires :

Les calculs du réseau de distribution utilisent ces débits, qui sont effectués à l'aide de la méthode graphique ou des formules.

II.5.3 Calculs les débits maximum et minimum horaires :

II.5.4 Débits maximum horaire :

La relation suivante détermine cela :

$$Q_{maxh} = Q_{moyh} \times K_{maxh} \ (m^3/h) \qquad (II.6)$$

Avec :

Q_{maxh} : débit maximum horaire.

Q_{moyh} : débit moyen par heure.

K_{maxh} : coefficient d'irrégularité maximum horaire.

II.5.5 Coefficient d'irrégularité maximum horaire (K_{maxh}) :

Cette valeur représente l'accroissement de la consommation horaire au cours de la journée, en prenant en compte divers facteurs tels que la croissance de la population, le niveau de confort, les horaires de travail de l'industrie, l'état de la santé publique et l'aménagement des bâtiments. Pour les zones à usage principalement domestique, ce coefficient se situe généralement dans la fourchette de 1,4 à 1,7. Dans les zones où l'approvisionnement se fait principalement par des bornes fontaines publiques, il varie habituellement entre 1,2 et 1,7. Ce coefficient peut être décomposé en deux autres coefficients, αmax et βmax, de la manière suivante :

$$K_{maxh} = \beta_{max} \times \alpha_{max} \qquad (II.7)$$

Avec :

- α_{max} : Il reflète la prise en compte du développement industriel (l'importance de l'agglomération) et des habitudes de la population, avec une plage de variation de 1,2 à 1,4.
- β_{max} : Ce coefficient est étroitement lié à la croissance de la population (en fonction du nombre d'habitants).

II.5.6 Débits minimum horaire :

La relation suivante détermine cela :

$$Q_{minh} = Q_{minh} \times K_{minh} \ (m^3/h) \qquad (II.8)$$

Avec :

Q_{minh} : débit minimum horaire.

Q_{moyh} : débit moyen par heure.

K_{minh} : coefficient d'irrégularité minimum horaire.

II.5.7 Coefficient d'irrégularité minimum horaire (K_{minh}) :

Ce coefficient permet de calculer le débit horaire minimal qui indique une situation de sous-consommation :

$$K_{minh} = \beta_{min} \times \alpha_{min} \quad \textbf{(II.9)}$$

Avec :

- α_{min} : Il prend en considération le développement industriel (l'importance de l'agglomération) et les habitudes de la population, avec une plage de variation allant de 0,4 à 0,6.
- β_{min}: Ce coefficient est étroitement lié à la croissance de la population en fonction du nombre d'habitants.

II.6 Etude de la variation des débits horaires :

Le débit horaire d'une agglomération varie en fonction de son importance. La variation des débits horaires au cours de la journée est représentée en relation avec le nombre d'habitants, comme illustré dans le tableau ci-dessous, qui présente différentes formes de courbes de consommation en fonction de la population. Chaque palier de la courbe suppose une consommation horaire constante. Les variations de la consommation d'une heure à l'autre sont très faibles lorsque la population est importante. Ceci s'explique par le fait que si, dans une agglomération, la consommation industrielle prédomine par rapport à la consommation domestique, les consommations moyennes et maximales se rapprochent, réduisant ainsi leur rapport. En revanche, si l'inverse est vrai, ce rapport a tendance à augmenter, qu'il s'agisse du maximum ou du minimum (K_{maxh}, K_{minh}).

Le pourcentage de variation des débits horaires par rapport au débit maximal journalier de l'agglomération est exprimé en pourcentage (%).

Dans notre situation, le nombre d'habitants pour l'horizon 2053 est compris entre 10001 et 50000.

La formule suivante donne le débit horaire demandé pour chaque type de consommateur :

$$Q_h = \frac{P_{\%} \times Q_{maxj}}{100} \ (m^3/j) \quad \textbf{(II.10)}$$

Avec :

- Q_h : Le débit horaire requis.
- $P_{(\%)}$: Le pourcentage par heure.

Tableau II. 7: Répartition des débits horaires

Heures	Agglomeration		Cummul	
	Ch	Qh	Ch	Qh
00-01	1,5	70,666	1,5	70,666
01-02	1,5	70,666	3	141,331
02-03	1,5	70,666	4,5	211,997
03-04	1,5	70,666	6	282,662
04-05	2,5	117,776	8,5	400,438
05-06	3,5	164,886	12	565,325
06-07	4,5	211,997	16,5	777,322
07-08	5,5	259,107	22	1036,429
08-09	6,25	294,440	28,25	1330,869
09-10	6,25	294,440	34,5	1625,309
10-11	6,25	294,440	40,75	1919,749
11-12	6,25	294,440	47	2214,189
12-13	5	235,552	52	2449,741
13-14	5	235,552	57	2685,293
14-15	5,5	259,107	62,5	2944,400
15-16	6	282,662	68,5	3227,062
16-17	6	282,662	74,5	3509,725
17-18	5,5	259,107	80	3768,832
18-19	5	235,552	85	4004,384
19-20	4,5	211,997	89,5	4216,381
20-21	4	188,442	93,5	4404,822
21-22	3	141,331	96,5	4546,154
22-23	2	94,221	98,5	4640,374
23-24	1,5	70,666	100	4711,040
Total	**100**	**4711,04**		

D'après le tableau ci-dessus on peut tirer :

- Un débit de point : $\mathbf{Q_{maxh}}$= 294,440 m^3/h = 81,79 l/s entre 8h et 12.
- Un débit minimum : $\mathbf{Q_{minh}}$ = 70,666m^3/h = 19,63 l/s entre 23h et 4.

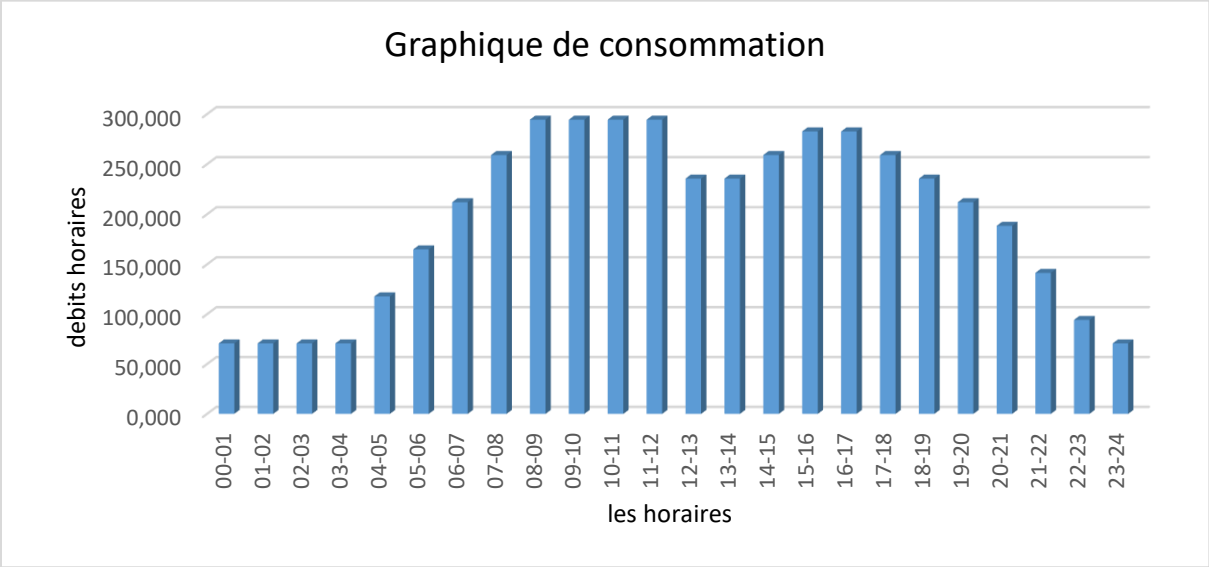


Figure II. 1: Graphique de consommation de la zone d'étude (2053)

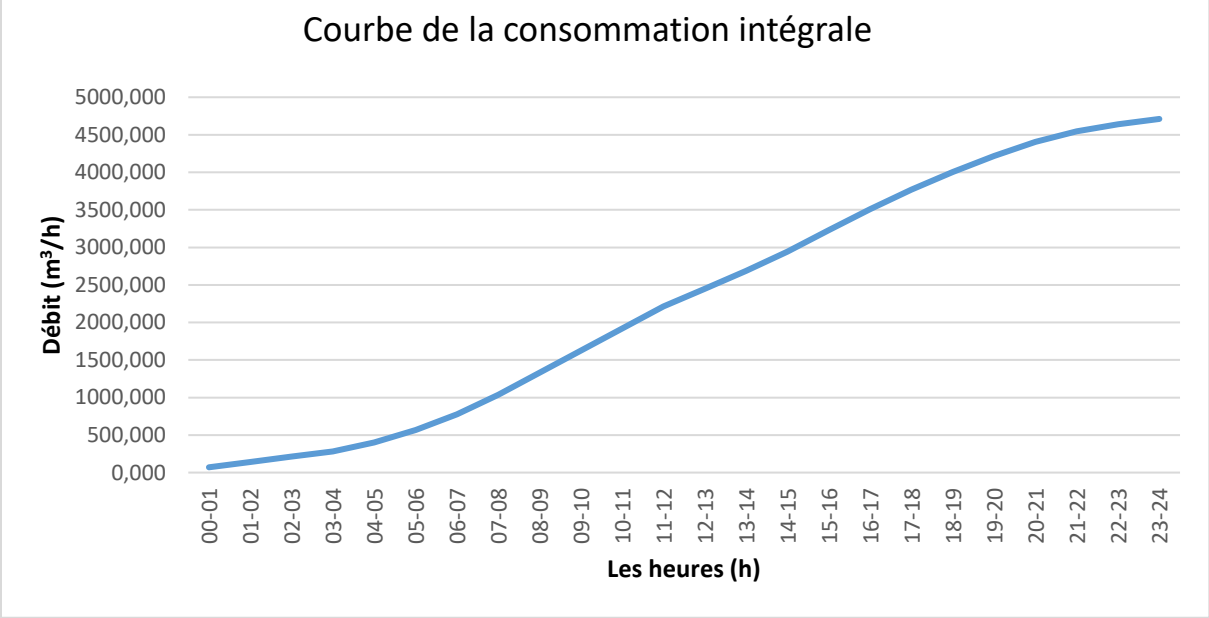


Figure II. 2: Courbe de la consommation intégrale

Conclusion :

Dans cette chapitre, nous avons évalué les besoins en eau de la zone d'étude pour la période de calcul, ce qui nous a permis d'examiner les variations de la consommation horaire et de calculer le débit requis pour la station de pompage. Pour acheminer ces quantités d'eau vers les utilisateurs finaux, il est essentiel de dimensionner correctement les infrastructures de stockage et de distribution, ce qui sera l'objet des prochains chapitres.

CHAPITRE III :
Etude des réservoirs

Introduction :

Un réservoir est un ouvrage contenant un liquide, généralement de l'eau, soit potable (réservoir de distribution publique) soit usée.

En ce qui concerne les réseaux d'eau, les réservoirs agissent comme un pont entre les conduites d'adduction et le réseau de distribution. Le débit d'apport d'eau est uniforme au cours d'une même journée, tandis que le débit de distribution est variable dans le temps. Le rôle du réservoir est de gérer les débits en fonction de la demande.

III.1 La mise sous pression de l'eau potable :

Après son traitement, l'eau potable est stockée dans des structures de stockage connues sous le nom de 'réservoirs sur tour', couramment désignées comme châteaux d'eau, ou dans des réservoirs souterrains dans le cas où la municipalité se situe dans une région au relief accidenté.

Ce réservoir joue un rôle de zone tampon entre le débit fourni par la station de traitement ou de pompage et la demande en eau des usagers. De plus, il sert également à mettre l'eau sous pression. Lorsque l'eau quitte le château d'eau, elle est soumise à une pression élevée, ce qui lui permet d'être distribuée jusqu'aux habitations et immeubles situés à plusieurs kilomètres de distance, avec une pression moyenne d'environ 2,5 bars. Les fournisseurs d'eau potable sont tenus de fournir une pression d'au moins 1 bar à leurs abonnés. Parfois, des stations de reprise ou des pompes sont nécessaires pour rétablir la pression suffisamment.

Des contrôles sanitaires de l'eau potable sont régulièrement effectués dans ces zones de stockage pour garantir la qualité de l'eau livrée aux abonnés.

III.2 Rôles des réservoirs :

Les réservoirs sont une réserve qui permet d'assurer le débit demandé pendant les heures de pointe. De plus, ils peuvent :

- Réguler la fonction de la pompe.
- Réduire la pression dans le réseau de distribution.
- Accorder le régime de distribution au régime d'adduction.
- Dans le cas d'une distribution étagée, jouer le rôle de brise de charge.

- Réduction des coûts d'énergie (stockage nocturne et distribution gravitaire journée).
- Assurez-vous que la distribution continue en cas d'arrêt de la pompe.
- Assurer la réserve contre les incendies.

III.3 Emplacement des réservoirs :

Le choix de l'emplacement du réservoir représente fréquemment un défi complexe à résoudre, ce qui rend nécessaire la prise en compte de diverses considérations techniques et économiques :

- L'emplacement d'un réservoir est fortement influencé par la nature du sol. Il est crucial d'installer un réservoir sur un sol suffisamment résistant.
- Il est avantageux de placer un réservoir le plus près possible de l'agglomération.
- Lorsqu'il est nécessaire d'installer plusieurs réservoirs, il est recommandé de les placer soit à l'extrémité du réseau, soit à proximité du centre majeur de consommation d'eau.
- L'emplacement du réservoir doit également être choisi pour fournir aux abonnés une pression adéquate.
- La cote du radier doit être supérieure à la cote piézométrique maximale du réseau afin que l'emplacement puisse permettre une distribution gravitaire.
- Il est préférable que le remplissage se fasse gravitairement pour des raisons économiques, ce qui signifie qu'il est possible de le placer à un point bas par rapport à la prise d'eau.
- De préférence, l'implantation doit se faire à l'extrémité de la ville ou à proximité d'un centre important de consommation.
- La présence de reliefs dans la région peut faciliter l'implantation d'un réservoir sur sol, qui sera toujours plus économique (réservoir semi-enterré mieux qu'un château d'eau).

III.4 Classification des réservoirs :

- On distingue selon la nature d'un matériau :
  - ✓ Les réservoirs en béton armé.
  - ✓ Les réservoirs en maçonnerie.
  - ✓ Les réservoirs métalliques.
- On distingue selon la situation sur le sol :
  - ✓ Les réservoirs enterrés.
  - ✓ Les réservoirs semi-enterrés.

- ✓ Les réservoirs sur élevés.

- On distingue selon leurs formes :
  - ✓ Les réservoirs circulaires.
  - ✓ Les réservoirs rectangulaires.
  - ✓ Les réservoirs carrés.

III.5 Principe de la construction :

Les réservoirs doivent être construits à partir de matériaux durables, et tous les matériaux qui les composent ne doivent ni se dégrader ni transmettre de saveurs ou d'odeurs désagréables à l'eau. Ils doivent être protégés contre toute forme de pollution externe, comme les précipitations, la poussière et les infiltrations d'eaux souterraines, ainsi que contre de fortes variations de température. Une ventilation appropriée doit être mise en place pour prévenir toute contamination de l'eau. En outre, les réservoirs doivent être aisément accessibles pour des opérations de nettoyage, et leur conception doit permettre une surveillance constante de leur étanchéité et la détection éventuelle de fissures.

De plus, des mesures sont prises pour garantir l'approvisionnement en eau potable en cas de mise hors service.

III.6 Choix de la forme et du type du réservoir :

III.6.1 Forme :

Les réservoirs peuvent avoir une forme rectangulaire ou polygonale, notamment lorsque la structure doit s'adapter à la configuration de la parcelle ou aux conditions du terrain. Ces formes offrent l'avantage d'une construction stable et modulable, une exécution robuste, ainsi que la possibilité d'agrandissements ultérieurs sans difficultés majeures.

Des réservoirs de grande taille de forme circulaire peuvent également être construits en utilisant du béton précontraint. Cependant, dans la plupart des cas, opter pour des réservoirs rectangulaires ne présente pas d'économies substantielles.

Pour notre projet, nous avons choisi des réservoirs de forme circulaire en raison des avantages suivants :

- ❖ Une stabilité élevée et un faible risque de fissuration.
- ❖ Une capacité importante de brassage et de stockage.
- ❖ Facile à nettoyer et à entretenir.

III.6.2 Type :

Nous sommes conscients qu'il existe plusieurs types de réservoirs, tels que :

- ✓ Réservoir enterré.
- ✓ Réservoir semi enterré.
- ✓ Réservoir surélevé appelé château d'eau.

Notre étude vise à concevoir une installation de stockage d'eau afin de répondre aux besoins quantitatifs des habitants de la région pour la période de l'étude.

Dans notre situation, nous avons opté pour un réservoir semi-enterré en raison des avantages suivants :

- o Le relief du terrain (présence de montagnes).
- o Réduire les coûts de construction.
- o Une analyse architecturale très simple.
- o Un processus d'étanchéité plus simple.

III.6.3 Hauteur d'eau :

La hauteur idéale de l'eau utile est comprise entre 3 et 6 mètres, mais elle peut augmenter pour les travaux importants jusqu'à 7 à 8 mètres.

III.7 Equipements du réservoir :

Le réservoir doit être équipé de :

III.7.1 Conduite d'arrivée ou d'alimentation (conduite d'adduction) :

La conduite d'adduction à son point d'entrée dans le réservoir doit être conçue de manière à pouvoir être fermée lorsque le niveau d'eau dans la cuve atteint sa hauteur maximale. Cette fermeture peut être réalisée à l'aide d'un robinet-flotteur dans le cas d'une adduction gravitaire, ou par un dispositif permettant l'arrêt du moteur dans le cas d'une adduction par refoulement. Il existe plusieurs méthodes d'installation possibles pour cette conduite :

III.7.1.1 Par Le haut :

On peut choisir de l'installer en utilisant une descente libre ou en plongeant la conduite de manière à ce que son extrémité reste immergée en permanence. Dans le premier cas, cela favorise l'oxygénation de l'eau, mais cela permet également une libération plus facile du gaz carbonique dissous, ce qui peut entraîner la formation de dépôts de tartre dans le réservoir et les conduites.

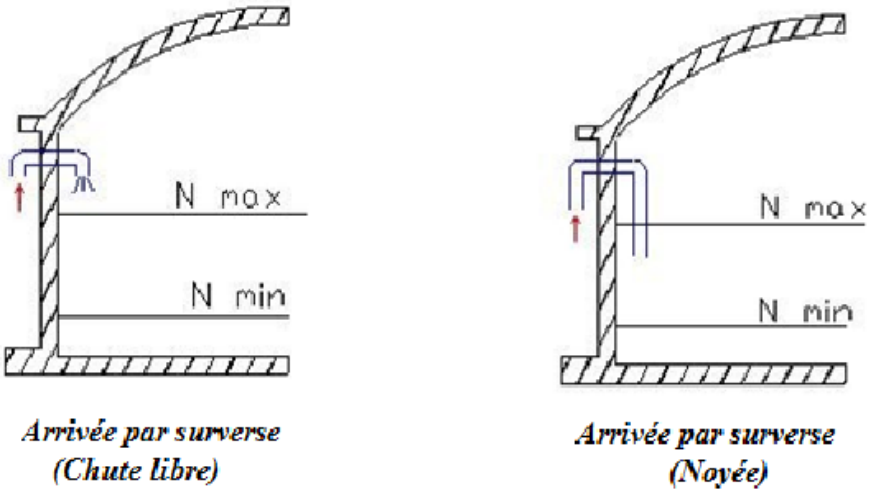


Figure III. 1: Arrivée par le haut (surverse)

III.7.1.2 Par Le bas :

soit par la partie inférieure des parois du réservoir soit par la partie inférieure du radier.

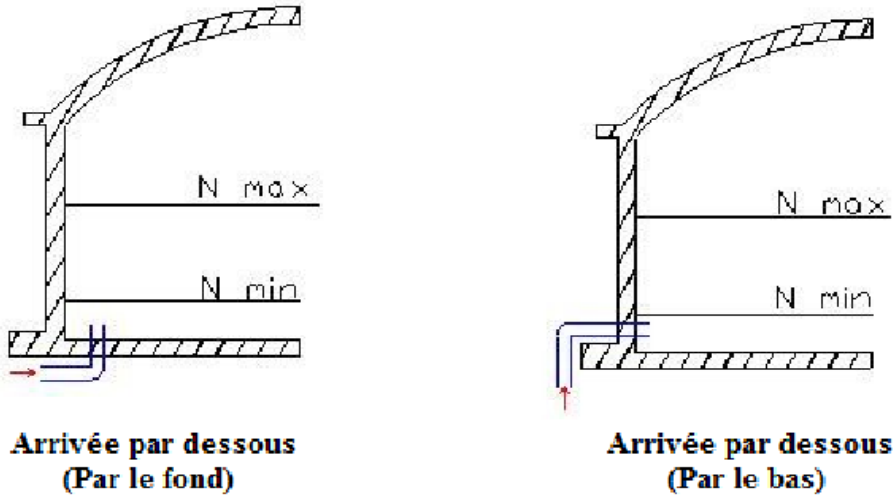


Figure III. 2: Arrivée par le bas (par-dessous)

III.7.2 Conduite de distribution :

Pour éviter d'introduire des boues ou du sable dans la distribution, la conduite de distribution commence à 0.15 ou 0.2m au-dessus du radier.

En cas d'abaissement maximal du plan d'eau, on réserve au minimum 0.5m au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite.

Pour éviter le phénomène de vortex, une grille ou une crépine courbée est placée à l'extrémité de la conduite.

En cas de rupture de la conduite de distribution, et dans le cas d'un grand réservoir, il faut avoir la possibilité de l'isoler rapidement pour éviter les pertes d'eau. Il est possible d'utiliser une vanne-papillon pour rendre automatique la fermeture du robinet, qui se met en marche dès qu'une survitesse se manifeste dans la conduite.

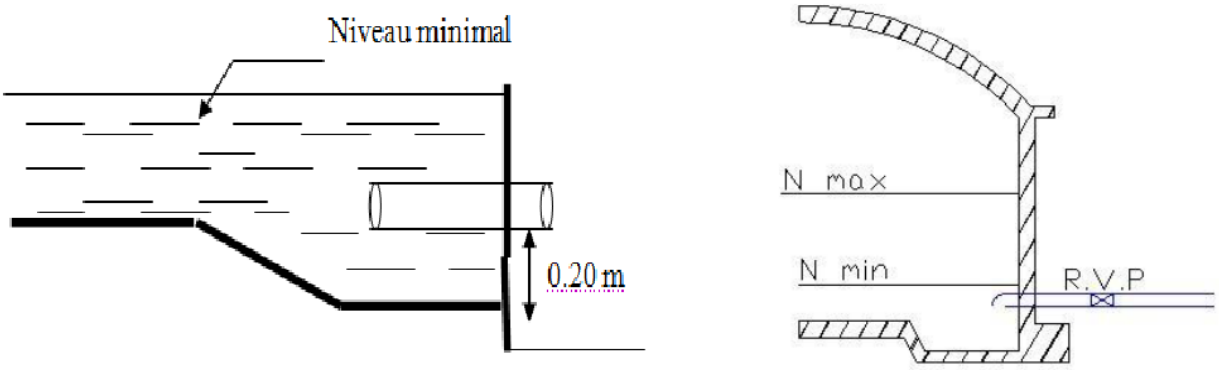


Figure III. 3: conduite de distribution

Conduite du trop-plein :

La capacité de cette conduite doit être capable d'évacuer le débit Q total arrivant au réservoir. Il n'y aura pas de robinet sur son trajet. La section transversale sera placée dans un plan horizontal à une distance h inférieure au niveau maximal prévu dans le cuve.

La conduite de trop-plein conduit à un exutoire, mais il est possible que cet exutoire provoque une pollution ou une entrée d'animaux ou de moustiques dans le réservoir. Par conséquent, un siphon est utilisé pour maintenir l'eau dans le tronçon.

Chaque cuve doit avoir une conduite de trop-plein si le réservoir est compartimenté.

III.7.2.1 Conduite de vidange :

La conduite de vidange, positionnée au point le plus bas du réservoir, permet une évacuation totale vers les égouts, facilitant ainsi l'inspection, le nettoyage et d'éventuelles réparations du réservoir.

Elle démarre du point le plus bas du réservoir et se connecte à la canalisation de débordement, équipée d'une vanne robinet. Cette vanne doit être régulièrement entretenue, avec un nettoyage après chaque vidange pour prévenir l'accumulation de sable, bien que son actionnement puisse être difficile.

Dans le but de garantir la sécurité du réservoir, des dispositifs de détection de niveau peuvent être installés à l'intérieur. Ils servent à signaler les niveaux critiques, le débordement potentiel, ainsi que le niveau bas, notamment pour la protection des pompes.

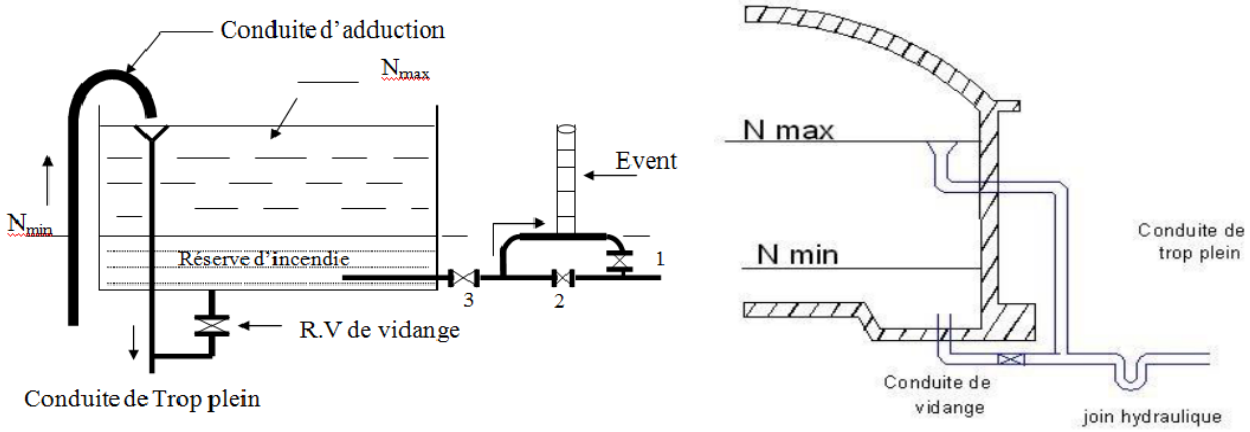


Figure III. 4: Conduite de vidange et du trop plein

III.7.2.2 Conduite BY-PASS :

Dans le cas d'un réservoir unique non compartimenté, c'est un tronçon de conduite qui relie la conduite d'arrivée et la conduite de départ. Cette conduite est utilisée lorsque le réservoir est isolé pour l'entretien. Cela garantit la distribution pendant le nettoyage du réservoir.

III.7.2.3 Matérialisation de la réserve d'incendie :

Il est crucial de prendre des mesures pour éviter que, dans le cas d'un soutirage intense, la réserve d'incendie ne puisse passer dans la distribution, lorsque la surveillance du plan d'eau dans le réservoir ne peut être assurée par du personnel à domicile, comme c'est le cas pour les installations automatiques. On distingue deux catégories de systèmes :

- **Le système à siphon :** En cas de sinistre, le siphon se désamorce grâce à un évent ouvert à l'air libre et la réserve ne serait pas entamée.
- **Le système à deux prises :** Dans ce cas, la réserve est une zone d'eau morte qui ne se renouvelle pas et qui peut avec le temps produire une odeur désagréable dans l'eau du réservoir.

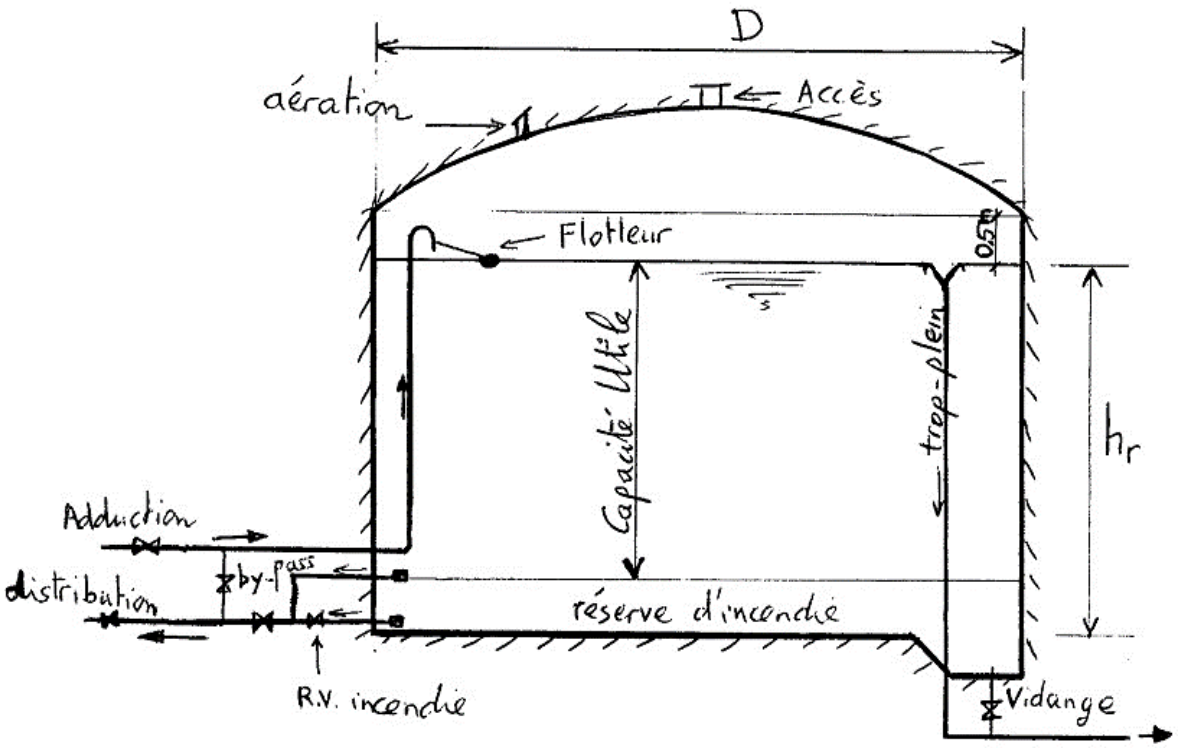


Figure III. 5: Coupe transversale d'un réservoir semi-enterré

III.8 Détermination de la capacité des réservoirs:

Les réservoirs doivent avoir une capacité suffisante pour jouer le rôle qu'ils doivent jouer. La dernière est calculée en tenant compte des fluctuations des débits à l'entrée et à la sortie.

Cela implique à la fois le fonctionnement des installations situées en haut et la fluctuation de la demande. La capacité est généralement calculée pour répondre aux variations de débit de consommation journalières en tenant compte du jour de la plus forte consommation et de la réserve d'eau destinée à l'incendie.

III.8.1 Principe du calcul :

Deux méthodes peuvent être utilisées pour estimer la capacité de notre réservoir :

- La méthode analytique.
- La méthode graphique.

III.8.1.1 La méthode analytique :

Le calcul du résidu dans le réservoir pour chaque heure de la journée est effectué par la méthode analytique. La quantité de réglementation sera :

$$V_r = \frac{a \times Q_{maxj}}{100} \quad (m^3) \qquad \text{(III.1)}$$

- $\mathbf{V_r}$: Capacité résiduelle (m3),
- **A**: Fraction horaire du débit maximum journalier (%).
- $\mathbf{Q_{maxj}}$: La consommation maximale journalière (m3/j).

En ajoutant le volume de régulation au volume d'incendie, le volume total est déterminé :

$$\mathbf{V_T = V_r + V_{inc}} \qquad \textbf{(III.2)}$$

- $\mathbf{V_T}$: Capacité totale du réservoir (m^3).
- $\mathbf{V_{inc}}$: Volume d'incendie estimé à 120 m^3.

III.8.1.2 La méthode graphique :

Cette approche repose sur l'analyse des courbes représentant la consommation journalière maximale ainsi que celles décrivant l'alimentation gravitaire fournie par le réservoir sur une période de 24 heures. En additionnant les écarts absolus entre les deux points extrêmes de la courbe de consommation par rapport à celle de l'alimentation, on obtient le pic journalier maximal résiduel. Ainsi :

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

- **d**: Excès pendant les différentes heures de la journée.
- **d′**: Déficit pendant les différentes heures de la journée.

Le volume de régulation V_r est déterminé à l'aide de la formule suivante :

$$\mathbf{V_r = \frac{Q_{maxj} \times R_{max}}{100}} \quad \textbf{(m}^3\textbf{)} \qquad \textbf{(III.4)}$$

Dont le volume total sera :$\mathbf{V_T = V_r + V_{inc}}$

III.8.2 Dimensionnement du réservoir d'eau :

Dans cette partie, nous allons utiliser la méthode analytique pour déterminer la capacité du réservoir.

III.8.2.1 Calcul de la capacité du réservoir :

Les résultats de la méthode analytique sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau III. 1: Calcul du volume du réservoir

Heures	Agglomération	Gravitaire	état du réservoir		Reste
	Ch (%)	Ch (%)	Arrivé	Départ	
00-01	1,5	4,17	2,67	-	8,83
01-02	1,5	4,17	2,67	-	11,50
02-03	1,5	4,17	2,67	-	14,17
03-04	1,5	4,17	2,67	-	16,83
04-05	2,5	4,17	1,67	-	18,50
05-06	3,5	4,17	0,67	-	19,17
06-07	4,5	4,17	-	0,33	18,83
07-08	5,5	4,17	-	1,33	17,50
08-09	6,25	4,17	-	2,08	15,42
09-10	6,25	4,17	-	2,08	13,33
10-11	6,25	4,17	-	2,08	11,25
11-12	6,25	4,17	-	2,08	9,17
12-13	5	4,17	-	0,83	8,33
13-14	5	4,17	-	0,83	7,50
14-15	5,5	4,17	-	1,33	6,17
15-16	6	4,17	-	1,83	4,33
16-17	6	4,17	-	1,83	2,50
17-18	5,5	4,17	-	1,33	1,17
18-19	5	4,17	-	0,83	0,33
19-20	4,5	4,17	-	0,33	**0**
20-21	4	4,17	0,17	-	0,17
21-22	3	4,17	1,17	-	1,33
22-23	2	4,17	2,17	-	3,50
23-24	1,5	4,17	2,67	-	6,17
Total	**100**	**100**			

III.8.2.2 Calcul du volume utile :

À partir du tableau on tire la plus grande valeur (+) et la plus grande valeur (-) depuis la colonne qui détermine le pourcentage qui reste dans le réservoir :

Donc : $V_u = \frac{19,17+0}{100} \times Q_{maxj} = 0,1917 \times 4711,04 = \mathbf{903,11\ m^3}$

III.8.2.3 Calcul du volume total :

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 : $V_T = V_u + V_{inc} = 903,11 + 120 = \mathbf{1023,11\ m^3}$

Il est nécessaire d'adopter un volume standard de 1500 m^3 pour la construction et la facilitation de la réalisation de cet édifice.

III.8.2.4 Les dimensions du réservoir :

Après avoir sélectionné un volume standard, nous procédons au calcul des dimensions du réservoir, qui présente une forme cylindrique.

On prend **H=6m**.

$$\mathbf{D = \sqrt{\frac{4 \times V_{res}}{\pi \times H}} = \sqrt{\frac{4 \times 1500}{\pi \times H}} = 17,84m \approx 18m}$$

III.8.2.5 Hauteur d'eau destinée à l'incendie :

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

$$\mathbf{\frac{120}{\frac{18^2 \times \pi}{4}} = 0,47m \approx 0,5m}$$

- La hauteur destinée à la distribution est de 5.5m.
- La hauteur destinée à l'incendie est de 0.5m.

III.8.3 Emplacement et altitude :

L'emplacement d'un réservoir est déterminé par la topographie du terrain et doit garantir une pression adéquate au point le moins favorable. Dans notre cas, nous avons opté pour la construction d'un réservoir semi-enterré en raison des conditions topographiques qui nous

permettent de le positionner à une altitude élevée, assurant ainsi une hauteur piézométrique suffisante. Cela garantit des pressions adéquates dans l'ensemble de notre réseau.

Étant donné la présence de reliefs montagneux à proximité de notre zone d'étude, nous avons choisi de construire un réservoir semi-enterré à une altitude d'environ 1053,76 mètres. Par conséquent, la conduite d'approvisionnement aura une longueur d'environ 500 mètres.

Donc, l'altitude de radier est de :

$$\mathbf{C_r = C_{tn} = 1053{,}76\ m}$$

Aussi la cote de trop-plein est de :

$$\mathbf{C_{tp} = C_r + H = 1053{,}76 + 6 = 1059{,}76\ m}$$

Conclusion :

Nous avons déterminé dans ce chapitre que l'installation d'un réservoir semi-enterré, dont la capacité et les dimensions ont été déterminées, permet d'alimenter notre POS. Cela nous permettra de répondre aux besoins en eau de notre agglomération pour l'horizon d'étude.

Chapitre IV :
Etude de l’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.

IV.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.

IV.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.

IV.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 courante).

IV.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.

IV.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.

IV.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...).

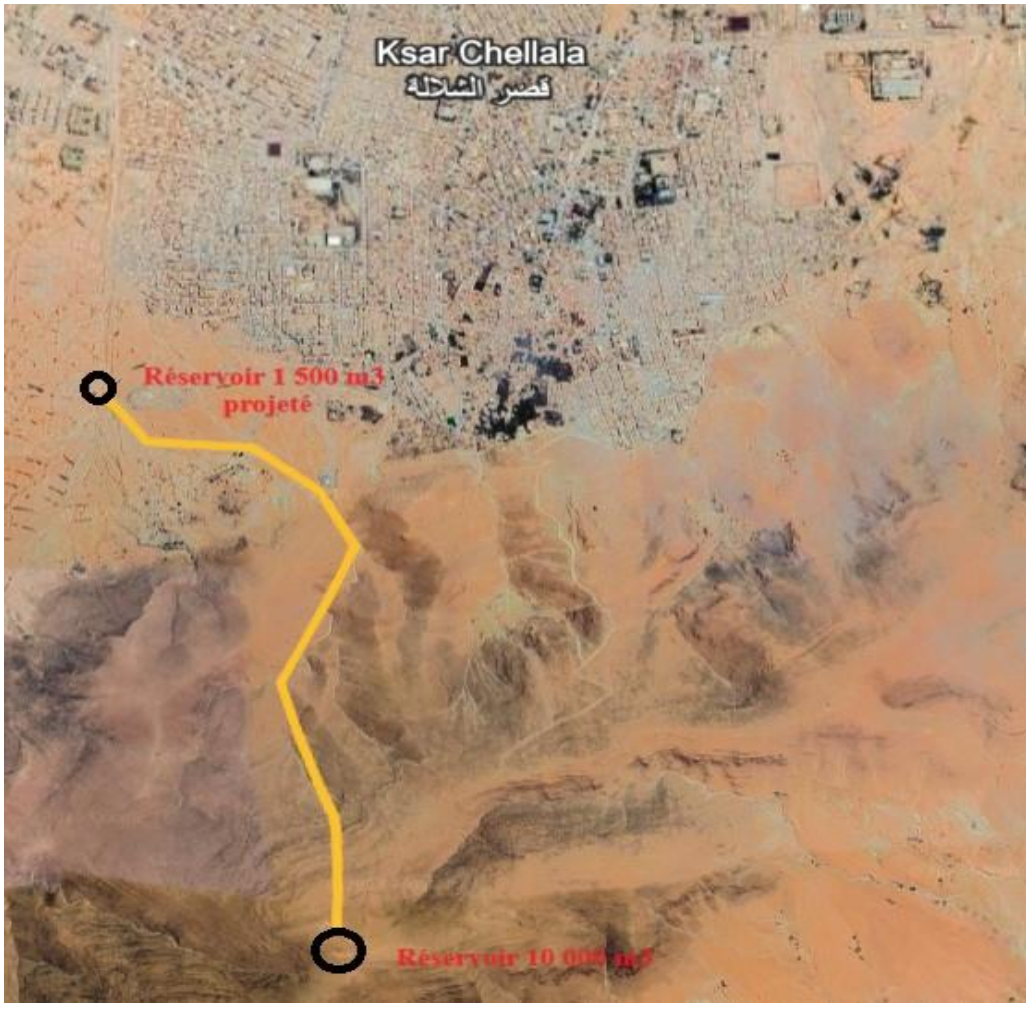


Figure IV. 1: Schéma du tracé de la conduite d'adduction gravitaire (Google earth)

IV.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.

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.

IV.5 Calcul hydraulique :

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

Le principe de calcul de conduite est le suivant :

IV.5.1 Méthode de calcul :

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

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

ΔHt : Perte de charge totale (m);

K : Coefficient de frottement;

Le : Longueur équivalente de la conduite (m).

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

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.

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

Donc : $$Le = 1,1 \times Lg$$

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.

Selon le type de matériau les coefficients K, m et β sont donnés dans le tableau :

Tableau IV. 1: Coefficients K', m, β pour différents types du tuyau

Tuyau	K	m	β
Acier et fonte	0,00179 - 0,001735	5,1 - 5,3	1,9 - 2
Amiante-ciment	0,00118	4,89	1,85
Plastique	0,001052	4,772	1,77

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

$$\mathbf{D_{av} = \sqrt[m]{\frac{K \times Le \times Q^{\beta}}{\Delta Ht}}} \qquad \textbf{(IV.4)}$$

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

IV.6 Dimensionnement de l'adduction gravitaire :

Pour calculer le diamètre avantageux de la conduite gravitaire, vu que le réservoir tampon est à une élévation de 1127,88 mètres et le réservoir proposé est à une élévation de 1053,76 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 IV. 2: 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	400	2849,627	0,97	74,12	1053,76	1127,88

IV.7 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 :

$$C = \frac{\sqrt{\frac{K}{\rho}}}{\sqrt{1+\frac{KD}{Ee}}} \qquad \textbf{(IV.5)}$$

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= 2,16.10^9Pa.

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

$$Tr = \frac{2L}{C} \qquad \textbf{(IV.6)}$$

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 IV. 3: Résultat de calcul du temps d'aller-retour de l'onde de déformation.

C (m/s)	L (m)	Tr (s)
321,98	2849,627	17,7

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 17,7 secondes.

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 V :
Dimensionnement du réseau de distribution d'eau

Introduction :

L'eau contenue dans le réservoir est distribuée par un réseau de canalisations interconnectées, auxquelles des raccordements seront réalisés pour approvisionner les utilisateurs. Une évaluation préliminaire est nécessaire pour déterminer le diamètre optimal de chaque canalisation, garantissant un débit maximal pour répondre aux besoins domestiques, industriels et agricoles. Ce chapitre se consacre à la planification et à l'évaluation du fonctionnement hydraulique de notre système de distribution.

V.1Les types de réseau :

On distingue plusieurs types de réseaux de distribution en fonction de la structure et de l'importance de l'agglomération, tels que :

- Réseau ramifié.
- Réseau maillé.
- Réseau étagé.

V.1.1 Réseau ramifié :

Le réseau ramifié se compose d'une conduite centrale à partir de laquelle des conduites secondaires sont connectées tout au long de son trajet. Ce modèle de réseau est de type arborescent, et il ne permet pas la circulation de l'eau en sens inverse. En cas de rupture sur la conduite principale, l'ensemble des habitants en aval se retrouvera privé d'approvisionnement en eau.

V.1.2 Réseau maillé :

Un réseau maillé est composé d'un ensemble de segments disposés de manière à permettre une description d'un réseau avec plusieurs boucles fermées. Contrairement au réseau ramifié, le réseau maillé garantit une distribution de retour en cas de panne d'un tronçon.

En règle générale, les réseaux maillés sont employés dans les zones urbaines et ont tendance à se propager dans les zones rurales en s'associant à des résumés ramifiés, qui limitent le nombre de mailles tout en conservant une certaine ramification.

V.1.3 Réseau étagé :

Le réseau étagé se distingue par des variations de niveau significatives, entraînant des pressions excessivement élevées au point le plus bas de la distribution d'eau (non conformes aux normes de pression). Pour corriger cette situation, il est essentiel d'ajouter un réservoir intermédiaire, alimenté par le réservoir principal, afin de réguler la pression au sein du réseau.

V.2 Conception d'un réseau :

Pour concevoir un réseau de distribution, nous devons prendre en compte plusieurs éléments qui peuvent affecter le réseau, tels que :

- La disposition des secteurs résidentiels.
- La localisation des utilisateurs.
- Le caractère topographique.
- L'objectif de garantir un service flexible et précis.

V.3 Principe de tracé du réseau :

Le plan de distribution de notre réseau a été conçu en tenant compte des facteurs suivants :

1) Observez les zones où la population est la plus dense.
2) Observez les clients importants.
3) Déterminer la voie principale (sens) pour assurer la distribution aux clients.
4) Tracer les conduites principales, parallèlement entre elles et sur les cotes les plus élevées pour avoir une bonne distribution d'eau.
5) Pour alimenter l'intérieur des quartiers, les conduites principales doivent être reliées par des conduites secondaires.

V.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.

En raison de la topographie particulière du site, notre étude a choisi d'implémenter un système de réservoir de tête. De plus, pour évaluer les différents paramètres hydrauliques du réseau, nous allons examiner les deux :

- Cas de pointe.
- Cas de pointe + incendie.

V.5 Choix du type de matériaux :

Pour choisir le type de matériau approprié, on prend en compte les facteurs suivants :

- Le diamètre.
- Le matériau doit supporter la pression de service.
- Les exigences de pose.

- Le coût.
- Le temps de conservation du matériau.
- Le fait qu'il soit disponible sur le marché.

Dans notre cas, nous avons choisi des conduites PEHD.

V.6 Calcul hydraulique du réseau mixte :

Pendant les heures de pointe, les canalisations devront faire face à des débits instantanés plus importants lorsqu'elles traversent les cours d'eau.

Le dimensionnement et le calcul des débits dans un réseau mixte sont réalisés de la manière suivante :

- Les débits de route pendant les heures prises en compte.
- Le débit spécifique en tenant compte des débits de route
- Les nœuds sont censés être le centre des débits.

Sachant que le tracé de notre réseau sur le plan de masse de notre agglomération a déjà permis de déterminer la longueur de chaque tronçon du réseau mixte.

V.6.1 Calcul de débit spécifique :

V.6.1.1 Cas de pointe :

$$Q_{sp} = \frac{Q_{maxh}}{\sum Li} = \frac{81{,}79}{9364{,}36} = 0{,}008734\ l/s/m \qquad \textbf{(VI.1)}$$

Avec :

Q_{sp} : débit spécifique (l/s/ml).

Q_{maxh} : débit maximum horaire.

ΣLi : somme des longueurs du réseau.

V.6.2 Calcul des débits en route et les débits aux nœuds :

Le débit spécifique divisé par la longueur du tronçon est appelé débit en route :

$$\mathbf{Q_{ri} = Q_{sp} \times l_i} \qquad \textbf{(VI.2)}$$

Avec :

l_i : longueur du tronçon numéro (i), (m).

Q_{ri} : débit du tronçon numéro (i), (l/s).

La formule suivante est utilisée pour déterminer les débits aux nœuds :

$$\mathbf{Q_n = \frac{Q_{sp} \sum Li}{2} + Q_{conc}} \qquad \textbf{(VI.3)}$$

Pour effectuer la répartition arbitraire des débits de chaque tronçon, il est nécessaire de les calculer pour les deux situations.

Voici un tableau récapitulatif des débits aux nœuds dans les deux situations :

Tableau V. 1: Calcul des débits aux nœuds

Nœud	Tronçon	Longueur (m)	Q route	Q nodaux
N1	P22	115,43	1,008	2,100
	P23	158,97	1,388	
	P32	206,55	1,804	
N2	P32	206,55	1,804	0,902
N3	P21	220,22	1,923	2,608
	P22	115,43	1,008	
	P25	261,45	2,284	
N4	P23	158,97	1,388	2,826
	P24	291,11	2,543	
	P27	197,06	1,721	
N5	P28	277,41	2,423	3,034
	P6	247,17	2,159	
	P7	170,14	1,486	
N6	P28	277,41	2,423	1,211
N7	P15	551,94	4,821	4,792
	P5	298,31	2,605	
	P6	247,17	2,159	
N8	P14	547,61	4,783	6,329
	P17	444,75	3,884	
	P4	158,51	1,384	
	P5	298,31	2,605	
N9	P2	120,02	1,048	2,460
	P31	335,29	2,928	
	P34	108,06	0,944	
N10	P31	335,29	2,928	1,464
N11	P18	166,72	1,456	2,746
	P19	104,21	0,910	

Nœud	Tronçon	Longueur (m)	Q route	Q nodaux
	P33	357,94	3,126	
N12	P33	357,94	3,126	1,563
N13	P10	118,53	1,035	2,912
	P11	121,55	1,062	
	P30	426,73	3,727	
N14	P30	426,73	3,727	1,864
N15	P12	541,85	4,733	3,800
	P21	220,22	1,923	
	P34	108,06	0,944	
N16	P19	104,21	0,910	3,861
	P20	488,77	4,269	
	P24	291,11	2,543	
N17	P16	95,79	0,837	3,089
	P17	444,75	3,884	
	P18	166,72	1,456	
N18	P13	563,84	4,925	5,721
	P2	120,02	1,048	
	P20	488,77	4,269	
	P3	137,52	1,201	
N19	P29	496,88	4,340	3,463
	P3	137,52	1,201	
	P4	158,51	1,384	
N20	P29	496,88	4,340	2,170
N21	P14	547,61	4,783	5,640
	P8	451,17	3,941	
	P9	292,81	2,557	
N22	P10	118,53	1,035	4,259
	P13	563,84	4,925	
	P9	292,81	2,557	
N23	P11	121,55	1,062	2,897
	P12	541,85	4,733	
N24	P15	551,94	4,821	2,829

Nœud	Tronçon	Longueur (m)	Q route	Q nodaux
	P16	95,79	0,837	
N25	P7	170,14	1,486	2,713
	P8	451,17	3,941	
N26	P25	261,45	2,284	2,408
	P26	290,04	2,533	
N27	P26	290,04	2,533	2,127
	P27	197,06	1,721	

V.7 Calcul hydraulique et simulation :

Une fois que les débits aux nœuds ont été déterminés et que la distribution des débits a été effectuée de manière aléatoire pour les deux scénarios, nous procédons à une simulation du réseau en utilisant EPANET.

V.7.1 Cas de pointe :

Les résultats de la simulation pour divers paramètres sont affichés ci-dessous :

Tableau V. 2: : Résultats de simulation en cas de pointe

ID Nœud	Altitude (m)	Demande Base (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
N1	1013,90	2,10	1044,55	30,59
N2	1023,50	0,90	1043,86	20,32
N3	1013,60	2,61	1044,15	30,49
N4	1016,50	2,83	1045,04	28,49
N5	1002,63	3,03	1046,22	43,51
N6	1008,09	1,21	1044,67	36,50
N7	1000,25	4,79	1047,88	47,53
N8	1006,00	6,33	1049,10	43,02
N9	1011,96	2,46	1050,97	38,93
N10	1010,41	1,46	1048,33	37,85
N11	1003,00	2,75	1045,02	41,93
N12	1005,68	1,56	1041,85	36,10
N13	1018,77	2,91	1046,89	28,07
N14	1014,26	1,86	1041,72	27,41

ID Nœud	Altitude (m)	Demande Base (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
N15	1014,34	3,80	1051,39	36,97
N16	1006,00	3,86	1045,81	39,73
N17	1000,00	3,09	1042,50	42,42
N18	1009,69	5,72	1050,55	40,78
N19	1007,77	3,46	1049,73	41,88
N20	1015,17	2,17	1046,33	31,09
N21	1011,60	5,64	1046,15	34,48
N22	1017,95	4,26	1047,03	29,02
N23	1018,75	2,90	1046,17	27,36
N24	999,54	2,83	1042,05	42,42
N25	1000,15	2,71	1044,41	44,17
N26	1024,40	2,41	1043,17	18,73
N27	1024,90	2,13	1044,05	19,11
Resvr	1053,76	81,79	1053,76	0,00

Tableau V. 3: vitesses et pertes de charge dans le réseau cas de pointe

Tronçons	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m)
Tuyau P32	206,55	55,40	0,90	0,37	0,69
Tuyau P28	277,41	55,40	1,21	0,50	1,56
Tuyau P31	335,29	55,40	1,46	0,61	2,64
Tuyau P33	357,94	55,40	1,56	0,65	3,16
Tuyau P30	426,73	55,40	1,86	0,77	5,17
Tuyau P29	496,88	66,00	2,17	0,63	3,40
Tuyau P14	547,61	55,40	1,19	0,49	2,96
Tuyau P13	563,84	141,00	-15,72	1,01	3,52
Tuyau P24	291,11	141,00	-9,73	0,62	0,76
Tuyau P18	166,72	55,40	-2,11	0,87	2,51

Tronçons	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m)
Tuyau P17	444,75	55,40	-2,09	0,87	6,60
Tuyau P2	120,02	277,60	69,19	1,14	0,42
Tuyau P23	158,97	96,80	-3,92	0,53	0,50
Tuyau P19	104,21	96,80	-6,41	0,87	0,79
Tuyau P20	488,77	141,00	-20,01	1,28	4,75
Tuyau P9	292,81	110,20	-5,43	0,57	0,88
Tuyau P10	118,53	141,00	6,03	0,39	0,13
Tuyau P21	220,22	55,40	3,24	1,34	7,24
Tuyau P22	115,43	55,40	-0,92	0,38	0,40
Tuyau P3	137,52	176,20	27,73	1,14	0,82
Tuyau P6	247,17	96,80	5,98	0,81	1,65
Tuyau P4	158,51	176,20	22,10	0,91	0,62
Tuyau P5	298,31	141,00	12,50	0,80	1,23
Tuyau P11	121,55	55,40	1,26	0,52	0,73
Tuyau P12	541,85	55,40	-1,64	0,68	5,22
Tuyau P15	551,94	55,40	1,73	0,72	5,83
Tuyau P16	95,79	55,40	-1,10	0,46	0,46
Tuyau P7	170,14	55,40	1,73	0,72	1,81
Tuyau P8	451,17	55,40	-0,98	0,41	1,73
Tuyau P25	261,45	66,00	1,55	0,45	0,98
Tuyau P26	290,04	55,40	-0,86	0,36	0,88
Tuyau P27	197,06	79,20	-2,98	0,61	0,99
Tuyau P1	498,45	277,60	81,79	1,35	2,37
Tuyau P34	108,06	277,60	73,11	1,21	0,42

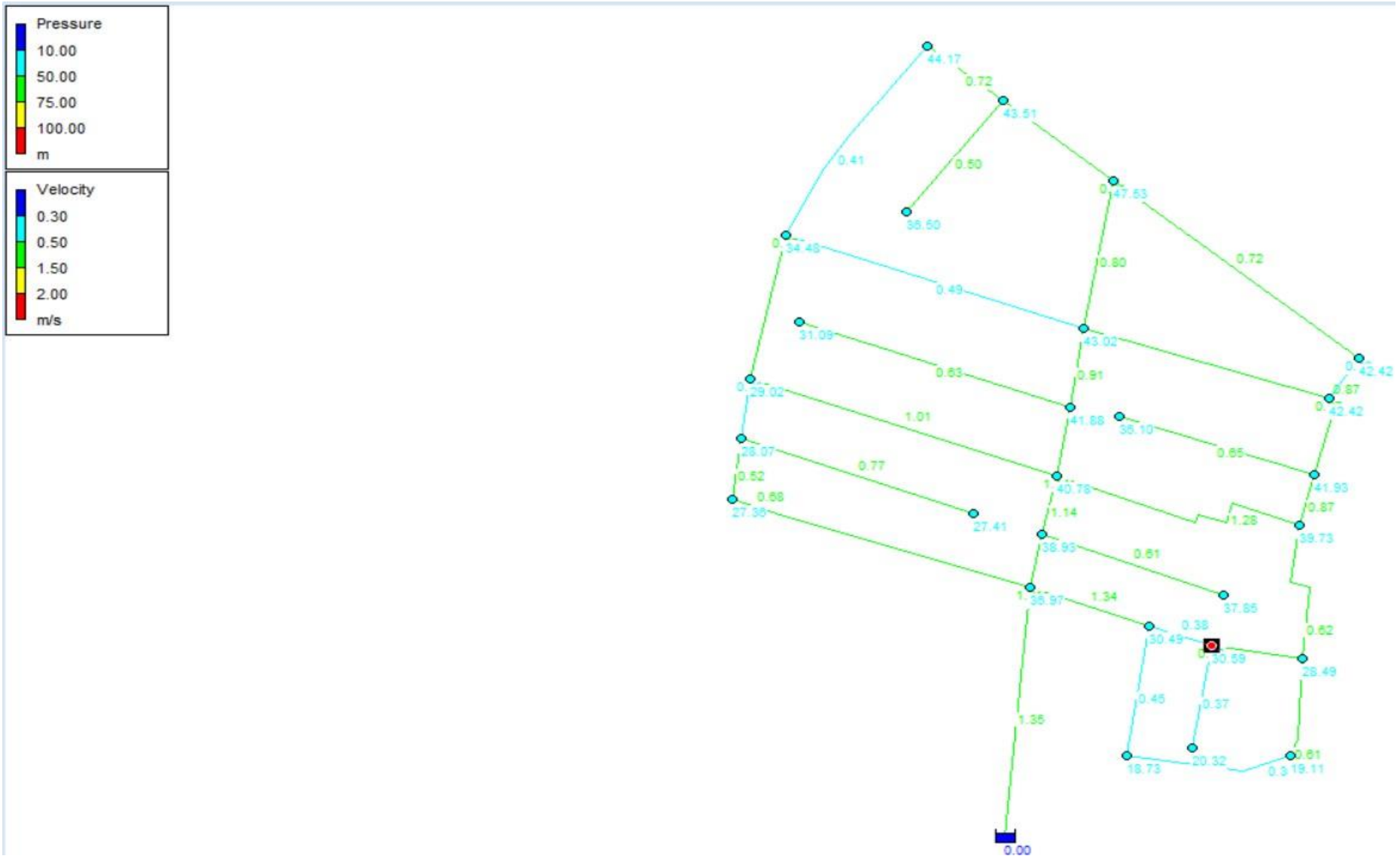


Figure V. 1: La répartition des vitesses et des pressions le long du réseau de distribution (cas de pointe)

V.7.2 Cas de pointe + incendie :

Les résultats de la simulation pour divers paramètres sont affichés ci-dessous :

Tableau V. 4: Résultats de simulation en cas de pointe+incendie

ID Nœud	Altitude (m)	Demande Base (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
N1	1013,90	2,10	1042,96	29,00
N2	1023,50	0,90	1042,27	18,73
N3	1013,60	2,61	1042,63	28,97
N4	1016,50	2,83	1043,43	26,88
N5	1002,63	3,03	1039,11	36,41
N6	1008,09	1,21	1037,55	29,41
N7	1000,25	21,79	1040,36	40,03
N8	1006,00	6,33	1045,71	39,63
N9	1011,96	2,46	1049,79	37,75
N10	1010,41	1,46	1047,15	36,67
N11	1003,00	2,75	1043,23	40,15
N12	1005,68	1,56	1040,06	34,31
N13	1018,77	2,91	1045,07	26,25
N14	1014,26	1,86	1039,90	25,59
N15	1014,34	3,80	1050,40	35,99
N16	1006,00	3,86	1044,18	38,10
N17	1000,00	3,09	1039,06	38,99
N18	1009,69	5,72	1049,16	39,39
N19	1007,77	3,46	1047,33	39,48
N20	1015,17	2,17	1043,93	28,70
N21	1011,60	5,64	1043,95	32,28
N22	1017,95	4,26	1045,20	27,19
N23	1018,75	2,90	1044,46	25,66
N24	999,54	2,83	1037,99	38,37
N25	1000,15	2,71	1038,58	38,35
N26	1024,40	2,41	1041,62	17,19
N27	1024,90	2,13	1042,46	17,52
Resvr	1053,76	98,79	1053,76	0,00

Tableau V. 5: vitesses et pertes de charges dans le réseau cas de pointe +incendie

Tronçons	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m)
Tuyau P32	206,55	55,40	0,90	0,37	0,69
Tuyau P28	277,41	55,40	1,21	0,50	1,56
Tuyau P31	335,29	55,40	1,46	0,61	2,64
Tuyau P33	357,94	55,40	1,56	0,65	3,16
Tuyau P30	426,73	55,40	1,86	0,77	5,17
Tuyau P29	496,88	66,00	2,17	0,63	3,40
Tuyau P14	547,61	55,40	0,88	0,37	1,76
Tuyau P13	563,84	141,00	-16,77	1,07	3,96
Tuyau P24	291,11	141,00	-9,61	0,62	0,75
Tuyau P18	166,72	55,40	-2,78	1,15	4,16
Tuyau P17	444,75	55,40	-2,09	0,87	6,64
Tuyau P2	120,02	277,60	85,94	1,42	0,63
Tuyau P23	158,97	96,80	-3,82	0,52	0,48
Tuyau P19	104,21	96,80	-7,09	0,96	0,95
Tuyau P20	488,77	141,00	-20,56	1,32	4,99
Tuyau P9	292,81	110,20	-6,60	0,69	1,25
Tuyau P10	118,53	141,00	5,91	0,38	0,13
Tuyau P21	220,22	55,40	3,37	1,40	7,77
Tuyau P22	115,43	55,40	-0,82	0,34	0,32
Tuyau P3	137,52	176,20	42,89	1,76	1,83
Tuyau P6	247,17	96,80	5,11	0,69	1,25
Tuyau P4	158,51	176,20	37,25	1,53	1,63
Tuyau P5	298,31	141,00	27,95	1,79	5,35
Tuyau P11	121,55	55,40	1,14	0,47	0,61
Tuyau P12	541,85	55,40	-1,76	0,73	5,94
Tuyau P15	551,94	55,40	1,04	0,43	2,37

Tronçons	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m)
Tuyau P16	95,79	55,40	-1,79	0,74	1,08
Tuyau P7	170,14	55,40	0,87	0,36	0,53
Tuyau P8	451,17	55,40	-1,84	0,77	5,37
Tuyau P25	261,45	66,00	1,58	0,46	1,01
Tuyau P26	290,04	55,40	-0,83	0,34	0,84
Tuyau P27	197,06	79,20	-2,96	0,60	0,98
Tuyau P1	498,45	277,60	98,79	1,63	3,36
Tuyau P34	108,06	277,60	89,86	1,48	0,61

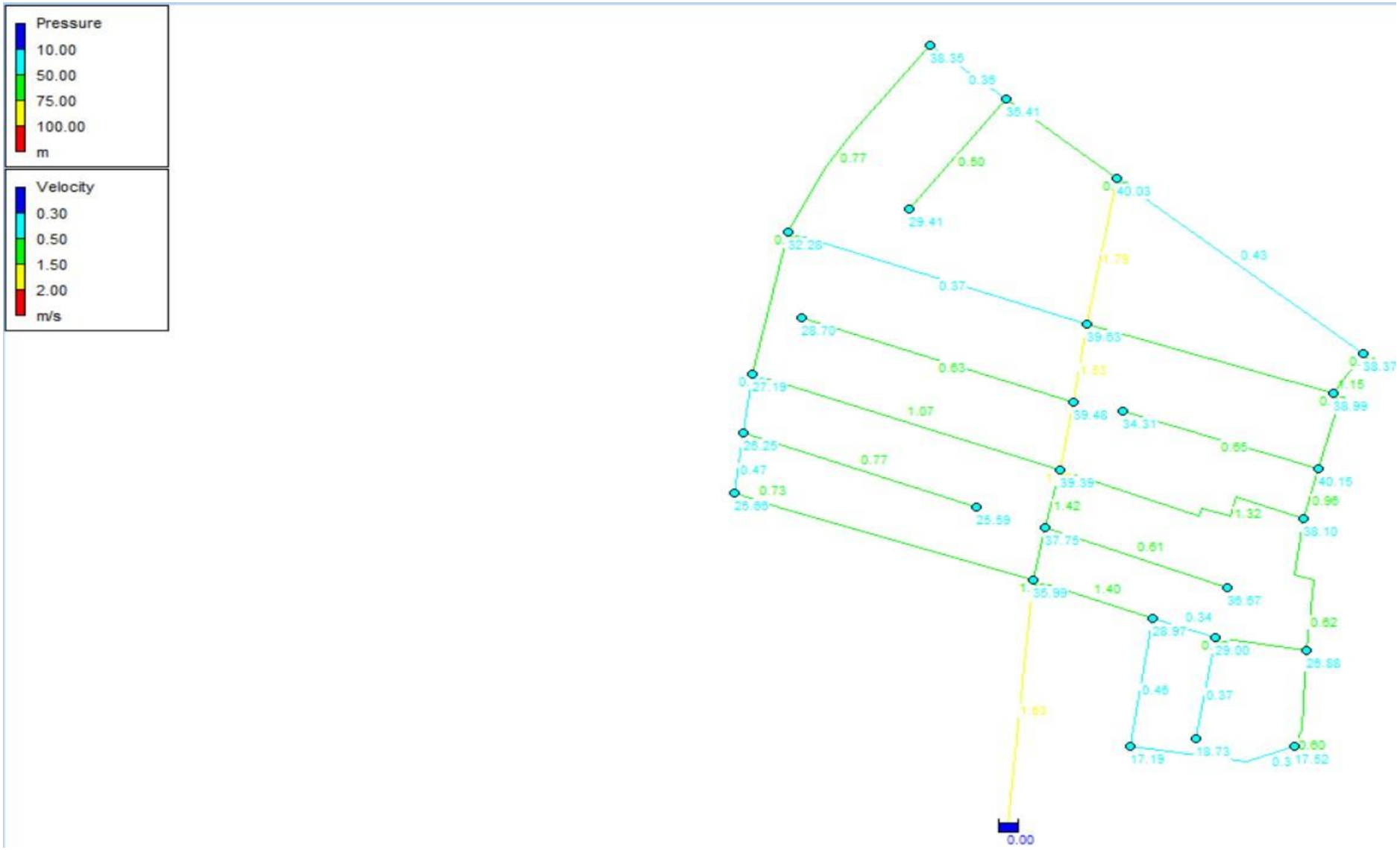


Figure V. 2: La répartition des vitesses et des pressions le long du réseau de distribution (Cas de pointe + incendie)

V.8 Analyse des résultats :

La simulation du réseau à l'aide du logiciel EPANET nous a permis d'identifier les diamètres requis pour garantir un fonctionnement optimal du réseau pendant les heures de pointe, les périodes d'utilisation du chauffe-eau, et jusqu'au dernier niveau considéré. Il est nécessaire que la pression soit maintenue à un niveau supérieur à 1 bar, et d'environ 2,5 bars pour les bâtiments de cinq étages.

V.8.1 Les vitesses :

- **Cas de pointe :**

Nous avons obtenu des valeurs qui se situent à l'intérieur de la plage de :

0,36 à 1,35 m/s pour tous les tronçons.

- **Cas de pointe + incendie :**

Nous avons obtenu des valeurs qui se situent à l'intérieur de la plage de :

0,34 à 1,79 m/s pendant le cas du pointe + incendie.

V.8.2 Les pressions :

- **Cas de pointe :**

Nous avons obtenu des valeurs de :

18,73 m.c.e (presque 2 bars) et 47,53 m.c.e (presque 5 bars).

Nous avons obtenu des valeurs de pression qui dépassent 25 m.c.e pour tous les nœuds coté bâtiments (côté gauche de réseau).

- **Cas de pointe + incendie :**

Nous avons obtenu des valeurs de :

17,19 m.c.e (presque 2 bars) et 40,15 m.c.e (4 bars).

V.9 Type de canalisation :

Le réseau de distribution sera composé d'un ensemble de tuyaux en polyéthylène haute densité (PEHD) de classe de pression PN10, avec des diamètres allant de 63 mm à 315 mm. Il convient de noter que le diamètre intérieur a été utilisé lors de la simulation effectuée avec le logiciel EPANET.

Les tuyaux prévus sont fabriqués en polyéthylène haute densité (PEHD), un matériau reconnu pour ses qualités supérieures en termes de qualité.

V.10 Critères techniques :

Ainsi, les conduites seront fabriquées en PEHD, tandis que les raccordements des bâtiments utiliseront des conduites de 32 mm en PEHD, avec un collier de fixation et un robinet à quart de tour de diamètre nominal 32 mm, équipé d'une plaque d'appui et d'un tube rallonge.

V.10.1Pression :

Il s'agit d'une force physique exercée sur un liquide à l'intérieur d'une canalisation pour lui fournir l'énergie requise.

Pour ce réseau, il est nécessaire de maintenir une pression d'au moins la hauteur du bâtiment plus 10 mètres, ce qui équivaut à :

$$P \text{ (nœud considéré)} = 10 + (3 \times n) = 10 + (3 \times 5) = 25 \text{ m.c.e}$$

- **n :** nombre d'étages.

Ainsi, il est impératif de garantir des pressions minimales d'environ 25 mètres de colonne d'eau, étant donné la présence de plusieurs bâtiments de cinq étages.

- ✓ En cas de pressions insuffisantes, il est envisageable d'installer un surpresseur pour certains immeubles.
- ✓ Les niveaux de pression pourraient être augmentés jusqu'à atteindre 50 ou 60 mètres de colonne d'eau.

Conclusion :

Après avoir effectué une simulation pour la période d'analyse, il a été constaté que le réseau de distribution de notre municipalité fonctionne de manière satisfaisante, en particulier pendant les heures de pointe et en cas d'incendie, avec des vitesses et des pressions de service conformes aux normes établies.

Chapitre VI :
Accessoires du réseau d'alimentation en eau potable

Introduction :

Pour garantir un fonctionnement hydraulique et un bon rendement d'un réseau de distribution d'eau, il est nécessaire de l'équiper en organes accessoires qui viennent compléter l'ossature et la conception du réseau prévu pour l'agglomération. Les matériaux sont fabriqués et choisis en grande partie en fonction des conditions de travail des conduites.

VI.1 Rôle des organes accessoires :

Les différents organes accessoires sont installés le long d'une canalisation, notamment les robinets-vannes à opercule, les robinets-vannes à papillons, les ventouses, les clapets d'air, les dispositifs de mesure (débitmètre, manomètre) et les pièces de raccordement.

Ils sont chargés de :

- Protéger les conduites.
- Assurez-vous qu'il y an un bon écoulement.
- Mesurez les débits et régulez les pressions.
- Ouvrir une conduite
- Faire pénétrer ou chasser l'air dans une conduite.
- Sous-traiter des débits
- Changez de chemin.
- Combiner deux conduites.
- Modifiez le diamètre.
- Isolez les conduites.

VI.2 La robinetterie :

VI.2.1 Les vannes de sectionnement :

Les vannes sont des composants qui permettent de sectionner, de régler et de régulariser l'écoulement de l'eau dans le réseau et d'assurer une exploitation rationnelle. Il existe plusieurs variétés :

- ✓ **Les robinets vannes à opercule :**

Sont des appareils de sectionnement qui peuvent être ouverts ou fermés complètement. La partie principale est composée d'un obturateur dont une vis de déplacement permet son déplacement pendant sa rotation. On les trouve généralement sur les réseaux tertiaire et secondaire. Elles sont adaptées aux réseaux aériens et enterrés et sont utilisées dans divers

domaines d'application. Pour éviter des coûts de remplacement élevés, il est crucial de choisir la vanne la plus appropriée.



Figure VI. 1: Vanne a opercule

Source :https://www.researchgate.net/figure/Schema-representant-le-mecanisme-de-fonctionnement-dune-vanne-a-opercule_fig5_350886951

- ✓ **Les vannes à papillons :**

Ce sont des vannes de réglage de débit et de sectionnement de construction relativement simple qui sont utilisées principalement au niveau des réservoirs d'eau (sortie de la conduite) et à ne pas utiliser à l'aval d'une conduite.

Les principaux avantages de cette vanne sont sa construction simple, son poids léger et son coût inférieur par rapport aux autres types.

Ils ont des avantages par rapport aux vannes à opercule pour des diamètres équivalents :

- ✓ Légèreté
- ✓ L'étanchéité idéale
- ✓ Un couple qui réduit les mouvements
- ✓ En cas d'ouverture partielle, il n'y a pas de vibration ni de battement.

VI.2.2 Les vannes de régulation :

VI.2.2.1 Les vannes de régulation, de réduction de pression et débit :

Ces vannes empruntent l'énergie nécessaire à leur fonctionnement à l'eau qui les traverse pour limiter ou maintenir la pression ou le débit à la valeur souhaitée.

En fonction du changement de position de l'obturateur de la vanne provoqué par la force de l'actionneur, elles régulent le débit du fluide. Pour ce faire, la vanne est tenue de :

- Retenir l'eau sans laisser passer.
- Avoir la capacité nécessaire pour l'utilisation prévue.
- Résister à l'érosion, à la corrosion et aux changements de température provoqués par le processus.

On distingue :

1) Robinets à soupape.

2) Vannes sanitaires.

3) Vannes rotatives.

VI.3 Les clapets de anti-retour :

Les clapets anti-retour empêchent automatiquement l'écoulement d'un fluide lorsqu'il s'inverse dans son sens. Ces éléments sont cruciaux pour la sécurité de toute installation sous pression. Ces appareils peuvent être manipulés de manière autonome et le passage du fluide ne peut se produire qu'en un sens. Chaque dispositif, qu'il soit à clapet, à battant, à piston ou à bille, a ses propres avantages en fonction du fluide et des conditions de service.Il existe différents types de clapets anti-retour :

- Clapet anti-retour à battant.
- Anti-retour à clapet guidé.
- Clapet anti-retour à bille.
- Clapet anti-retour à double battant.
- Clapet à membrane.
- Clapet à disques concentriques.

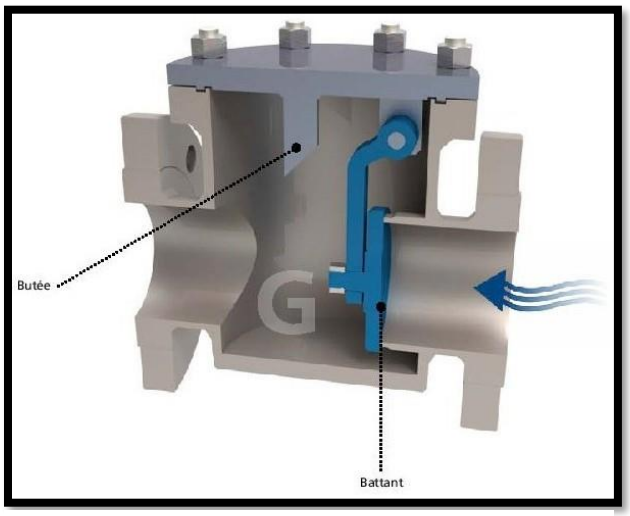


Figure VI. 2: Clapet battant

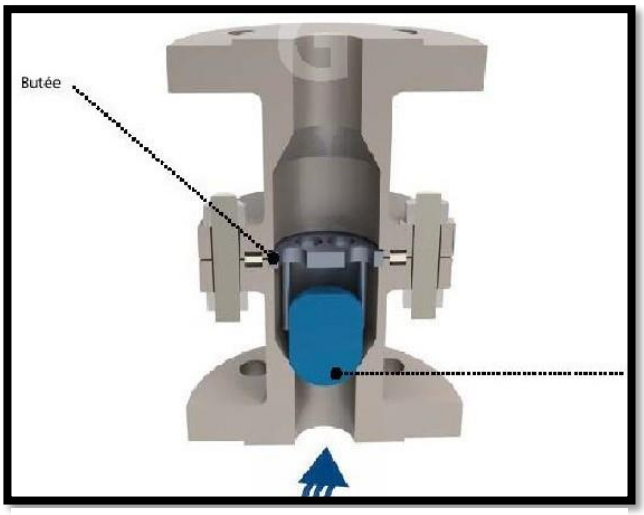


Figure VI. 3: Clapet a bile

VI.4 Les ventouses :

Lorsqu'elles sont appelées reniflards, leur fonction principale est d'évacuer l'air contenu dans la conduite et de permettre l'admission d'air dans ces conduites lors de leur vidange, ou généralement lorsqu'une cavitation se produit en un point haut.



Figure VI. 4: Ventouse

Deux types de ventouses sont disponibles

- Ventouse simple
- Ventouse à deux orifices

Il peut être recouvert de caoutchouc. Ces appareils se placent au niveau des points hauts des conduites où l'air se rassemble, soit lors du remplissage, soit pendant le fonctionnement. Lors des vidanges, il est également nécessaire d'effectuer une admission d'air à ces moment-là.

Le mode de remplissage choisi influence le choix de l'appareil. En général, on accepte un remplissage à débit réduit d'environ 1/10 du débit nominal. La vitesse de l'eau est faible, ce qui provoque une faible surpression au niveau de la ventouse.

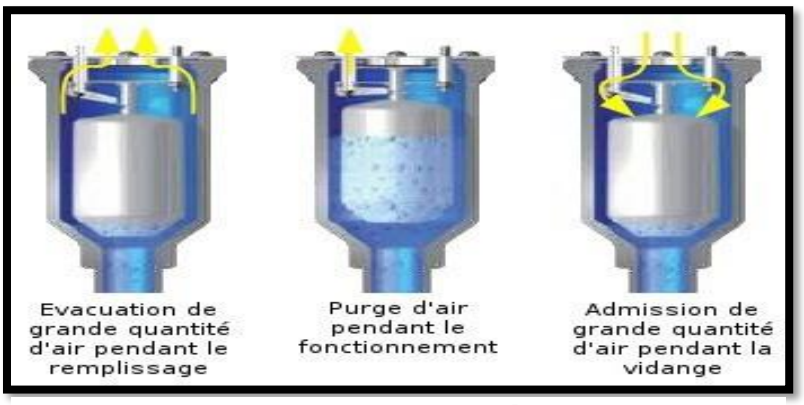


Figure VI. 5: Fonctionnement d'une ventouse

VI.5 Les vidanges :

Pour assurer la purge des conduites en cas d'entretien du réseau, les vidanges sont placées aux points bas du réseau.

Une vidange est composée de :

- De la vanne.
- D'un système de décharge.
- D'un regard de vidange qui évacue l'eau dans le système d'assainissement pluvial.

VI.6 Les appareils de lutte contre l'incendie :

Les appareils de lutte contre les incendies sont des points de livraison à proximité qui permettent au service des incendies d'une ville de disposer d'un débit suffisant pour étouffer un incendie dans une agglomération donnée. Ils varient en fonction de la surface des installations à protéger et de leur accessibilité. Les indications nécessaires pour leur dimensionnement sont fournies par les groupements de sapeurs-pompiers qui utilisent ce type de points de livraison. Il existe deux types de dispositifs :

VI.6.1 Les poteaux d'incendie :

Le poteau de feu est un appareil de lutte contre les incendies qui relie le matériel mobile des services de secours à un réseau sous pression au-dessus du sol.

Une source d'eau souterraine est également utilisée pour alimenter les fourgons des pompiers. Ces réseaux sont dédiés à la fourniture d'eau potable au public et à la lutte contre les incendies.

Les installations sont situées à proximité de la chaussée afin qu'elles soient toujours accessibles.

Les poteaux de feu sont distingués par :

- La conception du système de fermeture et d'étanchéité
- Le diamètre nominal
- Laréversibilité ou non de l'appareil.

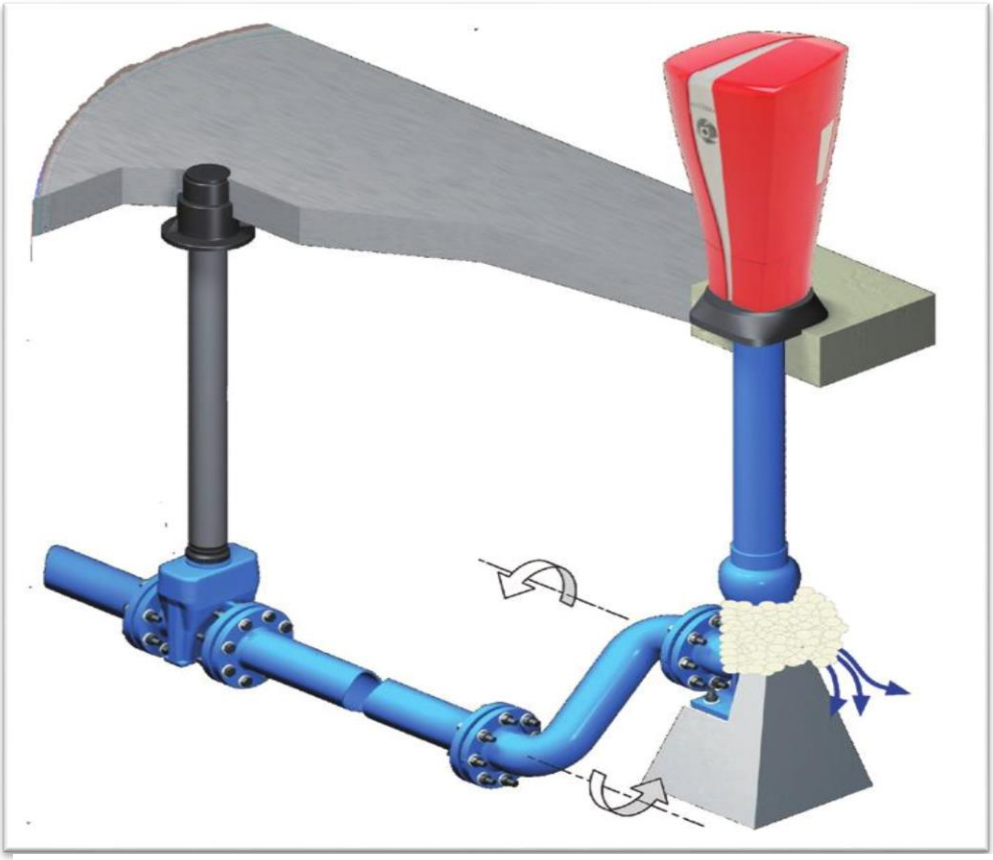


Figure VI. 6: Exemple de raccordement d'un poteau d'incendie au réseau d'eau

VI.6.2 Les bouches d'incendie :

La bouche incendie est située au niveau du sol dans un petit regard faisant partie de la tête de raccordement et de la commande de vanne.

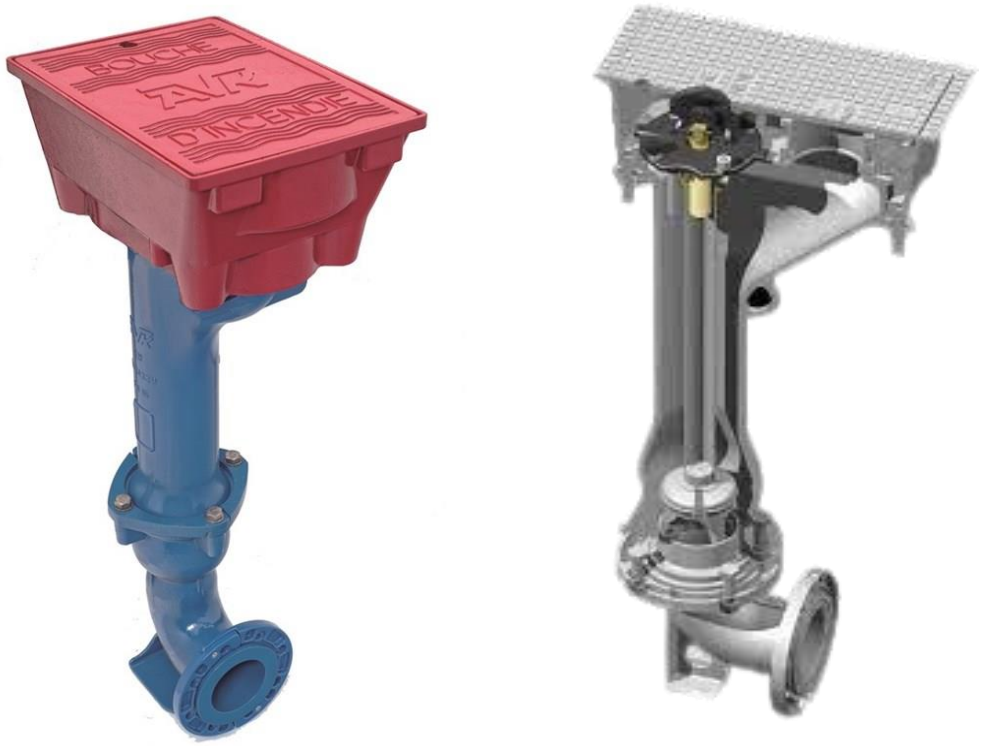


Figure VI. 7: Images réelles et schéma d'une bouche d'incendie

VI.7 Pièces spéciales de raccordement :

Il existe une gamme de raccords :

VI.7.1 Coude :

Lorsque la conduite change de direction, les coudes sont des accessoires utiles, surtout pour les réseaux maillés et ramifiés. En règle générale, les coudes sont maintenus par des massifs de butées correctement dimensionnés, ce qui permet de les différencier des coudes.

- ✓ À deux emboîtements.
- ✓ Ou bien à emboîtement et à bout lisse.

VI.7.2 Cônes :

Les cônes sont également utilisés pour relier deux conduites de diamètres différents à l'entrée et à la sortie des pompes. On peut distinguer :

- Les cônes à deux emboîtements.
- Les cônes à deux brides.

- Les cônes à emboîtement et à bride.

VI.7.3 Tés :

Les tés sont utilisés pour extraire un débit d'une canalisation ou pour ajouter un autre débit. En cas de piquage, ils sont rencontrés au niveau des réseaux maillés, ramifiés et des canalisations d'adduction, avec des tés à trois ou deux emboîtements et une bride.



Figure VI. 8: Un coude, un cône et un té.

VI.7.4 Joints de raccordements :

Ils assurent l'étanchéité des jointures des tuyaux et résistent aux sollicitations mécaniques et chimiques.

En raison de leur souplesse, les joints sont la partie la plus vulnérable de la canalisation et peuvent être usés mécaniquement en cas de mouvement du tuyau. Le vieillissement des joints est également causé par les produits chlorés de l'eau et le dessèchement.
Les normes sont utilisées pour définir, fabriquer et mettre en œuvre les joints. Elles
Ils appartiennent aux catégories suivantes :

- Joints avec garniture d'étanchéité.
- Automatique avec emboîture ou par manchon.
- Mécanique.
- Joints soudés ou électro-soudés.
- Joints isolants spéciaux.
- Joints verrouillés ou auto-butés.
- Joints à brides.
- Joints collés ou laminés.

VI.7.5 Les manchons :

Les manchons de liaison connectent deux bouts unis de tuyaux ou de tubes l'un à l'autre. Ils sont conçus pour se connecter à des tuyaux dédiés à un matériau ou qui contiennent plusieurs matériaux.

VI.8 Organes de mesure :

VI.8.1 Mesure de débit :

Les appareils les plus utilisés au niveau des installations sont :

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

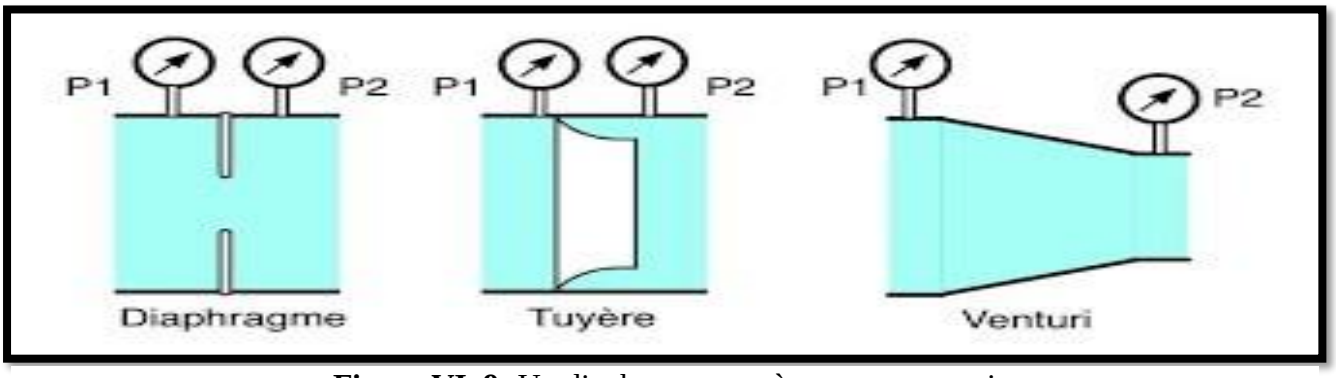


Figure VI. 9: Un diaphragme, tuyère et une venturi

Le principe est de réduire la section d'écoulement. Cette contraction augmente la vitesse d'écoulement au droit de l'appareil, ce qui réduit la pression. Un capteur de pression différentielle est utilisé pour la mesure.

VI.8.2 Mesure de pression :

Les appareils suivants sont utilisés pour mesurer la pression :

VI.8.3 Manomètres à aiguilles :

Le mouvement est transmis à l'aiguille dans les manomètres à aiguille soit par un secteur denté, soit par un levier, soit par une membrane. L'avantage de cette transmission est sa facilité d'étalonnage, mais son inconvénient réside dans le fait que les dentures s'usent rapidement, surtout si le manomètre est vibrationné.



Figure VI. 10: Image d'un manomètre à aiguilles

VI.8.4 Manomètres à soufflet :

Ce sont des manomètres avec un élément élastique en forme de soufflet comme organe actif. La pression déforme le soufflet dans la direction axiale. L'avantage des manomètres à soufflet réside dans leur sensibilité aux vibrations et au sur chauffage, tandis que leur inconvénient réside dans leur sensibilité aux vibrations et au sur chauffage.



Figure VI. 11: Image d'un manomètre à soufflet

VI.9 By pass :

Le by-pass consiste à créer une section de circuit parallèle à un endroit du circuit hydraulique. Un circuit secondaire est utilisé pour doubler une partie du circuit primaire.

Des vannes sont judicieusement disposées lors de la création du by-pass afin de pouvoir choisir quelle partie du circuit, primaire ou secondaire, sera parcourue par le liquide ou de mélanger les proportions de liquide passant par le primaire et le secondaire.

Le by-pass est utilisé dans les cas suivants :

- Faciliter l'utilisation de la vanne à fermeture lente.
- Avant la mise en service, remplissez la conduite à débit réduit.
- Relier la conduite d'arrivée du réservoir à la conduite de départ.

Conclusion :

Les accessoires sont nécessaires dans un réseau d'eau potable en raison de leur fonction. Il est nécessaire d'en doter notre réseau et de bien choisir leur emplacement sur le réseau afin d'assurer une fiabilité de fonctionnement, ainsi que l'entretien des conduites pour assurer la longévité du réseau et sa bonne gestion.

Chapitre VII :
Pose de canalisation et organisation de chantier

Introduction :

Une bonne mise en place des conduites joue un rôle très important dans la stabilisation et la durabilité d'un réseau de distribution d'eau potable, et cela en fonction du tracé, de l'importance du réseau et de la nature du sol. Pour obtenir une meilleure coordination des travaux sur le terrain, nous allons exposer (effectuer) dans notre agglomération une chronologie des travaux à entreprendre, ainsi que les engrais.

VII.1 Principe de pose de canalisation :

Les canalisations sont généralement placées en tranchée, à l'exception de certains cas où elles peuvent être placées sur sol, à condition d'être entretenues et protégées. Le principe de pose de la canalisation est généralement le même, mais le mode de pose varie selon le terrain pour réduire l'impact des différentes contraintes agissant sur la canalisation. En principe, la pose de la canalisation est effectuée pour permettre un écoulement naturel des eaux d'infiltration

Si la canalisation est posée en tranchée, la tranchée doit être suffisamment large de façon à permettre l'entrée des travailleurs, la tranchée doit présenter un élargissement plus poussé au niveau des joints et l'épaisseur du remblai au-dessus de la génératrice supérieure de la canalisation varie selon les régions en raison du gel, mais généralement elle est de 1 mètre.

Une conduite doit toujours être posée avec une légère pente afin de créer des points bas pour la vidange et des points hauts pour l'évacuation de l'air entraîné soit lors du remplissage de la conduite soit pendant son fonctionnement. En conséquence, on adopte un tracé en dents de scie avec des pentes de quelques millimètres par mètre et des changements de pente tous les 200 à 400 mètres. Lors de la pose de tout élément dur

La topographie du terrain, la disposition du site et la position des obstacles peuvent influencer le type de pose.

VII.1.1 Pose de canalisation dans un terrain ordinaire :

Les ouvriers ont accès à la tranchée dont la largeur minimale est de 0,60 m lors de la pose en terre.

La profondeur de la tranchée est déterminée comme suite :

- ✓ Afin d'éviter les dommages causés par les charges, une distance suffisante est laissée au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite. Cette distance peut varier de 0,80 à 1,20 m en fonction de l'exposition aux gels importants ou non.

- ✓ Ensuite, le fond de la fouille est recouvert d'un lit de pose d'une épaisseur de 0.15 à 0.20 m, bien pilonné et nivelé en fonction des côtes du profil en long.

Ce lit de pose est assuré :

- ✓ En utilisant du gravier dans les terres communes ;
- ✓ Pour créer des drains dans les terrains rocheux ou imperméables, utilisez des pierres coupées en anneaux de 5 cm.
- ✓ Dans les zones rocheuses avec des pentes importantes, un lit en béton léger est utilisé.
- ✓ Avant la descente en fouille, les tuyaux sont inspectés pour éliminer ceux qui ont subi des chocs.

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

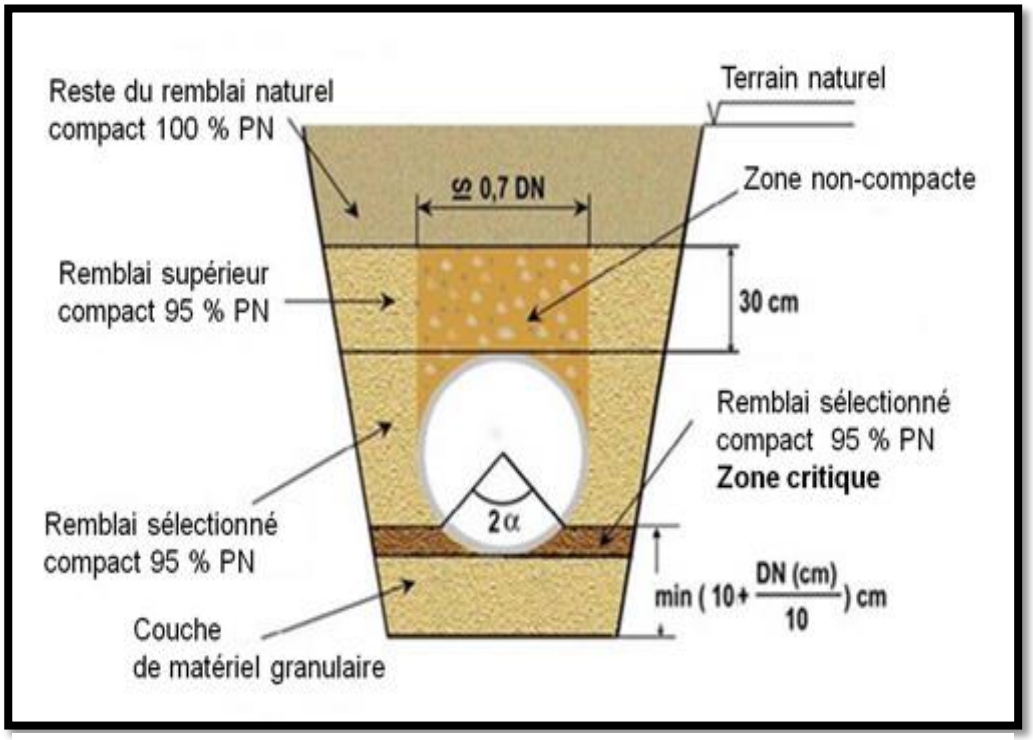


Figure VII. 1: Schéma de pose de canalisation

VII.1.2 Pose de canalisation en pente :

L'ancrage de la conduite est nécessaire lorsque la conduite est posée sur des tasseaux ou une galerie. Les ancrages peuvent ne pas être nécessaires si la canalisation est sous remblai. Le joint type verrouillé est nécessaire pour les conduites en fonte, tandis que les joints auto butés en béton et soudés en acier sont recommandés. Pour favoriser l'absorption de la force de

glissement par le travail des joints longitudinalement, il est préférable d'élargir les massifs d'ancrage.

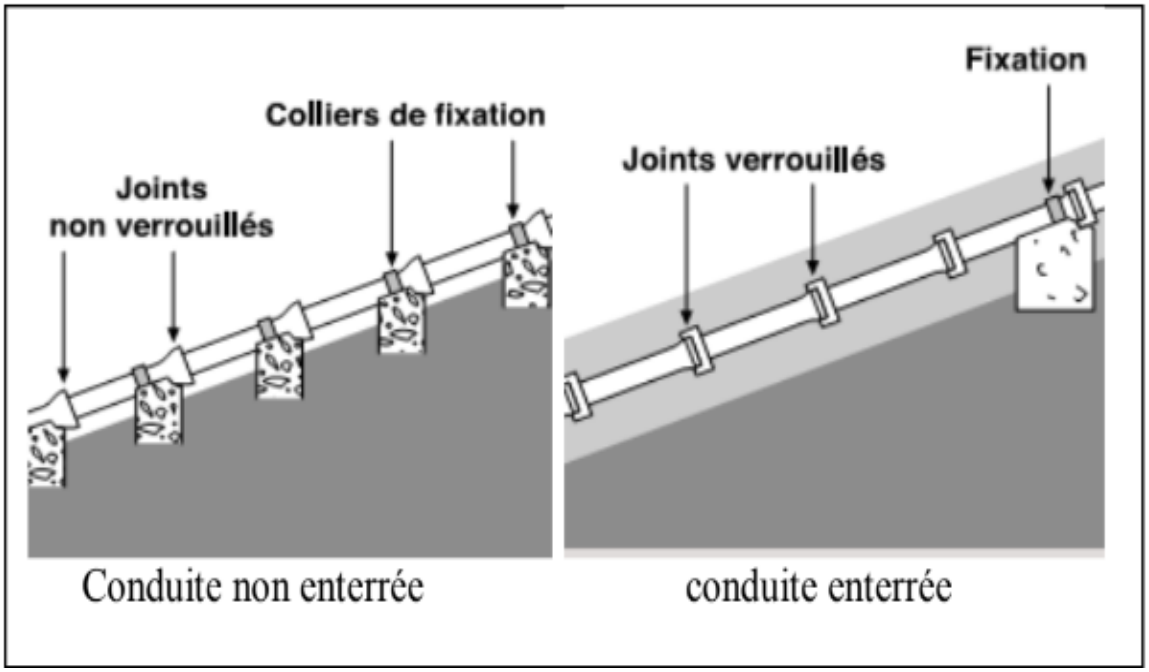


Figure VII. 2: Pose de canalisation en pente

VII.1.3 Pose des conduites en traversées des routes et voies ferrées :

On prévoit les solutions suivantes pour amortir les chocs qui peuvent nuire à la conduite et causer des ruptures, ainsi que pour éviter la transmission des vibrations dues aux charges :

- Coudre du béton en noyant la majorité du tuyau.
- Il est nécessaire de disposer une dalle en béton renforcée sur des piédroits en béton.
- Construire une dalle en béton armé sur un lit de sable qui couvre complètement le tuyau (enrobage).
- Utilisez les gaines, qui sont des buses de plus grand diamètre dans lesquelles les conduites sont introduites.

VII.1.4 Pose selon la nature des conduites :

Étant donné que les canalisations de notre projet sont fabriquées en polyéthylène haute densité (PEHD), l'enfouissement à la charrue est interdit, sauf dérogation expresse. Le cintrage doit être effectué à chaud si une courbure de diamètre est supérieure à 06 à 16 fois le diamètre extérieur du tuyau ; de plus fortes courbures doivent être évitées. En cas de pose pendant les jours chauds, le serrage et le remblaiement des jonctions extrêmes des canalisations ne doivent avoir lieu qu'aux heures fraîches, de préférence le matin. On peut également classer les tuyaux dans trois grandes familles en fonction des types de raccordement utilisés.

- **Raccordement par emboîtement :**

En général, il y an un joint qui garantit l'étanchéité. Il s'agit de tuyaux en fonte, PVC, béton à âme tôle et PRV. Les raccordements de ce type nécessitent généralement une épaisseur supérieure au diamètre extérieur du tuyau, ce qui rend rarement envisageable les méthodes de pose par fonçage ou forage.

- **Raccordement par soudure :**

Ces méthodes ne sont utilisées que pour les polyéthylènes (soudages électroniques par manchon ou « au miroir »), l'acier et parfois la partie acier des bétons. Le PE soudé de cette manière se prête mal aux forages et fonçages en raison de la surépaisseur du manchon.

- **Raccordement par collage :**

Le collage peut également être utilisé pour assembler du PVC de diamètre plus petit. Les tuyaux ont généralement une longueur droite de 6 m, sauf pour les PE qui sont présentés en tourets de plusieurs centaines de mètres en fonction de leur diamètre.

VII.2 Exécution des travaux de pose des canalisations :

VII.2.1 Implantation du tracé des tranchées sur le terrain :

- **Matérialisation :**

Les jalons sont disposés en ligne droite et espacés de 50 mètres pour représenter l'axe de la tranchée sur le terrain. Le travail est accompli en mesurant leurs distances sur le plan à l'aide de repères et de bornes. Il est ainsi possible de déterminer la direction des axes et leurs extrémités.

- **Nivellement :**

La mesure des différences d'altitudes entre deux ou plusieurs points sur une pente uniforme est appelée nivellement. Lorsque les obstacles sont présents sur le terrain, il est nécessaire de niveler le terrain en utilisant un cheminement. En utilisant un simple calcul, on peut calculer la hauteur de chaque endroit et ainsi la profondeur de la tranchée.

VII.2.2 Excavation des tranchées :

Pour garantir l'écoulement naturel des eaux d'infiltration, l'excavation des tranchées s'effectue par tronçons successifs en commençant par les points hauts. Il y a deux étapes dans cette tâche :

VII.2.2.1 Enlèvement de la couche végétale :

On peut utiliser un bulldozer ou un angledozer pour effectuer cette opération.

VII.2.2.2 Réalisation des fouilles :

Les conditions suivantes détermineront la réalisation de la tranchée et le remblaiement :

- Conditions de fonctionnement de la conduite (type de joint et diamètre) ;
- Le type de sol (avec ou sans eau) ;
- Profondeur de la position ;
- Environnement.

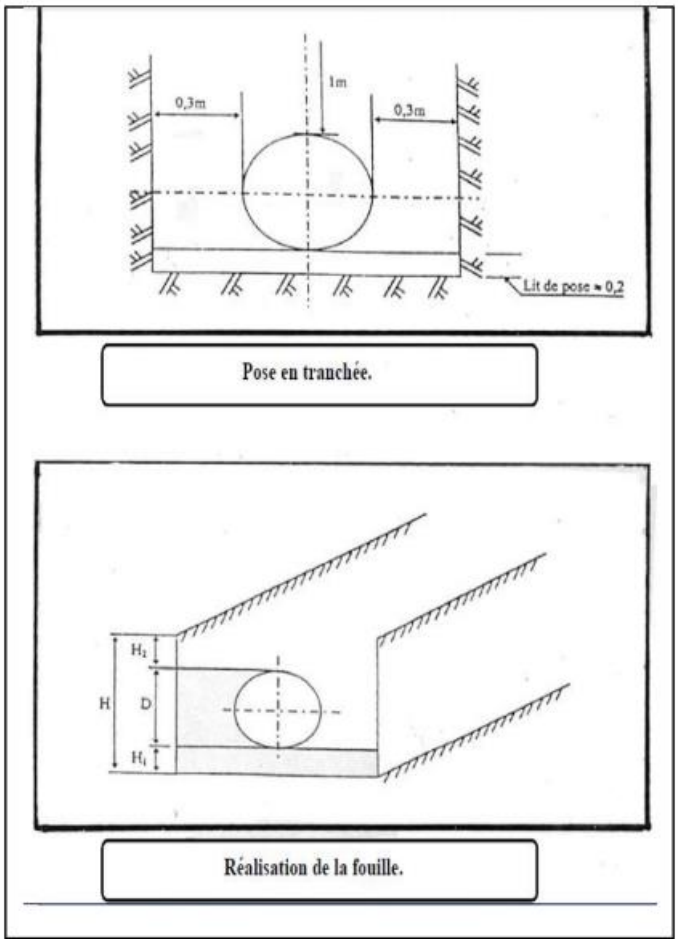


Figure VII. 3: Schéma d'une tranchée avec une conduite circulaire

❖ La détermination de plusieurs paramètres, tels que :

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

La profondeur minimale à excaver dans une tranchée est de 1 mètre pour :

- Gardez l'eau fraîche pendant les grandes chaleurs.
- Ne pas entraver le travail de la terre.
- Protéger les canalisations du gel.

En chaque point, les tranchées sont établies à la profondeur indiquée sur le profil en long. La profondeur est généralement donnée par la relation suivante :

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

h : Hauteur de la génératrice supérieur de conduite à la surface du sol, elle varie entre 80 et120cm.

e : Epaisseur du lit de pose (e = 0,2 m).

D : Diamètre de la conduite (m).

- ✓ **Largeur de la tranchée (b) :**

Il est évident que le diamètre de la conduite détermine la largeur de la tranchée. De plus, elle diffère en fonction du type de sol, du matériau utilisé pour la conduite, du type de joint et des conditions de pose. Le fond de la tranchée devra avoir une largeur au moins égale au diamètre extérieur du tuyau, avec 30 cm d'espacement sur chaque côté du tuyau.

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

D : Diamètre de la conduite (m).

b : Largeur de la tranchée (m).

VII.2.3 Aménagement du lit de sable :

Afin d'assurer une répartition uniforme des charges sur la zone d'appui, les tuyaux doivent être disposés de manière à ce qu'il n'y ait ni appui linéaire ni appui ponctuel. Les opérations suivantes doivent être effectuées avant la mise en place des conduites :

- Retirez les pierres massives des talus de la tranchée.
- Respecter les côtes en long du profil.
- Soigneusement niveler le fond de la tranchée.
- Construire un lit de pose (Sable) pour créer une suite au fond de la fouille.

VII.2.4 L’assise :

Le matériau de remblai est poussé sous les flancs de la canalisation et compacté jusqu'à la hauteur de l'axe de la canalisation afin d'éviter tout mouvement de la canalisation et de lui donner l'assise prévue. L'appui est composé du lit de pose et de l'assise.

VII.2.5 Choix du coefficient du talus (m) :

Afin de maintenir la stabilité du talus de la tranchée pendant les travaux de pose de conduites, il est nécessaire de déterminer ce coefficient, qui dépend de la profondeur de la tranchée et de la nature du sol.

Tableau VII. 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	

VII.3 Pose des conduites :

- Avant de descendre les canalisations dans les tranchées, il est nécessaire de procéder à un triage préliminaire pour exclure celles qui ont été endommagées par des chocs.
- La mise en place des tuyaux doit être effectuée avec précaution, qu'elle soit réalisée manuellement ou mécaniquement à l'aide d'un dispositif de pose, dans le fond de la tranchée.
- Chaque élément installé dans la tranchée doit être aligné avec l'élément précédent, et pendant la pose, il est essentiel de vérifier régulièrement l'alignement des tuyaux afin de maintenir une pente uniforme entre deux regards. Pour garantir une installation correcte, des vérifications sont effectuées à intervalles d'environ 80 mètres à l'aide de nivelettes.
- Il est impératif de nettoyer l'intérieur des tuyaux de tous les débris liés à la pose, que ce soit avant ou juste après leur assemblage. Cette opération peut être effectuée en passant un goupillon le long du tuyau ou en enlevant les débris manuellement, en fonction du diamètre.
- À chaque interruption des travaux, il est nécessaire d'appliquer fermement un bouchon temporaire sur l'extrémité ouverte de la canalisation pour empêcher toute intrusion de corps étrangers. En cas d'inondation de la tranchée, cette mesure peut faire flotter les tuyaux. Dans ce cas, il est essentiel de maintenir les tuyaux au sol en ayant recours à un remplissage partiel de la tranchée ou en utilisant un étayage temporaire.

VII.3.1 Epreuve de joints et de la canalisation :

Pour garantir une sécurité optimale, le test de pression des canalisations et des raccords est effectué avant le remblaiement. Il implique l'utilisation d'une pompe d'essai, qui consiste à remplir la conduite d'eau sous une pression équivalente à 1,5 fois la pression de service à laquelle la canalisation sera soumise pendant son utilisation. Cette épreuve devrait durer environ 30 minutes, avec une variation de pression ne devant pas excéder 0,2 bar.

VII.3.2 Remblaiement de la tranchée :

Un remblai de qualité est essentiel pour accomplir deux objectifs cruciaux : assurer une répartition uniforme des charges sur la canalisation et la protéger contre tout dommage lors de la mise en place des remblais supérieurs. Le matériau utilisé est généralement similaire à celui employé pour enrober le tuyau. Le processus de remblaiement est effectué en couches successives, avec une épaisseur adaptée en fonction de l'engin de compactage (inférieure à 0,3 m), tout en prenant en compte la nature du matériau de remblai. Cette approche garantit une compaction optimale et uniforme, tout en évitant tout dommage aux tuyaux.

Dans cette optique, l'utilisation d'engins de compactage de taille moyenne ou lourde n'est autorisée que lorsque la couverture atteint au moins 1 mètre. De plus, dans les cas de faible recouvrement des tuyaux, il est impératif d'interdire la circulation de véhicules sur le tracé de la canalisation et le stockage des matériaux excavés dans les tranchées.

VII.3.3 Le remblai d’enrobage :

L'enrobage des conduites implique la création d'un support, d'une base et d'une couche de protection, conformément au plan du projet. Ce processus prend en considération les caractéristiques des tuyaux, afin de minimiser les risques d'ovalisation. Il utilise des matériaux appropriés, généralement issus du réemploi des déblais excavés après élimination de tout matériau pouvant endommager les conduites ou leurs revêtements en raison de chocs ou de tassements lors de la consolidation (comme des blocs rocheux, des débris de démolition, etc.).

Il est également essentiel de vérifier l'absence de toute action chimique nuisible de certains matériaux (tels que des débris végétaux, des résidus de combustion, des produits gypseux, etc.) sur les matériaux constitutifs des tuyaux et de leurs revêtements.

VII.3.4 Le remblai supérieur :

Il est effectué après des tests de pression en fonction des exigences de sécurité environnementales et des biens. En effectuant les déblais des fouilles, les matériaux impropres sont retirés, tout comme lors de l'opération précédente. Les conditions de mise en œuvre et de

reconstitution de la couche supérieure sont déterminées par les circonstances rencontrées, par exemple, si la couche supérieure est mise en œuvre en milieu urbain ou rural. Dans le premier exemple, dans une zone rurale, des couches successives et régulièrement damées sont utilisées pour remplacer la terre végétale mise en dépôt. Les tassements ultérieurs nécessiteront une légère sur-hauteur.

VII.3.5 Nivellement et compactage :

Après la réalisation du remblai, il est nécessaire de procéder à deux étapes essentielles : le nivellement, qui consiste à répartir uniformément les monticules de terre, suivi du compactage visant à augmenter la densité des terres afin de prévenir les tassements futurs.

VII.3.6 Mise en service du réseau :

- La mise en pression générale du réseau via le réservoir, avec les robinets fermés.
- Les conduites doivent être remplies lentement avec un débit d'environ 1/20 à 1/15 de leurs débits normaux.
- Utilisez les robinets de vidange pour vérifier l'arrivée d'eau, d'abord ouverts, puis fermés à mesure que l'arrivée d'eau augmente.
- Quand le remplissage est terminé, le réseau est mis sous pression pendant 48 heures avant de mesurer la perte de capacité, qui ne doit pas dépasser 2 %.
- Avant la distribution aux clients, nettoyez le réseau.

VII.4 Définitions des engins de terrassement utilisés :

Le matériel utilisé est courant sur les chantiers de travaux publics. L'utilisation d'engins de grande taille permettra de réduire considérablement le coût et le temps des travaux de terrassement, ce qui réduit leur impact dans la construction des chantiers.

Les engins que nous allons utiliser sont :

- Une excavatrice hydraulique ;
- Un bulldozer ;
- Un chargeur frontal ;
- Un compacteur de sol vibrant pour la consolidation des excavations et des tranchées.

VII.4.1 Pelle hydraulique :

Elle sert à creuser des tranchées. Les pelles sont des engins de chantier adaptés à toutes sortes de terrains. Leur principale fonction est d'effectuer des excavations et de charger les déblais. Elles fonctionnent de manière intermittente, ce qui signifie que leur cycle de travail comprend les étapes suivantes : le temps d'excavation, le temps de transport, le temps de déchargement,

et le temps de remise en place des déblais. Plusieurs variétés de pelles sont disponibles, notamment :

VII.4.2 Les pelles à câbles :

Ils sont utilisés dans les terrains meubles. Ils sont présents dans les ballastières, gravières, sablières et exploitations minière à ciel ouvert. Elles sont fortes et inflexibles.

VII.4.2.1 Pelles sur pneumatiques (à pneus) :

Leur mode de fonctionnement est similaire à celui des pelles à chenilles en configuration rétro. La seule différence réside dans leur partie inférieure. Ces pelles sur pneus sont conçues pour les tâches d'extraction, d'excavation et de manutention sur de petits chantiers ou des projets urbains nécessitant une grande mobilité.

VII.4.2.2 Les pelles hydrauliques sur chenilles :

Des chenilles plus larges offrent une capacité de portance accrue. Parallèlement, il est important de noter que des chenilles plus larges peuvent causer davantage d'usure sur le sol lors des virages, tout en exigeant une augmentation de l'énergie nécessaire pour effectuer ces manœuvres.

VII.4.2.3 Pelles « en rétro » :

Il s'agit de l'équipement le plus couramment utilisé sur les chantiers. Pour charger le godet, il est ramené vers la pelle (en configuration rétro). Lors de travaux d'extraction et de chargement, la pratique optimale consiste à opérer en position inférieure par rapport aux chenilles, ce qui favorise une meilleure visibilité et un remplissage efficace du godet.

Les applications de la pelle en rétro sont :

- Créer en dessous de la surface d'appui.
- Il peut excaver dans le sens de la machine.
- Créer avec beaucoup de précision.

VII.4.2.4 Pelles « en butte » :

Conçues pour des travaux de grande envergure, ces machines se chargent en avant, maintenant constamment le godet au-dessus du sol où la pelle opère.

Les caractéristiques de cette pelle sont les suivantes :

- Excavation au-dessus du siège de la machine.
- Collecte de matériaux.



Figure VII. 4: Pelle sur pneu

VII.4.3 Bulldozer :

Le bulldozer est en réalité une niveleuse montée sur un tracteur équipé de chenilles ou de pneus. L'outil de nivellement est constitué d'une lame profilée soutenue par deux bras articulés, dont un mécanisme hydraulique permet d'ajuster la hauteur. Lorsque la lame est abaissée au maximum, l'engin est utilisé pour le décapage, créant une profondeur de coupe de 20 à 30 cm. En position intermédiaire, la lame est utilisée pour nivelage des tas de déblais en couches de 20 à 30 cm d'épaisseur.

La position haute est essentiellement une configuration de transport, élevant la lame de 75 cm à 1 m au-dessus du sol.



Figure VII. 5: Dozer

VII.4.4 Chargeur :

Après la pose de la conduite, ce tracteur à pneus est utilisé pour remblayer les fouilles, les casiers et la tranchée. Il an un godet de chargement et de déchargement à l'avant. Le rétro chargeur peut être utilisé si les travaux ne sont pas très importants.



Figure VII. 6: Chargeuse

VII.4.5 Compacteur (vibrateur de sol) :

Il s'agit d'une machine légère, constituée de deux minuscules cylindres d'environ 30 cm de diamètre avec un guidon. Cet outil est utilisé pour compacter les remblais sur des surfaces étroites comme les fouilles de semelles, les casiers entre les ceintures inférieures du bâtiment et les tranchées.



Figure VII. 7: Compacteur sur terrain

VII.5 Planification des travaux du réseau de distribution :

Avant d'entamer les travaux sur le chantier, il faut faire une planification qui consiste en une étude théorique qui détermine la meilleure façon d'utiliser la main-d'œuvre et d'autres moyens. Cette planification comprend :

- Mise en place des stations de travail;
- Évaluations en temps réel;
- Étude des fonctions;
- Mesure du temps;
- Établissement des buts et des responsabilités;
- Optimisation des procédures.

L'objectif de la planification est de garantir que l'ensemble du travail sera accompli :

- Dans une séquence appropriée (suivant la bonne séquence d'opérations du réseau)
- Sans aucune interruption
- De la manière la plus efficiente possible

La méthode du réseau (CPM) sera utilisée pour organiser les travaux suivants.

La méthode du réseau du chemin critique, également connue sous le nom de méthode PERT (Program Evaluation Review Technique), est un système où les nœuds et les flèches symbolisent des tâches et sont parcourus en fonction du temps, avec chaque sommet (nœud ou flèche) représentant une étape ou un événement. Cette technique a été développée par des experts américains en 1958.

VII.5.1 Principe de la méthode PERT :

Réduire la durée globale d'un projet en examinant en détail les tâches ou activités de base et leur séquence. Cette analyse se concentre sur la gestion des délais sans tenir compte des ressources impliquées.

VII.5.2 Construction du réseau :

La construction du réseau implique les étapes suivantes :

1. Création d'une liste des tâches.
2. Identification des tâches précédentes.
3. Élaboration des graphes partiels.
4. Intégration des graphes partiels.
5. Identification des tâches d'ouverture et de clôture du projet.
6. Finalisation de la construction.

VII.5.3 Détermination du chemin critique :

VII.5.3.1 Méthode CPM :

Les éléments essentiels pour mettre en œuvre 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

$$\mathbf{DFP = DCP + TR}$$

DCPP = DFPP – TR

VII.5.3.2 Chemin critique:

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

Ainsi, pour retrouver un chemin critique, vérifiez les deux conditions suivantes :

MT = 0

La somme de **TR = DTP**

Les principales étapes de la conception des collecteurs pour un projet AEP :

A. Élimination de la couche de goudron (le cas échéant) ou de la végétation.
B. Piquetage.
C. Excavation des tranchées et des fouilles pour les regards.
D. Préparation du lit de pose.
E. Installation des canalisations dans les tranchées.
F. Édification des regards et des vannes.
G. Raccordement des tuyaux.
H. Réalisation des tests d'étanchéité pour les conduites et les joints.
I. Remblayage des tranchées.
J. Travaux de finition.

Chaque opération de réalisation du réseau est liée les unes aux autres.

Tableau VII. 2: Tâches qui précèdent et qui succèdent chaque opération du réseau

OPERATION	Précède	succède
A	B	-
B	C	A
C	D, E, F	B
D	G	C
E	G	C
F	G	C
G	H	D, E, F
H	I	G
I	J	H
J	-	I

Tableau VII. 3: Détermination des délais

Opération	TR (jour)	DP		DPP		MT
		DCP	DFP	DCPP	DFPP	
A	12	0	12	0	12	**0**
B	6	12	18	12	18	**0**
C	26	18	44	18	44	**0**
D	14	44	58	47	61	**3**
E	15	44	59	46	61	**2**
F	17	44	61	44	61	**0**
G	12	61	73	61	73	**0**
H	5	73	78	73	78	**0**
I	11	78	89	78	89	**0**
J	7	89	**96**	89	**96**	**0**

- Le chemin critique : A-B-C-F-G-H-I-J tel que ∑ TR= 96 jours, donc la durée de la réalisation de ce projet est estimée à 3 mois et 06 jours.

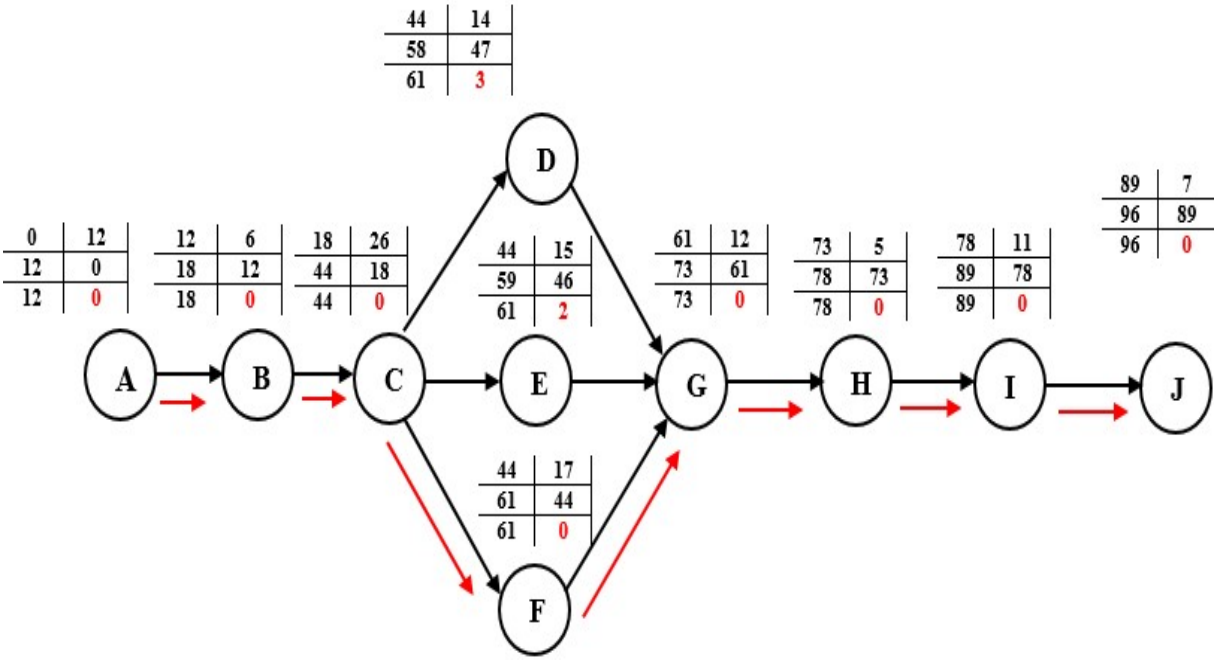


Figure VII. 8: Réseaux à nœuds et calcul du temps de réalisation du réseau de distribution

VII.6 Calcul des volumes des travaux du réseau de distribution :

VII.6.1 Déblais d'excavation :

Le volume des déblais est déterminé en utilisant les surfaces des coupes traversées comprenant que :

$$S_{exc} = b * h \qquad \text{(VII.3)}$$

S_{exc} : surface des déblais de chaque coupe;

b : largeur de la tranchée;

h : profondeur de la tranchée ;

$$V_{exc} = S * L_{exc} \qquad \text{(VII.4)}$$

V_{exc} : volume des déblais entre deux coupes consécutives;

L : distance entre deux coupes consécutives.

VII.6.1.1 La profondeur de la tranchée :

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

$$H_{tr} = D+h+h_1 \qquad \text{(VII.5)}$$

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.

h_1 : épaisseur du lit de pose h_1 = 0,15 m.

VII.6.1.2 Largeur de la tranchée :

La taille de la tranchée sera déterminée en fonction du diamètre de la conduite, mais il sera conservé 30 cm d'espace de chaque côté.

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

b : largeur de la tranchée (m)

D : diamètre de la conduite (m).

Tableau VII. 4: 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)
63	**55,4**	5321,14	0,663	1,06	0,70	3750,17
75	**66**	758,33	0,675	1,08	0,73	550,26
90	**79,2**	197,06	0,690	1,09	0,75	148,21
110	**96,8**	510,35	0,710	1,11	0,79	402,20
125	**110,2**	292,81	0,725	1,13	0,82	238,82
160	**141**	1760,57	0,760	1,16	0,88	1552,12
200	**176,2**	296,03	0,800	1,20	0,96	284,19
315	**277,6**	726,53	0,915	1,32	1,20	874,18
						7800,16

VII.6.2 Lit de sable :

La conduite doit être posée sur un lit de sable d'une épaisseur de 15 cm le long de notre tracé :

$$Vs = b * e * L \qquad \text{(VII.7)}$$

Vs : volume du lit de sable (m3) ;

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

L : longueur de la tranchée (m).

Le tableau contient les résultats du calcul du volume du lit de sable.

Tableau VII. 5: Calcul du volume du lit de sable

D_{ext} (mm)	D_{int} (mm)	L (m)	b (m)	e (mm)	Vs (m^3)
63	**55,4**	5321,14	0,663	0,15	529,19
75	**66**	758,33	0,675	0,15	76,78
90	**79,2**	197,06	0,690	0,15	20,40
110	**96,8**	510,35	0,710	0,15	54,35
125	**110,2**	292,81	0,725	0,15	31,84
160	**141**	1760,57	0,760	0,15	200,71
200	**176,2**	296,03	0,800	0,15	35,52
315	**277,6**	726,53	0,915	0,15	99,72
					1048,50

VII.6.3 Remblais compacté :

Le volume des matériaux de remblai correspondra au volume des matériaux excavés, déduction faite du volume occupé par la conduite ainsi que du volume du lit de sable :

$$Vr = Vexc - Vs - Vc \qquad \text{(VII.8)}$$

V_r : volume du remblai

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

V_{cond} : volume occupé par la conduite.

V_s : volume du lit de sable.

VII.6.4 Volume de la conduite :

Après la mise en place du lit de sable et l'exécution des déblais de la tranchée, il y a la pose des conduites, dont la connaissance de la section est essentielle pour déterminer le volume des remblais.

$$S_C = \frac{\pi * D^2}{4} \qquad \text{(VII.9)}$$

S_c : section de la conduite (m2) ;

D : diamètre de la conduite (m).

$$V_c = S_c * L \qquad \text{(VII.10)}$$

V_c : volume de la conduite (m3) ;

Tableau VII. 6: Calcul du volume des conduites

Dext(mm)	Dint (mm)	L (m)	Sc (m^2)	Vc(m^3)
63	**55,4**	5321,14	0,00312	16,58
75	**66**	758,33	0,00442	3,35
90	**79,2**	197,06	0,00636	1,25
110	**96,8**	510,35	0,00950	4,85
125	**110,2**	292,81	0,02010	5,88
160	**141**	1760,57	0,02010	35,38
200	**176,2**	296,03	0,03140	9,30
315	**277,6**	726,53	0,07789	56,59
				133,18

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

$$Vr = V_{exc} – Vs – Vc \quad \text{(VII.11)}$$

Vr : volume du remblai.

V_{exc}: volume du déblai.

V_{cond} : volume occupé par la conduite.

Vs : volume du lit de sable.

$$Vr = 7800,15- 1048,50- 133,17= 6618,47\ m^3$$

VII.7 Devis estimatif :

L'analyse du devis estimatif nous offre une perspective sur les dépenses prévues pour la concrétisation de notre projet.

Tableau VII. 7: Devis estimatif et quantitatif

	Désignation des travaux	**Unité**	**Quantité**	**Prix**	**Montant (DA)**
Terrassement	déblai	**m3**	7800,16	800	6240127,71
	lit de sable	**m3**	1048,50	1300	1363054,72
	remblaiement	**m3**	6618,48	600	3971086,33
Fourniture transport et pose	63	**ml**	5321,14	450	2394511,82
	75	**ml**	758,33	600	454997,93
	90	**ml**	197,06	800	157645,05
	110	**ml**	510,35	1500	765517,79
	125	**ml**	292,81	2000	585616,16
	160	**ml**	1760,57	2500	4401430,93
	200	**ml**	296,03	3000	888096,37
	315	**ml**	726,53	4500	3269394,94
Les Tés	160/63	/	2	4500	9000,00
	75/63	/	2	2000	4000,00
	110/63	/	2	3500	7000,00
	160/90	/	2	5000	10000,00

	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix	Montant (DA)
	315/63	/	1	9000	9000,00
	160	/	2	6500	13000,00
	200/160	/	2	8000	16000,00
Les Coudes	63/63	/	2	2000	4000,00
	63/75	/	1	2400	2400,00
	63/90	/	1	2800	2800,00
	75/90	/	1	3500	3500,00
Vanne en fonte	63	/	13	15000	195000,00
	75	/	2	18000	36000,00
	90	/	7	20000	140000,00
	110	/	2	25000	50000,00
	160	/	10	35000	350000,00
	200	/	2	40000	80000,00
	315	/	4	50000	200000,00
Croix	315/63	/	1	12000	12000,00
	315/200	/	1	13000	13000,00
	160/63	/	1	9000	9000,00
Ouvrage de stockage	Réalisation d'un réservoir semi-enterré de 1500m3	**m3**	1	/	23000000
				Somme	48657179,76
				T.V.A 17%	8271720,56
				Coût Total	56928900,32

Donc le cout total du projet est environ de : **56 928 900,32 DA.**

Cinquante-six millions neuf cent vingt-huit mille neuf cents dinars algérien.

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons établi une liste complète des activités requises pour assurer la progression efficace et la supervision de l'exécution du projet sur le terrain.

Dans la première section, nous avons sélectionné les équipements les mieux adaptés aux différentes phases du projet. Lors de la pose des canalisations, une attention particulière doit être portée à la qualité des tuyaux et des raccords, afin de garantir les performances requises et de prolonger la durée de vie du système.

La deuxième partie du chapitre est consacrée à la planification des travaux nécessaires, à l'établissement d'un devis estimatif et à la quantification des tâches. La surveillance de la mise en œuvre du projet est essentielle pour garantir une réalisation dans les délais les plus brefs possibles.

Chapitre VIII :
Protection et sécurité de travail

Introduction :

Les accidents de travail et les problèmes qui en résultent jouent un rôle significatif à la fois sur le plan financier, dans la production, et sur le plan humain. Chaque accident engendre des souffrances pour la personne accidentée, et de nombreux accidents plongent également la famille de la victime dans l'angoisse, en particulier lorsqu'ils entraînent des décès ou des incapacités permanentes.

Pour cette raison, plusieurs dispositifs, consignes et règlements de sécurité ont été mis en place. Cependant, même si la mise en œuvre stricte de mesures préventives est essentielle, elle ne suffit pas à elle seule. Il est tout aussi crucial d'inculquer à tout le personnel un état d'esprit axé sur la sécurité, ce qui leur permettra d'anticiper et d'agir de manière véritablement efficace en matière de sécurité.

VIII.1 Cause des accidents de travail :

Il existe deux facteurs qui contribuent aux accidents de travail causés par des conditions et des actions dangereuses :

VIII.1.1 Facteurs humain :

- Absence de surveillance et négligence ;
- Fatigue ressentie par les travailleurs, les agents de supervision et les responsables ;
- Obstruction rencontrée dans les différentes étapes de la réalisation des travaux ;
- Erreurs de jugement ou de réflexion ;
- Adhésion à un rythme de travail peu approprié.

VIII.1.2 Facteurs matériel :

- Instrumentation, appareils et machines de travail ;
- Les matériaux utilisés ;
- La difficulté rencontrée pendant le travail ;
- Les installations électriques et mécaniques.

Le risque d'un accident survient à chaque étape de la réalisation d'un projet d'alimentation en eau potable, que ce soit lors des travaux de terrassement, de bétonnage, d'installations électriques ou après la conclusion du projet (entretien des pompes, des installations, etc.).

VIII.1.3 Liste des conditions dangereuses :

- Installations qui ne sont pas protégées
- Installations qui manquent de protection.
- Les outils, les appareils et les machines sont en mauvais état.
- Il n'y a pas de protection individuelle.
- Problèmes de conception et de construction.
- Matériaux inappropriés
- Enregistrement irrationnel
- Les lieux sont mal disposés.
- Les éclairages sont défectueux.
- Éléments d'atmosphère inappropriés.
- Conditions météorologiques difficiles.

VIII.1.4 Liste des actions dangereuses :

- Interagir avec prudence avec des machines en mouvement.
- Interagir avec prudence avec des installations sous pression ou sous tension.
- Agir sans être prévenu ou autorisé.
- Neutraliser les mesures de sécurité.
- Ne pas porter de protection individuelle.
- Mal utiliser un outillage ou un engin.
- Adopter une position incertaine
- Travailler à une altitude inadaptée
- Avoir un horaire de travail inadéquat.
- Se plaindre ou se disputer.

VIII.2 Mesures préventives pour éviter les causes des accidents :

VIII.2.1 Prévention technique :

VIII.2.1.1 Protection individuelle :

Les mesures de protection individuelle sont moins fiables que les dispositifs de protection collective et devraient être utilisées uniquement en cas d'impossibilité de mettre en place ces derniers.

La protection individuelle demeure souvent essentielle, même si elle n'est pas toujours respectée par les travailleurs ou mise à disposition par l'employeur.

- Combinaisons étanches ou spécialisées pour les risques particuliers (casques de protection contre les objets tombants),
- Protection des mains : utilisez des gants, des crèmes protectrices et des produits de nettoyage spécifiques non dangereux.
- Chaussures de protection (avec une semelle épaisse et antidérapante et une coquille métallique pour protéger les orteils).
- Lunettes de protection contre les rayons UV, la chaleur et la projection de débris
- Les protections auditives comprennent des casques anti-bruit et des bouchons d'oreille.
- Masques et cagoules pour protéger contre les poussières ou les gaz.



Figure VIII. 1: Equipement de protection individuelle

- Ces éléments doivent être :
- Fournis sans frais.
- Adaptés aux dangers à éviter et aux tâches à accomplir.
- Employés selon leurs spécifications.
- Régulièrement contrôlés et maintenus.
- Remplacés après leur date d'expiration ou en cas de dommages.
- Destinés à un usage individuel.
- Avec une certification de conformité (Marquage CE).

- Avec une notice d'instructions et un certificat de conformité inclus.

VIII.2.1.2 Protection collective :

Un équipement de protection est un dispositif, un mécanisme, un appareil ou une installation qui, grâce à sa conception (structure et matériaux utilisés), est capable de garantir efficacement la sécurité des travailleurs en les préservant de un ou plusieurs risques professionnels, et de réduire ainsi les éventuelles conséquences de ces risques. Cet équipement peut être intégré aux équipements de production ou ajouté aux postes de travail. S'il garantit à la fois la sécurité du travailleur affecté au poste et celle des autres personnes à proximité, il est qualifié d'équipement de protection collective. Les équipements de protection collective sont préférables car ils offrent une protection globale à l'ensemble des travailleurs.

Les méthodes de protection collective sont régies par quatre principes :

- La protection par distance (balisage, déviation...).
- La protection contre les obstacles tels que les rampes de sécurité...
- La protection par la réduction des bruits (insonorisation du lieu, rangement de la pièce usinée, aspiration de poussière, ventilation...).
- Lors d'interventions, la protection par consignation d'une fonction dangereuse est assurée.

VIII.2.1.3 Exemples de protection collective en fonction de la nature des risques :

- La mise en place de garde-corps est nécessaire pour les chutes de hauteur.
- Utilisez des revêtements de sol antidérapants pour réduire le risque de chute sur un sol glissant,
- Emballage des machines avec des matériaux appropriés pour réduire le bruit,
- pour le risque d'exposition aux poussières, le captage et la ventilation.

VIII.2.1.4 Les moyens possibles de protection collective :

- L'utilisation de couleurs de sécurité (rouge, orange, vert) et l'isolement des zones dangereuses (barrières, écrans, cartons) doivent être évidentes et connues de tous.
- Contrôle et entretien réguliers des systèmes de sécurité

- Amélioration des procédures de travail : étiquetage des produits, travail en vase clos, aspiration des vapeurs et des poussières, remplacement techniquement possible d'un produit dangereux par un autre.
- Entretien des machines.
- Contrôle et certification de la conformité des machines.
- Optimisation des conditions de travail (y compris l'éclairage, la gestion du bruit, la réduction de la poussière et le contrôle de la température ambiante).
- Mise en place de réglementations exigeant que les fabricants, importateurs et vendeurs fournissent à l'entreprise des informations complètes sur les nouveaux produits.
- Affichage des consignes de sécurité de l'entreprise et de son règlement intérieur.
- Promotion de l'éducation en matière de santé et de l'adoption de pratiques d'hygiène pour la prévention, notamment l'interdiction de consommer de la nourriture, des boissons et de fumer sur le lieu de travail, ainsi que la mise en œuvre de strictes mesures d'hygiène telles que le lavage des mains et l'utilisation de douches.

VIII.2.2 Prévention médicale :

VIII.2.2.1 Examen clinique, éventuels examens complémentaires :

Lors des visites d'embauche et des visites régulières, le médecin du travail doit se concentrer sur la détection des contre-indications médicales pour certains postes, telles que :

- Postes dangereux qui présentent un risque pour le salarié conformément à des lois spécifiques
- Postes de sécurité qui présentent un risque pour le travailleur ou les autres membres du personnel, recherche d'épilepsie, de diabète, de problèmes cardiaques, de tests psychotechniques...

Il est impératif que le médecin du travail n'autorise en aucune circonstance un risque sérieux pour la santé du travailleur ou pour celle de son environnement.

Elle porte :

- Sur les risques potentiels et les mesures de sécurité à prendre. Cette information doit être renouvelée à chaque visite médicale ou visite au travail avant la prise de poste.
- Les résultats des analyses biologiques de surveillance pendant l'exposition à des risques spécifiques tels que le plomb, le benzène et les rayonnements ionisants. De

plus, les employés doivent être informés des mesures de prévention et des contrôles effectués au travail.

VIII.2.2.2 Prévention pour les conducteurs d'engin :

- L'instruction d'utilisation de l'engin doit être lue attentivement.
- Déterminer l'ordre des opérations en respectant les plans et cahiers des charges.
- Contrôlez la machine à la fois avant et après le démarrage.
- Adapter l'équilibre de l'engin et la tâche (creuser, saisir, lever, pousser, charger).
- Déblayer le sol.
- Niveler selon les circonstances dans toutes les dimensions (cotes) spécifiées.
- Créer des tranchées en fonction des indicateurs topographiques.
- Remblayer à la surface ou en profondeur.
- Réaliser un talus en fonction des mesures.
- Créez une fiche technique d'intervention.
- Prend des mesures de sécurité pour protéger les individus et les groupes.
- Garantir la maintenance de premier niveau du matériel et des outils.
- Informez le supérieur des défauts.

Conclusion :

Ce chapitre traite de la sécurité au travail. Cette partie vise à garantir les meilleures conditions de travail et la maîtrise des moyens de protection au chantier. Il est crucial de comprendre les causes des accidents ainsi que les comportements dangereux afin de les éviter car ils peuvent causer des dommages ou des handicaps à la vie d'une personne.

Conclusion générale

Notre étude menée sur le réseau d'alimentation en eau potable du POS°02 commune KSAR CHELLALA (W.Tiaret). Nous avons permis de dimensionner et de proposer des solutions techniques,en prenant en compte des besoins futures à l'horizon 2053 et à la base d'un taux d'accroissement de la population de 2.47%.

D'après l'analyse de la consommation, nous avons détecté un surplus remarquable d'où on n'a pas besoin de mobiliser une autre ressource d'eau, avec un débit maximal de 4711,04 m^3/j et minimal de 3140,70 m^3/j à l'horizon de calcule.

L'augmentation de la population a exigé d'avoir ajouté un réservoir semi-enterré avec une capacité de 1500 m^3.

Nous avons utilisé un logiciel de simulation hydraulique du réseau appelé EPANET, pour dimensionné notre réseau de distribution :

- Toutes les conduites sont en PEHD
- Les diamètres varient entre 63 mm à 400 mm
- Les pressions varient entre 17 m.c.e à 47 m.c.e
- Les vitesses varient entre 0.34 m/s à 1.79 m/s

Pour réaliser le dimensionnement du réseau de distribution d'eau potable de la population du POS°02, nous estimons un coût de **56 928 900,32 DA** et une réalisation de 3 mois et 06 jours.

Enfin, nous devons assurer la pérennité du projet. Ce que nous voulons souligner, c'est que les gestionnaires et les opérateurs doivent faire attention à la maintenance et à l'entretien, et espérer ces travaux pourront apporter plus de bénéfices à la réalisation de projets de terrain.

Bibliographie

- SALAH, B. Polycopies de comportement mécaniques des conduites enterrées. Edition 1994. ENSH Blida.
- SALAH, B. Polycopies d'alimentation en eau potable. Edition 2014, ENSH Blida.
- AMMARI A : Cours De L'hydraulique générale de 3eme année.
- Mr KAHLERRAS, D: Cours De Protection et Sécurité Du Travail(ENSH) de 4eme année.
- ABRAMOV. Ouvrage d'AEP. Edition 1982.
- IVANOV, E. Organisation et la construction d'un système du projet de distribution de l'eau. Edition 1985. Paris.
- Sylvain Guilsou Modélisation sur le logiciel EPANET du réseau d'eau potable de la commune d'Urrugne (064)-France, Juin 2007, p.19-24.
- Meunier, Maurice. Les Coups de bélier et la protection des réseaux d'eau sous pression. Ecole nationale du génie rural, des eaux et des forêts, 1980.
- Mémoires de fin d'études :
    - HAMZAOUI Adel. Mémoire de fin d'étude de étude du reseau d'alimentation en eau potable du POS°14 de la commune d'EL IDRISSIA (W.Djelfa) , ENSH 2020.
    - AMARA Nail. Mémoire de fin d'étude de Conception du réseau d'alimentation en eau potable du POS N°10 Boukadir (W.Chlef) , ENSH 2020.
    - LEGHIMA et RABAHI. Mémoire de fin d'étude Adduction de la daïra de SIDI AICH à partir du piquage sur la conduite de transfert TICHIHAF (W.Bejaïa) , Université de tizi ouzou 2021.
    - FANIT et REKROUK. Mémoire de fin d'étude de L'alimentation en eau potable de la commune AMIRA ARRES (W.MILA) , Université jijel 2018.
    - RAHMANI. Mémoire de fin d'étude de Étude de diagnostic du réseau de distribution en eau potable de la ville d'AFIR (W.tizi ouzou) , ENP 2009.

ANNEXES

Annexe 1 : Répartition des débits horaires en fonction du nombre d'habitants

Heures (h)	Nombre d'habitants				
	Moins de 10000	10 001à 50 000	50001 à 100000	Plus de 100000	**Agglomération de type rurale**
0-1	01	1.5	03	3.35	**0.75**
1-2	01	1.5	3.2	3.25	**0.75**
2-3	01	1.5	2.5	3.3	**01**
3-4	01	1.5	2.6	3.2	**01**
4-5	02	2.5	3.5	3.25	**03**
5-6	03	3.5	4.1	3.4	**5.5**
6-7	05	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	4.6	5.05	**3.5**
10-11	4.5	6.25	4.8	4.85	**06**
11-12	5.5	6.25	4.7	4.6	**8.5**
12-13	07	05	4.4	4.6	**8.5**
13-14	07	05	4.1	4.55	**06**
14-15	5.5	5.5	4.2	4.75	**05**
15-16	4.5	06	4.4	4.7	**05**
16-17	05	06	4.3	4.65	**3.5**
17-18	6.5	5.5	4.1	4.35	**3.5**
18-19	6.5	05	4.5	4.4	**06**
19-20	5.0	4.5	4.5	4.3	**06**
20-21	4.5	04	4.5	4.3	**06**
21-22	03	03	4.8	3.75	**03**
22-23	02	02	4.6	3.75	**02**
23-24	**01**	**1.5**	**3.3**	**3.7**	**01**

Source : SALAH, B. livre d'alimentation en eau potable, Edition 2014. ENSH Blida

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

Gamme de diamètre PEHD et poids

Choisir le SDR ou la PN pour afficher la gamme de DN avec les épaisseurs et poids associés pour un tube PEHD

Matière:	PE100
SDR:	11
PN:	16

Résultats

DN	Epaisseur (mm)	Poids (kg/m)
20	3.00	0.170
25	3.00	0.210
32	3.00	0.279
40	3.70	0.431
50	4.60	0.670
63	5.80	1.06
75	6.80	1.48
90	8.20	2.15
110	10.0	3.19
125	11.4	4.13
140	12.7	5.15
160	14.6	6.75
180	16.4	8.55
200	18.2	10.6
225	20.5	13.3
250	22.7	16.4
280	25.4	20.6
315	28.6	26.0
355	32.2	33.0
400	36.3	42.0

Source : https://elydan.eu/calculateurs/gamme-de-diametre-pehd-et-poids/