

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Mémoire de Master

Présenté à l'Université 8 Mai 1945 de Guelma

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de : Génie Civil & Hydraulique

Spécialité : Hydraulique

Option : Hydraulique urbaine

Présenté par : BOUREGHDA FATIMA

**Thème : CONCEPTION ET CALCUL DU SYSTEME
D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DU VILLAGE
SALAH SOUFI**

Sous la direction de : Dr. BENZANNACHE Naziha

Jun 2023



Remerciements

Au nom de Dieu le miséricordieux, le tout puissant louange à ALLAH, lui seul dont nous implorons secours, grâce à son aide, ce travail a été mené à terme.

Je tiens à remercier sincèrement Dr Benzannache. N, qui, en tant que directrice de mémoire, s'est toujours montrée à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'elle a bien voulu me consacrer et sans qui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

Un remerciement tout particulier à mes chers parents pour leurs sacrifices, leurs contributions, leurs soutiens et leurs patiences.

Mes remerciements s'adressent à l'équipe du Ministère d'hydraulique: Mr Benbrika, Mr Bennari, Mme Hadjer et Mme Farida et Mme Nabila.

Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à tous mes enseignants du département de Génie -Civile et hydraulique.



Dédicaces

Je dédie ce travail...

À ma famille qui m'a doté d'une éducation digne, son amour a fait de moi ce que je suis Aujourd'hui : particulièrement mes chers parents. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

À vous mes frères (Yamin, Hassan, Abdou, Yousef) et ma sœur (Souad) qui m'ont toujours soutenu et encouragé afin d'accomplir ce modeste travail.

À mes cousins, mes cousines, mes oncles et tantes. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère.

À mes amis et collègues : Ines, Rawya, Aya, Saaida, Aïssa, Hichem, Hani&Mouaiz,..il me serait difficile de vous citer tous, vous êtes dans mon cœur, affectueusement.

ملخص

تكون أطروحة نهاية الدراسة هذه من تصميم وحساب نظام امداد مياه الشرب لبلدية صالح سوفي بولاية قالمة تم وضع تقدير الاحتياجات المائية على اسا البيانات التي تم جمعها مسبقا تم تحديد ابعاد و فحص العناصر المختلفة لهذا النظام من اجل الاستجابة النوعية و الكمية للاحتياجات المتزايدة للسكان

الكلمات المفتاحية: العرض، النقل، التوزيع، فقدان، الضغط

Résumé :

Ce mémoire de fin d'étude consiste en la conception et le calcul d'un système d'alimentation en eau potable de la commune de Salah soufi wilaya de Guelma. Une estimation des besoins en eau a été élaborée sur la base des données récoltées préalablement. Les différents éléments de ce système ont été dimensionnés et vérifiés afin de répondre qualitativement et quantitativement aux besoins croissants de la population.

Les mots clés : alimentation, adduction, distribution, pression pertes de charge.

Abstract:

This end-of-study dissertation consists of the design and calculation of a drinking water supply system for the commune of Salah Sufi wilaya of Guelma. An estimate of water needs was developed on the basis of data collected beforehand. The different elements of this system have been dimensioned and checked in order to respond qualitatively and quantitatively to the growing needs of the population.

Key words: supply, conveyance, distribution, pressure loss.

Sommaire

Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction Générale.....	1

Chapitre I:Estimation Des Besoins En Eau

I.1. Introduction :.....	3
I.2. Présentation générale de la zone de SalahSoufi :.....	3
I.2.1. Situation géographique :	3
I.2.2. Topographie :	3
I.2.3.La Climatologie :	3
I.3. Estimation des besoins en eau potable :.....	4
I.3.1. Population actuel :.....	4
I.3.2. Estimation la population future :.....	4
I.3.3. Les besoins domestiques :.....	5
I.3.4. Usage public :	6
I.3.4.1. Les pertes d'eau :	6
I.3.5. Etude des variations des débits :	7
I.3.5.1. Débit maximal journalier :	7
I.3.6. Variation de la consommation maximale horaire :	7
I.4. Conclusion :	8

Chapitre II:Adduction des eaux

II.1.Introduction :	9
II.2.Type d'adduction :	9

II.2.1. Adduction gravitaire	9
II.2.2. Adduction par refoulement :.....	9
II.2.3. Adduction mixte :	10
II.2.4. Adduction sans charge :.....	10
II.3. Choix du tracé :.....	11
II.4.Choix du matériau de la conduite :.....	11
II.5. Les équipements du système d'adduction :	12
II.6.Dépôts dans l'adduction :	12
II.6.1. Condition limite de la vitesse :	13
II.7. Calcul hydraulique :.....	13
II.7.2. Cas de refoulement :	13
II.7.1. Cas gravitaire :.....	14
II.8.Calcul du diamètre économique :	14
II.9.Conclusion :	15

Chapitre III: Réservoirs

III.1.Introduction :.....	16
III.2. Le rôle du réservoir :	16
III.3.Caractéristiques du réservoir :.....	16
III.4. Type de réservoirs :	17
III.4.1. Les réservoirs au sol :.....	17
III.4.2. Les réservoirs surélevés (château d'eau):.....	17
III.5.Emplacement des réservoirs :.....	18
III.6. Matériaux et type de construction des réservoirs :.....	18
III.6.1. Classification des réservoirs :.....	18
III.6.1.1. Leur position par rapport au sol :	18
III.6.1.2. Leur forme :.....	19
III.6.1.3. Leur mode de fermeture :.....	19

III.6.1.4. Selon l'usage :	19
III.6.1.5. Leur matériaux de construction :	19
III.6.1.6. Selon la complexité de la construction :	19
III.7. Qualité de l'eau dans les réservoirs :	19
III.8. Equipements hydrauliques des réservoirs :	20
III.8.1. Conduite d'arrivée :	20
III.8.2. Conduite de départ ou de distribution :	20
III.8.3. Conduite de trop-plein :	21
III.8.4. Conduite de décharge ou de vidange :	21
III.8.5. Conduite by-pass :	22
III.8.6. Système de matérialisation d'incendie :	22
III.8.6.1. Système à deux prises :	22
III.8.6.2. Système à siphon :	22
III.9. Alimentation des réservoirs :	23
III.9.1. Réservoirs alimentés gravitairement :	23
III.9.2 Réservoirs alimentés pas refoulement :	23
III.10. Capacité du réservoir :	23
III.11. Détermination des dimensions du réservoir :	26
III.11.1. Diamètre du réservoir :	26
III.11.2. Détermination de la hauteur de la réserve d'incendie :	26
III.12. Conclusion :	26

Chapitre IV: Protection des conduites

IV.1. Introduction :	27
IV.2. Définition et origines des coups de bélier :	27
IV.3. Moyens de protection contre le coup de bélier :	27
IV.3.1. Volant d'inertie :	28
IV.3.2. Soupapes de décharge :	28

IV.3.3. Les ventouses :	29
IV.3.4. Soupapes d'admission et de purge d'air :	29
IV.3.5. Cheminée d'équilibre :	29
IV.4. Etude du coup de bélier :	30
IV.4.1 La valeur du coup de bélier :	30
IV.5. Principe :	31
IV.6. Méthode de résolution :	31
IV.7. Principe de calcul du réservoir d'air :	31
IV.8. Calculs hydrauliques :	32
IV.8.1. Calcul de la dépression et la surpression :	32
IV.9. Conclusion :	33

Chapitre V: Distribution des eaux

V.1. Introduction :	34
V.2. Classification des réseaux de distribution :	34
V.2.1. Réseau ramifié :	34
V.2.2. Réseau maillé :	35
V.2.3. Réseau étagé :	35
V.2.4. Réseau combiné :	35
V.3. Equipement du réseau de distribution :	36
V.3.1. Appareils et accessoires du réseau :	36
V.3.1.1. Les canalisations :	36
V.3.1.2. Robinets vannes :	36
V.3.1.3. Bouches ou poteau d'incendie :	36
V.3.1.4. Clapets :	37
V.3.1.5. Robinets de vidange :	37
V.3.1.6. Ventouses :	37
V.3.2. Pièces spéciales de raccord :	37

V.3.2.1.Les Tés :	37
V.3.2.2.Les coudes :	37
V.3.2.3. Les cônes de réduction :	37
V.3.2.4.Les bouts d'extrémités :	37
V.4.Choix du type de matériau :	37
V.5.Conception d'un réseau :	38
V.6.Choix du type de réseau :	38
V.7.Calcul hydraulique du réseau de distribution :	38
V.7.1.Hypothèses de calcul:	38
V.7.1.1.Débit :	38
V.7.2.Les vitesses :	39
V.7.3.Les pressions :	39
V.7.2. Calcul des débits :	39
V.7.2.1. Calcul des débits de pointe :	39
V.7.2.2.Calcul des débits spécifiques :	39
V.7.2.3. Le débit en route :	39
V.7.2.4.Calcul des débits aux nœuds :	40
V.7.3.Calcul du réseau :	40
V.8. Calcul des réseaux maillés par le logiciel EPANET :	44
V.8.1.Présentation du logiciel :	44
V.8.2. Les étapes d'utilisation du logiciel EPANET :	44
V.8.3. Modélisation du réseau :	44
V.9.Conclusion :	52
Conclusion générale	53
Références bibliographiques	54

Liste des figures

Chapitre I: Estimation Des Besoins En Eau

- Figure I. 1:** Situation du village SalahSoufi par rapport la commune de Belkhier 3
Figure I. 2: Diagramme des températures 4

Chapitre II: Adduction des eaux

- Figure II. 1:** Adduction gravitaire 9
Figure II. 2: Adduction par refoulement 10
Figure II. 3: Adduction mixte 10
Figure II. 4: Profil piézométrique de la conduite d'adduction gravitaire 15

Chapitre III: Réservoirs

- Figure III. 1:** Réservoirs semi-enterré 17
Figure III. 2: Réservoirs surélevé (château d'eau) 18
Figure III. 3: Conduite d'arrivée 20
Figure III. 4: Conduite de distribution 21
Figure III. 5 : conduite de vidange et trop plein 21

Chapitre IV: Protection des conduites

- Figure IV. 1:** Soupape de sureté, anti-bélier 28
Figure IV. 2: Principe de la disposition d'un réservoir d'air 29
Figure IV. 3: Vue en plan d'une cheminée d'équilibre 30

Chapitre V: Distribution des eaux

- Figure V. 1:** schéma du réseau ramifié 35
Figure V. 2: schéma du réseumaillé 35
Figure V. 3: schéma du réseaumixte 36
Figure V. 4: Schéma du réseau 47
Figure V. 5: Schéma des pressions 48
Figure V. 6: Schéma des vitesses 51

Liste des tableaux

Chapitre I:Estimation Des Besoins En Eau

Tableau I. 1 : besoins domestique.....	5
Tableau I. 2: Besoins scolaires	6
Tableau I. 3: Besoins administratifs	6
Tableau I. 4: Valeurs de β_{max} en fonction du nombre de population.....	8

Chapitre II:Adduction des eaux

Tableau II. 1. Des résultats des diamètres :	15
---	----

Chapitre III: Réservoirs

Tableau III. 1: Calcul de la réserve d'équilibre.....	24
--	----

Chapitre IV:Protection des conduites

Tableau IV. 1: Valeurs des caractéristiques de la conduite d'adduction.....	32
Tableau IV. 2: les différentes valeurs de K en fonction du matériau.	32

Chapitre V:Distribution des eaux

Tableau V. 1 Calculs préliminaires des débits.....	41
Tableau V. 2: Etat des nœuds des réseaux :	47
Tableau V. 3: Calculs des diamètres et vitesses et pertes de charges :	49

Liste des abréviations

P : Population à l'horizon de l'étude ;

P₀: Population actuelle ;

r : Taux d'accroissement démographique moyen ;

n: Nombre d'années séparant l'année d'étude et l'horizon d'étude.

D : Dotation journalière [l/j/h].

N_i : Nombre d'habitants

Q_{jmax}: Consommation maximale journalière [m³/j]

Q_{moyj}: Consommation moyenne journalière [m³/j]

D : Diamètre de la conduite en mètre

V : Vitesse d'écoulement en (m/s) ;

Q : Débit transitant dans la conduite en (m³/s) ;

DN : Diamètre normalisé de la conduite en (m).

L : Longueur de la conduite (m).

V_R: Volume de réservoir (m³).

V_{inc}: Volume de réserve d'incendie

Q_p : Débit de pointe (l/s).

Q_{inc} : Débit d'incendie ;

Q_r : Débit en route (l/s)

Q_{sp} : Débit spécifique en (l/s/ml) ;

L_i : Longueur de la conduite.

Q_{ni} : Débit au nœud "i".

ΣQ_{conc} : Somme des débits concentrés.

Introduction

Générale

Introduction Générale

L'eau est considérée comme la source de la vie. C'est un élément vital et le principal moyen de l'hygiène, mais cet or bleu est très mal géré dans les pays en voie de développement suite à diverses raisons.

Les responsables de la gestion de l'eau se trouvent confrontés à la nécessité de faire des prévisions d'évolution de la demande en eau. Il est clair que parmi les paramètres qui conditionnent la demande en eau, le contexte économique et social qui pèse de façon déterminante. Aussi la politique mise en place dans le secteur de l'eau. Dans les pays en voie de développement seule une fraction de la population dispose de l'accès au réseau de distribution public (Issa, 2008). Le développement de la demande en eau se fera par la mise en place d'une politique cohérente de développement de l'alimentation en eau. Elle doit tenir compte des contraintes de mobilisation des fonds nécessaires, du développement de l'efficacité technique des sociétés distributrices dans le respect des équilibres financiers, et de la capacité des usagers de payer l'eau.

L'accès durable aux ressources en eau est une préoccupation majeure qui concerne tous les pays du bassin méditerranéen. Le changement climatique et la croissance urbaine et démographique attendus dans la région risquent d'aggraver la situation de stress hydrique (GIEC, 2014). En Algérie, plusieurs facteurs peuvent expliquer la situation de stress hydrique : croissance démographique, évolution de la demande en eau, la pluviométrie... etc.

La bonne gestion d'un système d'alimentation en eau potable débute par un bon dimensionnement du réseau lui-même et par une gestion rigoureuse des différentes parties du projet. Dans ce contexte s'inscrit notre projet de fin d'études qui vise à étudier l'alimentation en eau potable du secteur de Salahsoufi (Wilaya de Guelma) sur un horizon projet de 30 ans.

Pour mener à bien ce projet, le mémoire sera présenté comme suit :

- De prime abord, nous donnons une présentation générale du site, ensuite nous procéderons à l'estimation de la population et des besoins en eau et cela dans le but d'établir un bilan des ressources disponibles et des besoins à satisfaire.
- Au deuxième chapitre, le dimensionnement de la conduite d'adduction sera effectué en calculant le diamètre optimal et le plus économique.

- Le troisième chapitre sera consacré au dimensionnement du réservoir de stockage assurant la quantité d'eau nécessaire à l'agglomération.
- Le quatrième chapitre est nécessaire pour vérifier le phénomène du coup de bélier afin de protéger la conduite d'adduction contre ce dernier.
- Le cinquième chapitre sera consacré au dimensionnement du réseau de distribution de la zone d'étude.

Chapitre I

Estimation Des

Besoins En Eau

I.1. Introduction :

Dans ce chapitre nous allons présenter une vue générale sur la zone d'étude SalahSoufi dans la commune de Belkheir. On va calculer les besoins en eau de chaque type de consommation de ce village ainsi que le débit moyen journalier, le débit maximal journalier et le débit horaire maximal.

I.2. Présentation générale de la zone de SalahSoufi :

I.2.1. Situation géographique :

Le village de Salah Soufi se trouve à l'Est de la commune de Belkheir .

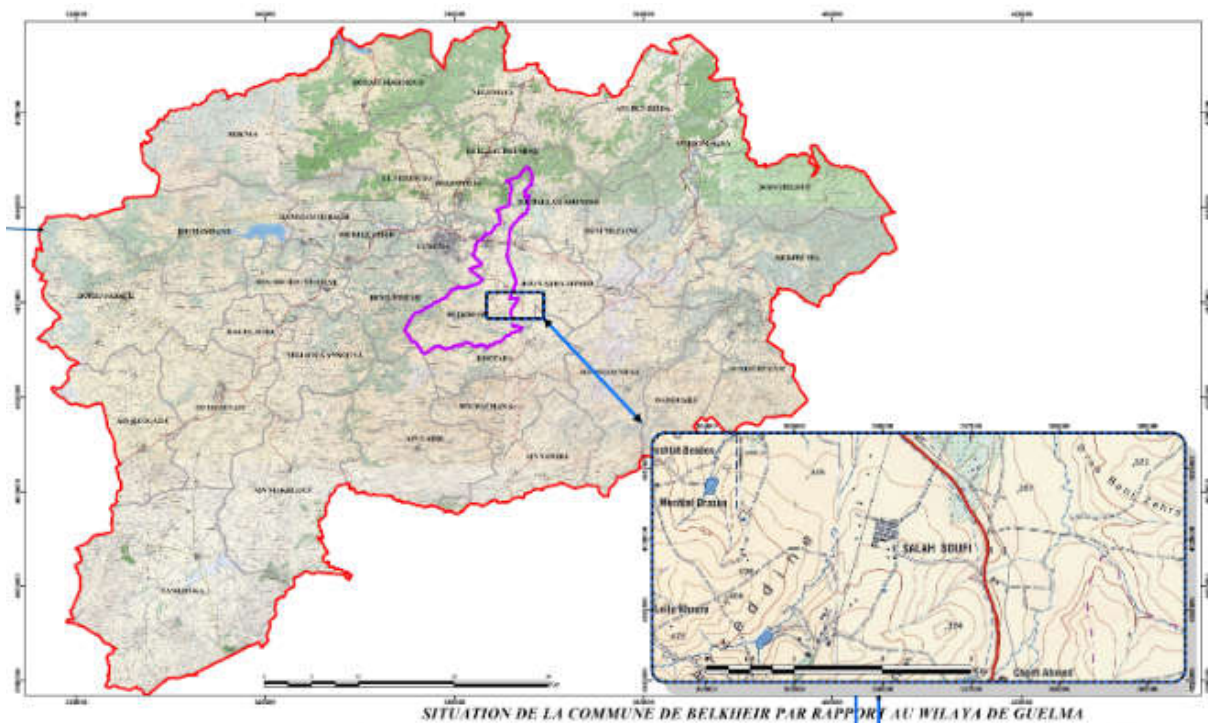


Figure I. 1: Situation du village SalahSoufi par rapport la commune de Belkheir

I.2.2. Topographie :

La région de Salah Soufi et ses alentours reposent sur un relief de pente faible de terrain qui ne dépasse pas les 5%.

I.2.3. La Climatologie :

Le climat de cette zone possède un climat tempéré méditerranéen à été chaud et sec. Sur l'année, la température moyenne Commune de Belkheir est de 18.5°C et les précipitations sont en moyenne de 560.1mm.



Figure I. 2: Diagramme des températures

I.3. Estimation des besoins en eau potable :

L'étude a pour objectif l'alimentation en eau potable de la région de Salah Soufi commune de Belkhier.

L'estimation des besoins en eau d'une agglomération nous exige de donner une norme fixée pour chaque catégorie de consommateur. Cette norme unitaire (dotation) est définie comme un rapport entre le débit journalier et l'unité de consommateur (agent, élève, lit,...etc.).

Cette estimation en eau dépend de plusieurs facteurs (de l'évolution de la population, des équipements sanitaires, du niveau de vie de la population,...etc.). Elle diffère aussi d'une période à une autre et d'une agglomération à une autre.

I.3.1. Population actuel :

La population du village Salah Soufi était de 2052 hab. en 2019 selon les données recueillies au niveau de l'A.P.C de Belkheir. Avec un taux de croissance de 3 %.

I.3.2. Estimation la population future :

En général pour calculer la population future on utilise la méthode de la croissance géométrique qui est donnée par la formule ci-dessous :

$$P = P_0 * (1 + \alpha)^n \quad (I.1)$$

Avec :

- P : population a l'horizon de l'étude ;
- P_0 : population actuelle ;
- α : taux d'accroissement démographique moyen ;
- n : nombre d'années séparant l'année d'étude et l'horizon d'étude ;

A l'horizon de 30 ans, on obtient :

$$P=2052(1+0.03)^3 \text{ soit } P=4981 \text{ habitants}$$

I.3.3. Les besoins domestiques :

L'estimation des besoins domestiques en eau potable dépend de l'accroissement démographique et de l'amélioration du niveau de vie. Pour répondre à toutes sortes de consommation, la dotation sera de 120 l/j/hab.

Les besoins domestiques journaliers de la zone concernée par l'étude, sont donnés par la relation suivante :

$$Q_j^{moy.} = N_i * D \quad (I.2)$$

Avec :

$Q_j^{moy.}$: la consommation moyenne journalière [m^3/j].

D : dotation journalière [l/j/h].

N_i : nombre d'habitants.

Tableau I. 1 : besoins domestique

Localité	Population 2049 (hab)	Dotation (l/j/hab)	Débit (m^3/j)
SALAH SOUFI	4981	120	597.72

I.3.4. Usage public :

Cet usage concerne un certain nombre d'activités telles que: les équipements collectifs notamment les écoles, les centres administratifs, les équipements commerciaux etc. [1]

Tableau I. 2: Besoins scolaires

Equipement	Nombre d'élèves	Dotation (l/j/élèves)	Débit (m ³ /j)
2 E. Primaire	800	10	8.00
1. CEM	400	10	4.00

Tableau I. 3: Besoins administratifs

Equipement	Nombre fidèles	Dotation (l/j/fidèle)	Débit (m ³ /j)
Mosquée	350	10	3.50

Les résultats de calcul des besoins en eau globaux (domestiques, publics) sont donnés dans le tableau récapitulatif ci-dessous :

Tableau I.4 : Les résultats de calcul des besoins en eau globaux.

Besoins domestiques (m ³ /j)	Besoins Scolaires (m ³ /j)	Besoins administratifs (m ³ /j)	ΣQ m ³ /j
597.72	12	3.50	613.22

Les besoins moyens journaliers totaux de la zone concernée par l'étude sont estimés à 613.22m³/j soit un débit de 7.00l/s.

I.3.4.1. Les pertes d'eau :

Les pertes d'eau dans un réseau d'alimentation en eau potable sont inévitables mais on essaye toutefois de les minimiser au maximum. Dans un réseau, les pertes d'eau sont situées à différents niveaux : la prise d'eau, la station de traitement, les stations de pompage, les

réservoirs, les réseaux d'adduction et de distribution, les vannes, les joints, les compteurs...etc. [2]

Le calcul des besoins en eau à fournir pour satisfaire la demande en eau des différents secteurs se fait comme suit : Considérer un taux de perte de 20% de la consommation ce qui nous donne une majoration de 1.2 du débit journalier on aura :

$$Q_{j.moy} = 1.2 * 613,22 = 735,86 \text{ m}^3/\text{j} = 8.51 \text{ l/s}$$

I.3.5. Etude des variations des débits :

I.3.5.1. Débit maximal journalier :

La consommation maximale journalière est la majoration de la consommation moyenne journalière par un coefficient k_j défini ci-dessous.

Coefficient d'irrégularité journalière K_j :

$$K_j = \frac{Q_{\text{max.j}}}{Q_{\text{moy.j}}} \quad (I.3)$$

Avec :

- $Q_{\text{max.j}}$: consommation maximale journalière [m^3/j].

- $Q_{\text{moy.j}}$: consommation moyenne journalière [m^3/j].

- K_j : coefficient d'irrégularité journalière compris entre (1,10 et 1,30).

Dans notre cas on prendra $K_j = 1.3$

$$Q_{j.max} = K_{j.max} * Q_{j.moy} \quad (I.4)$$

$$= 1.3 * 735,86 = 956,61 \text{ m}^3/\text{j} = 11,06 \text{ l/s}$$

I.3.6. Variation de la consommation maximale horaire :

Détermination de la consommation maximale horaire :

$$Q_h^{max} = K_{hmax} * Q_j^{max} \quad (I.5)$$

K_{hmax} : coefficient d'irrégularité horaire maximal

Le débit maximum horaire correspond au coefficient maximum horaire, ce dernier peut Être décomposé en deux autres coefficients qui dépendent des caractéristiques de

L'agglomération, à savoir α_{max} et β_{max} .

Tel que :

$$Kh.max = \alpha_{max} \times \beta_{max} \quad (I.6)$$

Avec :

- α_{max} : coefficient dépendant du niveau de confort et des équipements sanitaires de la population. α_{max} varie entre (1,20 et 1,40). Dans notre cas on prendra $\alpha_{max} = 1,30$.

- β_{max} est un coefficient qui dépend du nombre de population.

Tableau I. 4: Valeurs de β_{max} en fonction du nombre de population

Nbr hab.	1000	2500	6000	10000	20000	50000	100000	300000	1000000
Coef β_{max}	2.00	1.60	1.40	1.30	1.20	1.15	1.10	1.03	1.00

La population pour l'horizon 2049 est estimée à 4981 habitants, on prendra $\beta_{max} = 1.50$.

D'où: $Kh = 1.30 \times 1.50 = 1.95$.

Donc: $Q_{max h} = 1.95 * 11,06 = 21,57$ l/s.

Remarque : Le dimensionnement de la conduite d'adduction, du réservoir sera fait avec le débit maximal journalier ($Q_j^{max}=956,61$ m³/j soit 11.06 l/s), par contre le dimensionnement du réseau de distribution sera fait avec le débit de pointe horaire ($Q_h^{max}=21.57$ l/s).

I.4. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons estimé les différents besoins en eau potable de la zone d'étude, nous avons trouvé un débit de 21.57 l/s pour les besoins futurs avec lequel sera dimensionnée la conduite d'adduction dans le chapitre suivant.

Chapitre II

Adduction des eaux

II.1.Introduction :

L'adduction d'eau regroupe les techniques qui permettent d'amener l'eau depuis sa source à travers un réseau de conduites ou d'ouvrages architecturaux (aqueduc) vers les lieux de consommation.

Ce chapitre a pour but le dimensionnement des conduites et la détermination du type de matériaux propices, qui servent à transporter l'eau vers le secteur concerné.

II.2.Type d'adduction :

II.2.1. Adduction gravitaire

C'est une adduction où l'écoulement se fait gravitairement. On rencontre ce type d'adduction dans le cas où la source se situe à une côte supérieure à la côte piézométrique de l'ouvrage d'arrivée. [3]

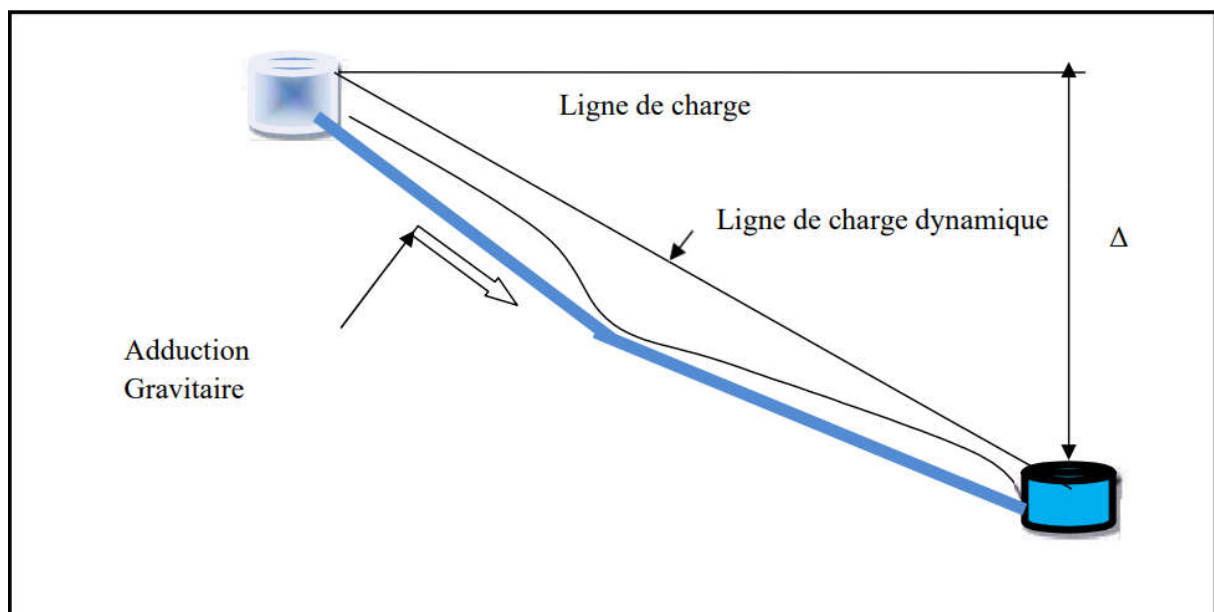


Figure II. 1: Adduction gravitaire

II.2.2. Adduction par refoulement :

Dans une adduction par refoulement, le captage se situe à un niveau inférieur à celui du réservoir d'accumulation. Les eaux de captage sont relevées par une station de pompage dans une conduite de refoulement. [4]

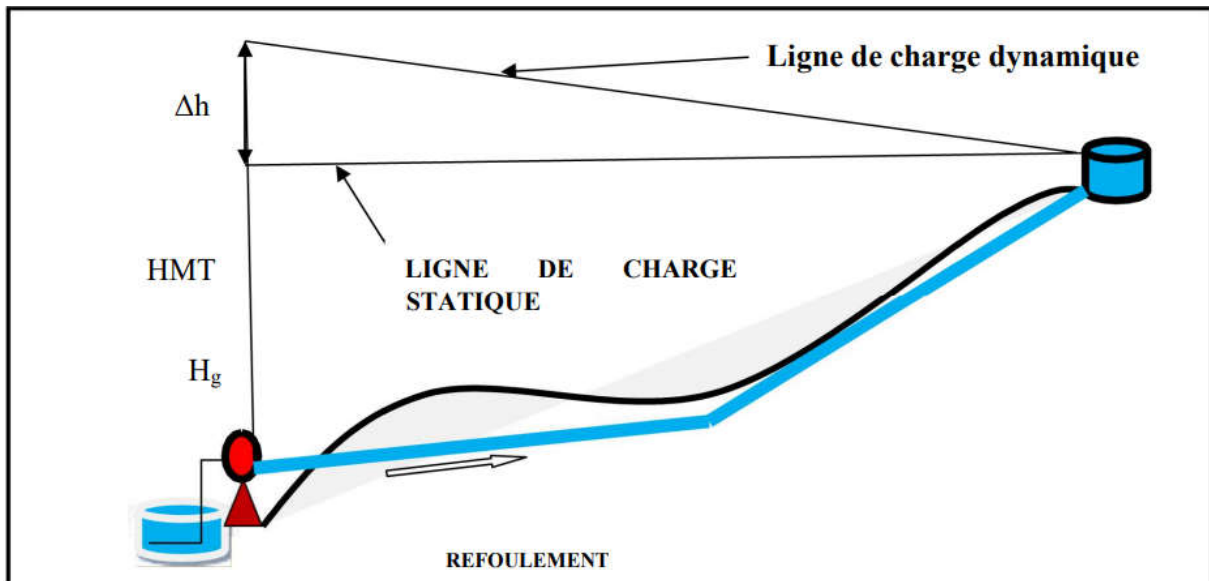


Figure II. 2: Adduction par refoulement

II.2.3. Adduction mixte :

C'est une adduction où la conduite par refoulement se transforme en conduite gravitaire ou l'inverse. Le relais entre les deux types de conduite est assuré par un réservoir appelé réservoir tampon. [4]

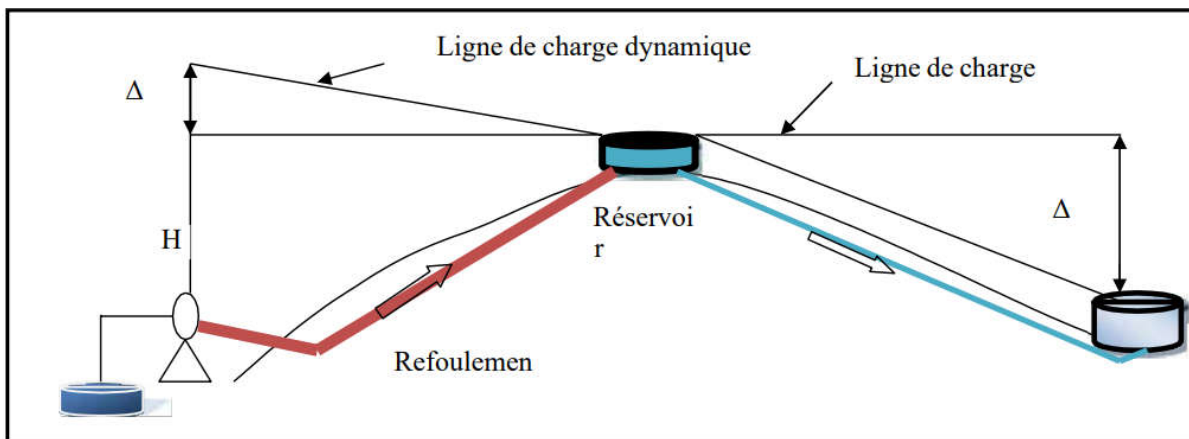


Figure II. 3: Adduction mixte

II.2.4. Adduction sans charge :

C'est la méthode de transport à pression atmosphérique, son choix est déterminé selon :

- Une topographie permettant un écoulement gravitaire.
- Une hauteur de chute hydraulique suffisamment faible, pour permettre de garder l'écoulement fluvial. [3]

II.3. Choix du tracé :

Le choix du tracé est une étape très importante et peut influencer l'ouvrage sur les deux plans économique et technique c'est une procédure délicate, car il faudra prendre certaines précautions et respecter certaines conditions, qui sont les suivantes :

- Il est important de chercher un profil en long aussi régulier que possible, pour éliminer les contres pentes ;
- En raison d'économie, le tracé doit être le plus court possible ;
- Éviter les traversées d'oueds, les zones marécageuses, les routes, les voies ferrées autant que possible ;
- Le tracé en plan tient compte de la réalisation du profil en long idéal, avec des coudes largement ouverts afin d'éviter les butées importantes ;
- Pour les conduites de longueur importante, il sera bon de prévoir quelques robinets ou vannes de sectionnement en vue de faciliter d'éventuelle réparation ;
- Le tracé se fera de préférence le long des routes ou des voies publiques pour faciliter la pose de canalisations et leur exploitation et permettre un accès rapide pour l'entretien et la réparation, il doit aussi éviter de traverser les propriétés privées [5].

II.4. Choix du matériau de la conduite :

Le choix du matériau des conduites enterrées pour le transport du fluide dépend aussi bien de leur faisabilité technique qu'économique.

➤ Sur le plan technique :

Cette faisabilité dépend de plusieurs exigences telles que :

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

➤ Sur le plan économique :

Cette faisabilité dépend essentiellement :

- Du prix de la fourniture et du transport ;
- De leur disponibilité sur le marché local (de préférence)

II.5. Les équipements du système d'adduction :

Les accessoires qui devront être utilisés pour l'équipement du réseau d'adduction sont les suivants :

- Les vannes de sectionnement ;
- Les robinets vannes à opercule ;
- Les vannes à papillon ;
- La vidange ;
- Les ventouses ;
- Les clapets anti-retour ;
- Crépine. [4]

II.6. Dépôts dans l'adduction :

L'eau captée peut être chargée en limons, sable, le cas de sources à débit variant fortement. On constate une sédimentation de ces matériaux solide au niveau des points bas de la conduite. Pour prévenir l'apparition de problème dans le futur, surtout dans le cas d'adduction longue, trois précautions s'imposent :

- Prévoir un décanteur dessaleurs en tête d'ouvrage ;
- Dimensionner correctement l'adduction en respectant une vitesse de l'eau supérieur à 0,5 m/s ;
- Equiper la conduite d'adduction par plusieurs vannes de vidange au niveau des points Plus bas du profil.

Régulièrement les vidanges seront ouvertes de manière à éliminer les dépôts solides.

II.6.1. Condition limite de la vitesse :

Dans l'objectif d'éviter la cavitation dans les conduites et d'assurer une meilleure sécurité de fonctionnement du réseau, la vitesse d'écoulement sera limitée à 1,5 m/s. Afin d'éviter les phénomènes de dépôt et d'assurer un auto-curage continu des conduites, la vitesse minimale d'écoulement doit être supérieure ou égale à 0,5 m/s. Donc pour le choix de diamètre, il faut vérifier les conditions limite de la vitesse.

II.7. Calcul hydraulique :

II.7.2. Cas de refoulement :

Du point de vue économique la conduite de refoulement et la station de pompage sont liés pour élever un débit connu à une hauteur géométrique donnée, il existe une infinité des solutions qui résultent de l'adaptation de la puissance de la pompe au diamètre et à la nature de canalisation de refoulement, c'est-à-dire aux pertes de charge générées qui majorent la puissance d'élévation théorique.

Si l'on tient compte, d'une part de l'investissement des conduits qui croît avec le diamètre et d'autre part de coût proportionnel de l'énergie qui comprend une partie fixe (énergie théorique d'élévation) et une partie variable avec la perte de charge qui décroît avec le diamètre, on peut déterminer un diamètre optimal au sens économique. Ce diamètre est alors donné par les dépenses totales d'investissement et d'exploitation minimales.

Bonin et Bresse ont proposés les approches ci-après qui donnent un diamètre économique mais non normalisé en mètre d'une seule conduite refoulant un débit Q en (m^3/s). [5]

$$D_{ec} = \sqrt{Q}(\text{Relation de Bonin}) \quad (\text{II.1})$$

$$D_{ec} = 1,5 * \sqrt{Q}(\text{Relation de Bresse}) \quad (\text{II.2})$$

Avec :

D_{ec} : diamètre économique de la conduite (m) ;

Q : débit véhiculé par la conduite (m^3/s).

Remarque :

La formule de Bresse n'est valable que pour les petits projets (longueur de conduite ≤ 1 Km)

II.7.1. Cas gravitaire :

Dans le cas d'un système gravitaire en charge. Le diamètre le plus avantageux de la conduite doit être déterminé en fonction de la charge disponible (la différence entre le niveau d'eau à l'amont et celui à l'aval) et du débit d'eau demandé.

$$h_d = C_r - C_{TP} \text{ (II.3)}$$

Avec :

C_r : la côte du radier du réservoir tampon.

C_{TP} : côte de trop plein du réservoir récepteur.

Il faut tout de même vérifier que la vitesse moyenne de l'eau dans la conduite reste acceptable, c'est-à-dire comprise entre 0.50 m/s et 1,50 m/s. Une vitesse inférieure à 0.50 m/s favorise les dépôts dans la conduite, parfois difficiles à évacuer, et l'air s'achemine difficilement vers les points hauts. D'autre part, les grandes vitesses risquent de créer des difficultés d'exploitation : Le coup de bélier croit, cavitation et bruits possibles, plus de risques de fuites.

On se base dans le calcul sur l'hypothèse dite que la charge disponible est égale aux pertes de charge (ΔH) engendrées dans les canalisations. [5]

II.8. Calcul du diamètre économique :

La charge disponible :

$$J = \frac{C_r - c_{tp}}{L} \text{ (II.4)}$$

$$J = \frac{427 - 407}{2500} = 0,008 \text{ m/ml}$$

On choisit un diamètre économique de telle façon que la charge correspondante soit le plus proche et inférieure de la charge disponible.

D'après l'abaque de PDC des tuyaux en PEHD on résume les résultats dans le tableau suivant :

Tableau II. 1. Des résultats des diamètres :

Diamètre Extérieur mm	Diamètre Intérieur mm	Vitesse en m/s	J m/ml
140	123,4	0,92	0,008
125	110,2	1,16	0,012

Donc d'après ces résultats le choix se fera pour le diamètre $D=140$ mm qui donnera une perte de charge linéaire $\Delta H = 20$ m.

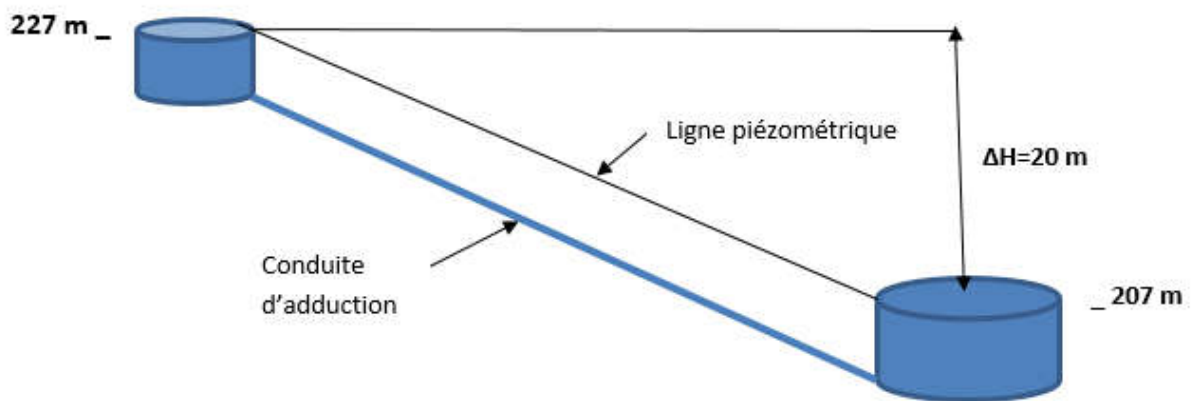


Figure II. 4: Profil piézométrique de la conduite d'adduction gravitaire

II.9. Conclusion :

Dans ce chapitre le calcul de la conduite d'adduction gravitaire a permis de choisir un diamètre extérieur égal à 140 mm le diamètre qui a donné une perte de charge à la limite égale à la différence de cote entre le départ et l'arrivée de l'adduction. Le prochain chapitre sera dédié au dimensionnement du réservoir d'accumulation.

Chapitre III

Réservoirs

III.1.Introduction :

Le réservoir est un ouvrage hydraulique intermédiaire entre les réseaux d'adductions et les réseaux de distributions. Cet ouvrage est aménagé pour contenir de l'eau soit pour la consommation publique, ou pour l'industrie.

Le but de ce chapitre est de déterminer la capacité des ouvrages de stockagenécessaires, de telle façon à assurer le meilleur fonctionnement de l'adduction et du réseau dedistribution.

III.2. Le rôle du réservoir :

Le rôle du réservoir est :

- Emmagasinement d'eau pendant toute la durée de fonctionnement de la station de pompage ;
- Réducteur des dépenses d'énergie (stockage la nuit et distribution gravitaire pendant les heures de pointes) ;
- Assurer la continuité de la distribution pendant l'arrêt de la pompe ;
- Assurer une réserve d'incendie ;
- Ils peuvent également jouer le rôle de brise charge dans le cas d'une distribution étagée.

III.3.Caractéristiques du réservoir :

Durant la construction d'un réservoir, les matériaux utilisés doivent être choisi pourassurer :

- La résistance : Le réservoir doit équilibrer en toutes ses parties les efforts auxquels il est soumis.
- Etanchéité : Les parois doivent être étanches pour éviter les fuites.
- Durabilité : Le réservoir doit avoir une durabilité pour longtemps, ce qui veut dire, le matériau dont il est constitué doit conserver ses propriétés initiales en contact avec l'eau. [6]

III.4. Type de réservoirs :

On distingue deux types de réservoirs :

III.4.1. Les réservoirs au sol :

Si le terrain d'implantation du réservoir est favorable pour assurer la distribution gravitaire, celui-ci est posé directement sur le sol comme il peut être enterré ou semi-enterré. Leur volume peut être très important ; les réservoirs enterrés et semi enterrés ont l'avantage de limiter l'influence de la température extérieure. [7]

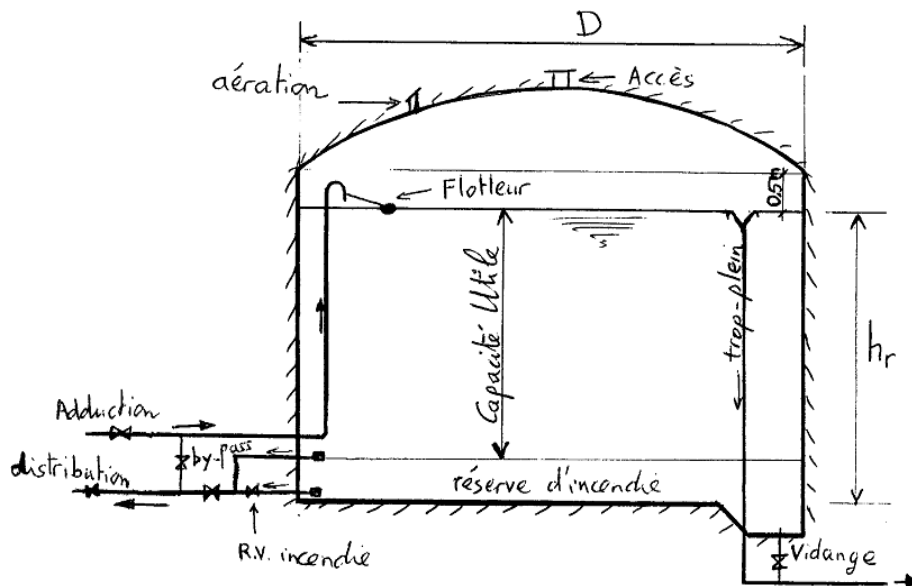


Figure III. 1: Réservoirs semi-enterré

III.4.2. Les réservoirs surélevés (château d'eau):

Ils sont souvent installés dans des zones très plates, leur volume est généralement réduit par rapport aux besoins journaliers. Ils assurent la distribution d'eau de manière gravitaire, constitués d'une cuve montée sur une tour ou sur des piliers (poteaux) ;

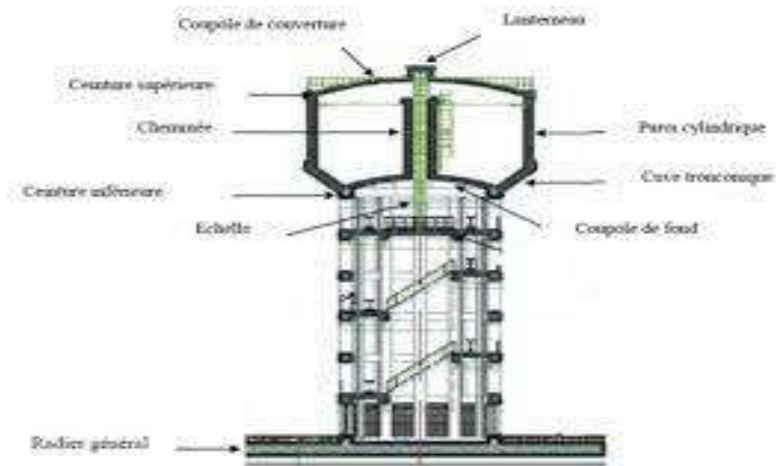


Figure III. 2: Réservoirs surélevé (château d'eau)

III.5.Emplacement des réservoirs :

L'emplacement du réservoir pose souvent un problème délicat à résoudre, car l'on doit tenir compte des considérations suivantes :

- Il est préférable que l'emplacement puisse permettre une distribution gravitaire, c'est à dire que la côte du radier doit être supérieure à la côte piézométrique maximale dans le réseau de l'agglomération.
- Lorsque plusieurs réservoirs sont nécessaires on doit les implanter de préférence soit en extrémité du réseau, soit à proximité de l'important centre de la consommation.
- L'emplacement du réservoir doit être aussi choisi de telle façon à pouvoir satisfaire aux abonnés la pression suffisante.

III.6. Matériaux et type de construction des réservoirs :

III.6.1. Classification des réservoirs :

Ils peuvent être classés selon :

III.6.1.1. Leur position par rapport au sol :

Comme on a cité auparavant on distingue :

- Les réservoirs enterrés ;
- Les réservoirs semi enterrés ;
- Les réservoirs sur le sol :

- Les réservoirs surélevés :
- Les réservoirs avec station de surpression associée:

III.6.1.2. Leur forme :

On distingue :

- Rectangulaire ou carrée :
- Circulaire :

III.6.1.3. Leur mode de fermeture :

- Les réservoirs couverts ;
- Les réservoirs non couverts.

III.6.1.4. Selon l'usage :

- Réservoir principal d'accumulation et de stockage ;
- Réservoir d'équilibre (réservoir tampon) ;
- Réservoir de traitement.

III.6.1.5. Leur matériaux de construction :

Les matériaux utilisés pour la construction des réservoirs sont soit le métal, rivé ou soudé (principalement pour les réservoirs industriels), la maçonnerie avec enduit intérieur étanche, maintenant, surtout le béton armé.

III.6.1.6. Selon la complexité de la construction :

- Réservoir simple,
- Réservoir multiple Réservoir superposé,
- Réservoir superposé et multiple. [6]

III.7. Qualité de l'eau dans les réservoirs :

Afin d'éviter une dégradation de la qualité de l'eau lors de la traversée d'un réservoir il convient :

- D'assurer l'étanchéité de l'ouvrage : terrasse, radier et parois pour les réservoirs au sol ou semi- enterrés,
- De veiller à ce que les entrées d'air (ventilations, trop-pleins, ...etc.) soient

Correctement protégées contre les entrées de poussière, d'insectes et d'animaux,

- De limiter l'éclairage naturel à l'intérieur du réservoir,
- De procéder à un nettoyage au moins annuel du réservoir.

III.8. Equipements hydrauliques des réservoirs :

Un réservoir est équipé hydrauliquement par différentes conduites telles que :

- D'une conduite d'arrivée ou d'alimentation ;
- D'une conduite de départ ou de distribution ;
- D'une conduite de trop-plein
- D'une conduite de vidange ;
- D'une conduite by-pass ;
- Du système de matérialisation d'incendie [5].

III.8.1. Conduite d'arrivée :

Conduite d'arrivée Cette conduite du type refoulement ou gravitaire, doit arriver de préférence dans la cuve en siphon noyé ou par le bas, toujours à l'opposé de la conduite de départ, pour provoquer un meilleur brassage. Cette arrivée de l'eau permet le renouvellement d'eau par mélange en créant des perturbations et écoulements par rouleaux. Les robinets à flotteurs destinés à alimenter ou à interrompre l'arrivée d'eau dans les réservoirs doivent être d'un type anti-bélier ; les soupapes et leurs parties sont en bronze ou en métal inoxydable [5].

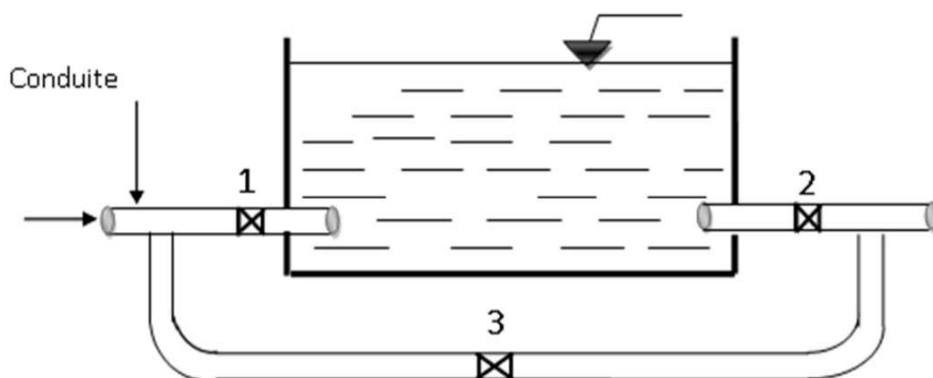


Figure III. 3: Conduite d'arrivée

III.8.2. Conduite de départ ou de distribution

Cette conduite est placée à l'opposé de la conduite d'arrivée à quelque centimètre au-dessus du radier (15 à 20 cm) pour éviter l'entrée de matières en suspension. L'extrémité est munie

d'une crépine courbée pour éviter le phénomène de vortex (pénétration d'air dans la conduite). Cette conduite est équipée d'une vanne à survitesse permettant la fermeture rapide en cas de rupture au niveau de cette conduite [5].

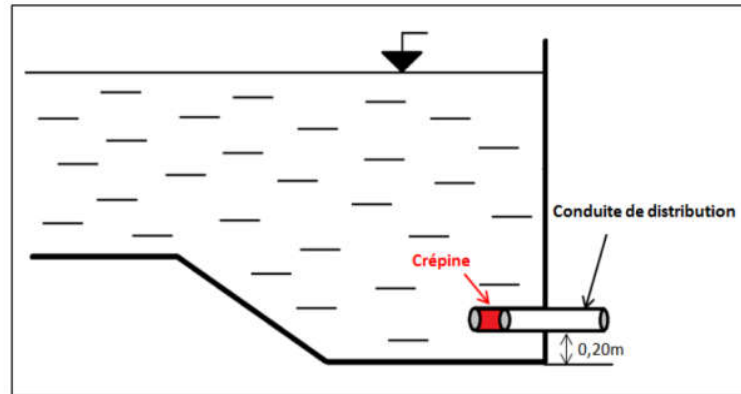


Figure III. 4: Conduite de distribution

III.8.3. Conduite de trop-plein :

Cette conduite permet d'évacuer l'excès d'eau au réservoir en cas où la pompe ne s'arrête pas. Si le réservoir est compartimenté, chaque cuve doit avoir une conduite de trop-plein. Ces conduites doivent se réunir dans la chambre de manœuvre pour former un joint hydraulique évitant la pénétration de tous corps étranger [5].

III.8.4. Conduite de décharge ou de vidange :

La conduite de vidange doit partir du point le plus bas du radier. Elle permet la vidange du réservoir en cas de nettoyage ou de réparation. Elle est munie d'un robinet vanne, et se raccorde généralement à la conduite de trop-plein. Le robinet vanne doit être nettoyé après chaque vidange pour éviter les dépôts de sable [5].

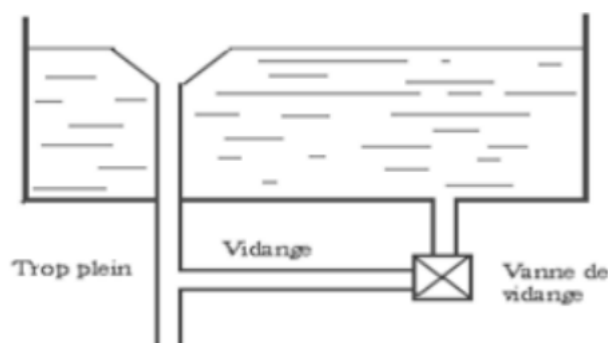


Figure III. 5 : conduite de vidange et trop plein

III.8.5. Conduite by-pass :

C'est un tronçon de conduite qui relie la conduite d'arrivé et la conduite de départ dans le cas d'un réservoir unique non compartimenté. Cette conduite fonctionne quand le réservoir est isolé pour son entretien ou dans le cas d'un incendie à forte charge. [5]

III.8.6. Système de matérialisation d'incendie :

C'est une disposition spéciale de la tuyauterie qui permet d'interrompre l'écoulement une fois le niveau de la réserve d'incendie est atteint. Nous distinguons le système à deux prises et le système à siphon [8].

III.8.6.1. Système à deux prises :

Deux conduites sortent du réservoir, l'une prend son départ juste au niveau de la réserve d'incendie l'autre au fond de la réserve d'incendie et elle est munie d'un robinet vanne. Ces conduites se rencontrent dans la chambre de manœuvre. Quand le niveau d'eau dans la cuve atteint le niveau de la consigne d'incendie, l'alimentation cesse de se faire et la réserve d'incendie reste intacte. Le robinet vanne cité ci-dessus est responsable de la préservation de la réserve d'incendie.[5]

La réserve d'incendie n'est pas convenablement renouvelée, la stagnation de l'eau conduit à sa dégradation et aux dépôts dans le réservoir.

III.8.6.2. Système à siphon :

Une seule conduite sort de la cuve et prend son départ au fond de la réserve d'incendie. Arrivant dans la chambre de manœuvre, cette conduite comporte un siphon muni d'un évent et de trois robinets vanne.[5]

Le premier est placé avant le siphon, le deuxième à sa sortie et le troisième sur le tronçon de la conduite, entre les deux bouts du siphon. Quand le niveau d'eau dans le réservoir atteint le niveau de la consigne d'incendie, le système se désamorce grâce à l'évent tout en laissant le premier et le deuxième robinet ouverts. Le premier et le troisième robinet vanne sont responsables de la préservation de la réserve d'incendie.

Toutes ces conduites doivent normalement aboutir dans une chambre de manœuvre. La traversée des parois des réservoirs par les diverses canalisations peut s'effectuer, soit à l'aide

des gaines étanches comprenant un corps en fonte muni de cannelures extérieures et de deux brides de raccordement, soit au moyen de manchons et viroles à double brides. [5]

III.9. Alimentation des réservoirs :

III.9.1. Réservoirs alimentés gravitairement :

Les réservoirs alimentés gravitairement, que ce soit des réservoirs terminaux, des réservoirs tampons ou des bâches de reprise, possèdent à leurs entrées des obturateurs à Disques auto centreurs qui contrôlent le niveau haut des réservoirs et détruisent la charge Résiduelle au droit de l'entrée des réservoirs. Ces dispositifs nécessitent un certain volume D'eau pour permettre la dissipation de l'énergie résiduelle à la sortie de la vanne.

III.9.2 Réservoirs alimentés pas refoulement

Ces réservoirs doivent disposer d'un volume suffisant entre le niveau haut d'arrêt

Des pompes et le niveau de remise en charge de ces dernières, ceci dans le but de limiter

Le nombre d'arrêts de mise en charge des pompes de la station d'alimentation. [3]

III.10. Capacité du réservoir :

La détermination de la capacité du réservoir, se fait à partir des données sur la répartition

De réserve et de la consommation d'eau durant les différentes heures de la journée.

On fait la somme algébrique de la plus grande valeur positive et la plus grande

Valeur négative de la différence entre le volume entrant et le volume sortant (consommée),

Et on ajoute à cette somme, le volume de la réserve d'incendie, pour avoir le volume total du réservoir :

$$VR = |V^{+max}| + |V^{-min}| + V_{inc} \text{ (III.1)}$$

VR : volume de réservoir (m^3).

- $|\Delta V^{+max}|$: la plus grande valeur positive de la différence entre le volume entrant et le volume sortant (m^3).

- $|\Delta V^-_{\min}|$: la plus petite valeur négative de la différence entre le volume entrant et le volume sortant (m^3).

- V_{inc} : volume de réserve d'incendie ($120 m^3$). Pour notre cas, on a un débit maximal journalier :

Pour notre cas, on a :

$$Q_{j,max} = 956,61 m^3/j = 11,06 l/s$$

Une adduction continue durant 24 heures, alors le débit horaire maximal est :

$$a = Q_{j,max} \div 24 \quad (III.2)$$

$$a = 956,61 / 24 = 39,85 m^3$$

Tableau III. 1: Calcul de la réserve d'équilibre.

Horaires	Répartition	Volume (m^3)		Volume cumulé (m^3)		Différence (m^3)	
	%	Apporté	consommé	Apporté	consommé	ΔV^+	ΔV^+
0-1	1	39.85	9.57	39.85	9.57	30.28	
1-2	1	39.85	9.57	79.7	19.14	60.56	
2-3	1	39.85	9.57	119.55	28.71	90.84	
3-4	1	39.85	9.57	156.4	38.28	118.12	
4-5	2	39.85	19.14	199.25	57.42	141.83	
5-6	3	39.85	28.71	239.1	86.13	152.97	
6-7	5	39.85	47.85	278.95	133.98	144.97	
7-8	6.5	39.85	62.205	318.8	196.185	122.61	
8-9	6.5	39.85	62.205	358.64	258.39	100.25	
9-10	5.5	39.85	52.635	398.5	311.025	87.47	

10–11	4.5	39.85	43.065	438.35	354.09	84.26	
11–12	5.5	39.85	52.635	478.2	406.725	71.47	
12–13	7	39.85	66.99	518.05	473.715	44.33	
13–14	7	39.85	66.99	557.9	540.705	17.19	
14–15	5.5	39.85	52.635	597.75	593.34	4.41	
15–16	4.5	39.85	43.065	637.6	636.405	1.195	
16–17	5	39.85	47.85	677.45	684.255		6.805
17–18	6.5	39.85	62.205	717.3	746.46		29.16
18–19	6.5	39.85	62.205	757.15	808.665		51.515
19–20	5	39.85	47.85	797	856.515		59.515
20–21	4.5	39.85	43.065	836.85	899.58		62.73
21–22	3	39.85	28.71	876.7	928.29		51.59
22–23	2	39.85	19.14	916.55	947.43		30.88
23–24	1	39.85	9.57	956.61	956.61	00	

D'après le tableau précédent III.1, et d'après la formule (III.1)

Le volume total du réservoir est de :

$$V = 152.97 + 62.73 + 120$$

$$V_{\text{tot}} = 335.7 \text{ m}^3$$

On prend le volume normalisé $V = 350 \text{ m}^3$

III.11. Détermination des dimensions du réservoir :

III.11.1. Diamètre du réservoir :

Après avoir déterminé la capacité du réservoir, on fixe sa hauteur $h = 5\text{m}$, son diamètre est donné par la formule ci-après :

$$VR = (h \times \pi \times D^2) \div 5 \text{ (III. 3)}$$

$D = \sqrt{(V \times 4 / \pi \times 4)}$ sachant que : $h = 5\text{m}$ et $V = 350\text{ m}^3$

$$D = \sqrt{(350 / 3.14)} \quad D = \mathbf{10.55\text{m}}$$

III.11.2. Détermination de la hauteur de la réserve d'incendie :

On peut calculer la hauteur de la réserve d'incendie dans le réservoir par la formule suivante:

$$h_{inc} = V_{inc} / s \text{ (III. 4)}$$

$$S = \pi \times D^2 / 4 \quad \text{soit} \quad S = 69.89 \text{ m}^2 \text{ sachant que } V_{inc} = 120 \text{ m}^3 \text{ ce qui donnera}$$
$$h_{inc} = 120 / 69.89 = 1.71 \text{ m}$$

III.12. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons déterminé la capacité totale du réservoir qui est de 335.7 m^3 alors que le volume normalisé est estimé à 350 m^3 , la capacité existante est largement suffisante pour satisfaire les besoins de la zone.

Chapitre IV

Protection des

conduites

IV.1.Introduction :

Pour un bon fonctionnement du réseau d'AEP, et afin d'assurer la sécurité des conduites, la protection contre le régime transitoire doit être effectuée pour les canalisations qui fonctionnent en refoulement ou en charge à écoulement gravitaire.

IV.2. Définition et origines des coups de bélier :

Le coup de bélier est un phénomène oscillatoire, caractérisé par un changement du régime d'écoulement dans la conduite, d'où l'apparition d'une série d'ondes de pression qui se propagent le long de la conduite en s'amortissant progressivement en raison des pertes d'énergies dues aux frottements.

Ce phénomène est engendré par :

- Arrêt brutal, par disjonction inopinée d'un ou plusieurs groupes électropompes alimentant une conduite de refoulement.
- Fermeture instantanée ou trop rapide d'une vanne de sectionnement ou d'un robinet d'obturation placé au bout d'une conduite d'adduction.
- Démarrage brutal d'un groupe d'électropompes.

Les surpressions et les dépressions peuvent atteindre des valeurs assez grandes, provoquant la rupture de la canalisation. C'est pourquoi, il est très important d'étudier les moyens de protection pour limiter ses effets, puisqu'il en résultera une économie dans la construction des tuyaux, lesquels sont calculés notamment pour résister à une pression intérieure. [12]

IV.3. Moyens de protection contre le coup de bélier :

Afin de limiter les variations de la pression dans les conduites, les appareils anti-bélier devront avoir pour effet de limiter la dépression ainsi que la surpression.

Parmi ces moyens, on trouve :

- Volant d'inertie;
- Soupapes de décharges ;
- Les ventouses ;
- Clapet by-pass;
- Cheminée d'équilibre ;
- Les réservoirs d'air ;

- Vanne à fermeture lente.

IV.3.1. Volant d'inertie :

C'est un moyen dont la spécificité est qu'il continue à assurer l'alimentation et ce malgré l'arrêt du moteur.

Ce volant est une roue de masse assez importante qui est placée sur l'arbre du groupe constitue l'un de ces moyens. Grâce à l'énergie cinétique qu'il accumule pendant la marche normale, le volant restitue au moment de la disjonction et permet ainsi de prolonger le temps d'arrêt de l'ensemble du groupe, donc de diminuer l'intensité du coup de bélier.

IV.3.2. Soupapes de décharge :

Les soupapes de décharge sont des équipements mécaniques qui s'ouvrent pour réduire la surpression. Ces appareils font intervenir un organe mécanique, un ressort à boudin, ordinairement, qui par sa compression, obture en exploitation normale, un orifice placé sur la conduite, au point à la protéger, c'est-à-dire, là où la surpression à craindre est maximale et libérée, le cas échéant, le débit de retour de la conduite correspond à la valeur de la surpression admissible.

Cette soupape ne doit s'ouvrir que sous une pression déterminée, légèrement supérieure

(5% environ) à la pression normale. L'ouverture doit se faire très rapidement pour que l'opération soit efficace.

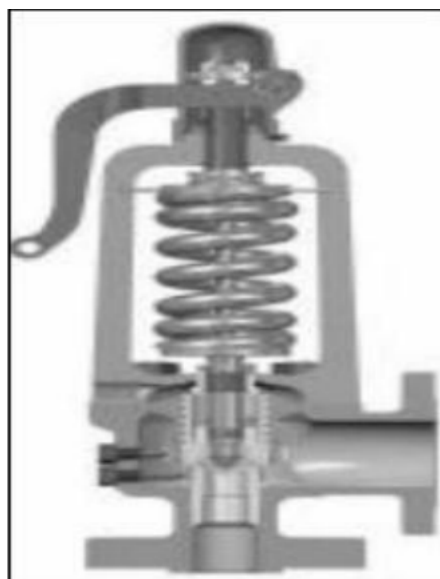


Figure IV. 1: Soupape de sûreté, anti-bélier

IV.3.3. Les ventouses :

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

IV.3.4. Soupapes d'admission et de purge d'air :

Le principe des soupapes d'admission et de purge d'air est assez simple, puisqu'il ressemble aux précédentes tout en opérant dans les deux directions. Généralement, elles s'ouvrent en admission lorsque la pression tombe sous la pression atmosphérique puis expulsent l'air quand la pression s'accroît. La principale difficulté réside dans l'évaluation des quantités d'air admises et expulsées du fait que l'écoulement de l'air, un fluide compressible, se fait à des vitesses très élevées pour lesquelles les effets de la compressibilité se font sentir. En fait, ces notions sont importantes pour calculer les aires efficaces des orifices d'entrée et de sortie.

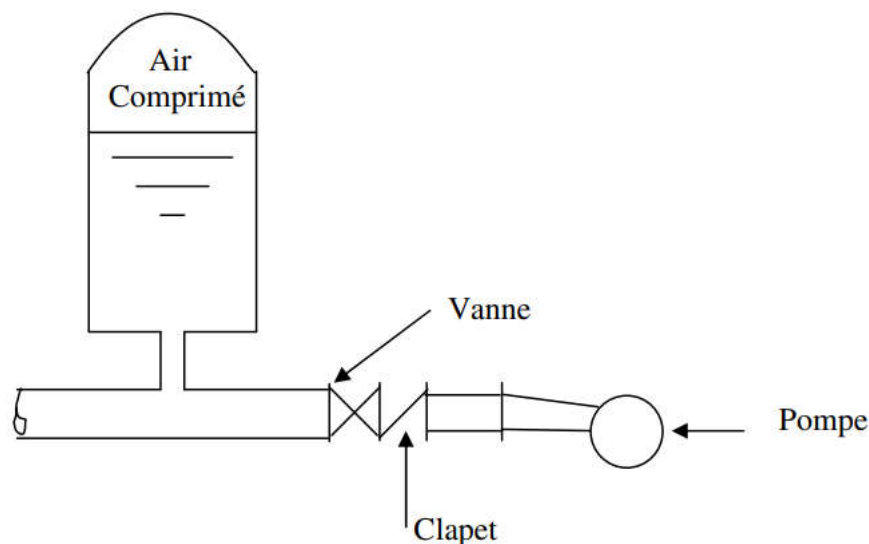


Figure IV. 2: Principe de la disposition d'un réservoir d'air

IV.3.5. Cheminée d'équilibre :

Une cheminée d'équilibre est constituée d'un réservoir cylindrique à l'air libre et à axe verticale. Elle joue le même rôle que les réservoirs d'air, mais on arrive à des ouvrages de dimensions assez considérables dans le cas des hauteurs de refoulement moyennes ou grandes.

Une cheminée d'équilibre est généralement aménagée en dérivation à la jonction d'une galerie d'amenée en charge et d'une conduite forcée dans le but de réduire la valeur des

surpressions produites par le coup de bélier, elle est aussi utilisée sur le tracé de refoulement qui comporte des points hauts où peut survenir une cavitation en régime transitoire.

Elle présente certains avantages, à savoir:

- Un fonctionnement qui ne nécessite aucun entretien ;
- La protection idéale pour les points du parcours difficilement accessible. [12]

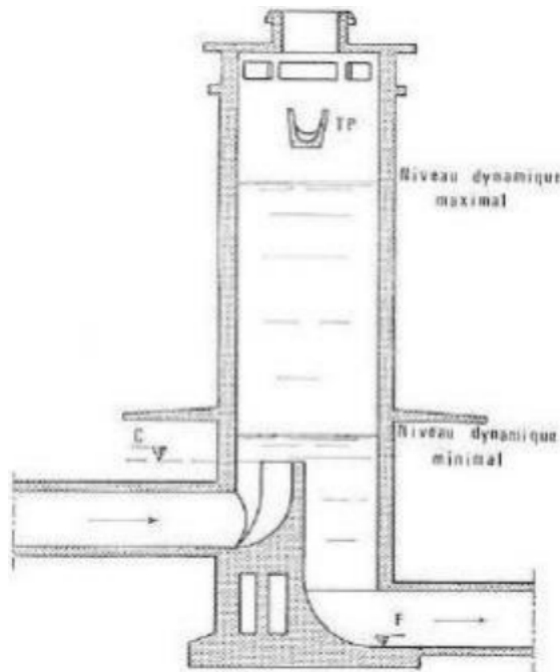


Figure IV. 3: Vue en plan d'une cheminée d'équilibre

IV.4. Etude du coup de bélier :

IV.4.1 La valeur du coup de bélier :

La célérité des ondes est donnée par la formule d'ALLIEVI

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + K \times (D/e)}} \quad (\text{IV.1})$$

Avec :

a : célérité de l'onde choc [m/s]

K : coefficient qui dépend du matériau (K=83 d'après le tableau ci-dessous)

D : Diamètre de la conduite [m] ($\varnothing=0.140$ mm)

e : Epaisseur de la conduite [m] ($e=0.0127$)

IV.5. Principe :

L'alimentation continue de la veine liquide après disjonction de la pompe peut être assurée à l'aide d'une réserve d'eau accumulée sous pression dans une capacité métallique disposée à la station de pompage et raccordée au refoulement, immédiatement à l'aval du clapet.

Cette capacité contient de l'eau et de l'air, en marche normale la pression de cet air équilibre la pression dans la conduite au point considéré.

A la disjonction, le clapet se ferme puisque la pompe ne fournit plus de pression : une partie de l'eau de la cloche est chassée dans la conduite.

En effet, à ce moment la pression de l'air dans la cloche est encore supérieure à celle qui s'exerce à l'autre extrémité de la conduite, au réservoir.

Après diminution progressive, puis annulation de sa vitesse, l'eau de la conduite revient en arrière et remonte dans la cloche, augmentant la pression dans la conduite de refoulement. La dissipation de l'énergie de l'eau peut être obtenue par le passage de celle-ci au travers d'un organe d'étranglement qui est disposé à la base de la cloche. Ce dispositif est excessivement simple et protégera l'installation aussi bien contre les dépressions que contre les surpressions.[12]

IV.6. Méthode de résolution :

La méthode de BERGERON est actuellement la meilleure, elle nécessite quelques tâtonnements mais la précision est bonne.

IV.7. Principe de calcul du réservoir d'air :

C'est par l'épure de Bergeron que seront déterminées les valeurs de la dépression et de la surpression maximales dans la conduite après s'être fixées, au préalable, les caractéristiques du réservoir d'air (volume v_0 d'air en régime normal) et de son dispositif d'étranglement. Le premier essai conduira peut être à des valeurs inadmissibles pour la dépression ou pour la surpression, ou pour les deux à la fois. Les calculs seront alors recommencés à partir de nouvelles caractéristiques du réservoir, ou de l'étranglement, ou des deux.

IV.8. Calculs hydrauliques :

Les caractéristiques de la conduite de refoulement sont données dans le tableau suivant :

Tableau IV. 1: Valeurs des caractéristiques de la conduite d'adduction.

Caractéristiques de la conduite	
Longueur L [m]	2500
Débit Q [m ³ /s]	0,01106
Hauteur géométrique : Hg [m]	20
Vitesse d'écoulement : V [m/s]	0,92

IV.8.1. Calcul de la dépression et la surpression :

❖ **La Célérité :**

- La célérité des ondes (a) est donnée par la formule d'ALLIEVI :

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + K \times (D/e)}}$$

Tableau IV. 2: les différentes valeurs de K en fonction du matériau.

Matériau	Fer	Acier	Fonte Grise	Fonte Ductile	Béton	Amiante Ciment	PVC	PEHD
K	0.5	0.5	1.0	0.59	5	4	33	83

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 83 \times (0,140/0,0127)}}$$

a= 318.98 m/s

❖ **L'intervalle de temps d'un aller – retour :**

$$\theta = \frac{2 \times L}{a} \text{ (IV.2)}$$

$$\theta = \frac{2 \times 2500}{318,98}$$

$$\theta = 15,6 \text{ s}$$

❖ **La valeur maximale du coup de bélier est donnée par :**

$$B = a \times \frac{V}{g} \text{ (IV.3)}$$

$$B = 318,98 \times \frac{0,92}{9,81}$$

$$B = 29,91 \text{ m}$$

❖ **La surpression maximale sera :**

$$H_{max} = H_g + B \text{ (IV.4)}$$

$$H_{max} = 20 + 29,91$$

$$H_{max} = 49,91 \text{ m} = 4,9 \text{ bar} < 10 \text{ bars}$$

❖ **La dépression maximale sera :**

$$H_d = H_g - B \text{ (IV.5)}$$

$$H_d = 20 - 29,91$$

$$H_d = -9,91 \text{ m} = 0,9 \text{ bar} < 10 \text{ bars}$$

IV.9. Conclusion :

Dans tout projet, la protection anti-bélier doit être sérieusement prise en compte afin d'éviter des incidents aux conséquences graves. Ceci impose des obligations au maître d'œuvre et à l'entrepreneur.

La surpression est de l'ordre de 4.9 bars, la dépression est de l'ordre de - 0.91 bars, ce qui est largement inférieure à la pression nominale de notre conduite en PEHD qui est de l'ordre de 10 bars, donc il n'y a pas de risque de coup de bélier.

Chapitre V

Distribution des eaux

V.1.Introduction :

L'eau captée des nappes phréatiques ou des sources superficielles, et puis stockée dans des réservoirs, doit être enfin rendue aux consommateurs (abonnée) par le biais de conduites de différentes caractéristiques (diamètres, type de matériau, pression nominale,...etc.) et des accessoires (vannes, ventouses,...etc.) ; l'ensemble de ces équipements s'appelle réseau de distribution. L'écoulement de l'eau dans le réseau de distribution est un écoulement en charge, c'est-à-dire que l'eau s'écoule dans la plupart des cas par gravité.

La distribution désigne toute la partie se situant après le réservoir. A partir du ou des réservoirs, l'eau est distribuée dans un réseau de canalisations sur lesquelles les branchements seront piqués en vue de l'alimentation des abonnées [9].

Les canalisations devront en conséquence présenter un diamètre suffisant, de façon à assurer le débit maximal avec une pression au sol compatible avec les hauteurs des immeubles.

V.2.Classification des réseaux de distribution :

On distingue plusieurs types des réseaux, a savoir : les réseaux ramifiés, maillés, étagés et les réseaux à alimentation distinctes.

V.2.1.Réseau ramifié :

La caractéristique d'un réseau ramifié est que l'eau circule, dans toute la canalisation, dans un seul sens (des conduites principales vers les conduites secondaires, vers les conduites tertiaires,..). De ce fait, chaque point du réseau n'est alimenté en eau que d'un seul côté.

Ce type de réseaux présente l'avantage d'être économique, mais il manque de sécurité (en cas de rupture d'une conduite principale, tous les abonnés situés à l'aval seront privés d'eau). [2]

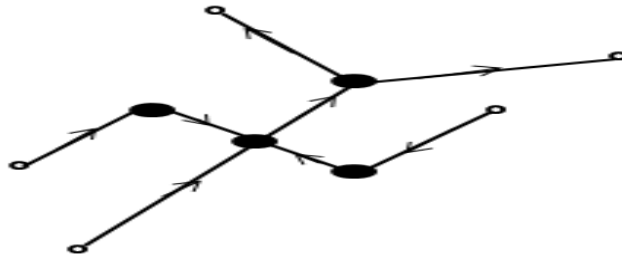


Figure V. 1: schéma du réseau ramifié

V.2.2. Réseau maillé :

Pour la distribution en eau des agglomérations de moyenne et de grande importance, ils présentent une solution plus adéquate grâce à leur sécurité et leur souplesse d'utilisation. Ils sont utilisés en général dans les zones urbaines, et tend à se généraliser dans les agglomérations rurales sous forme associée aux réseaux ramifiés (limitation de nombres de mailles en conservant certaines ramifications). Les réseaux maillés sont constitués principalement d'une série de canalisation disposée de telle manière qu'il soit possible de décrire des boucles fermées ou maillées [10].

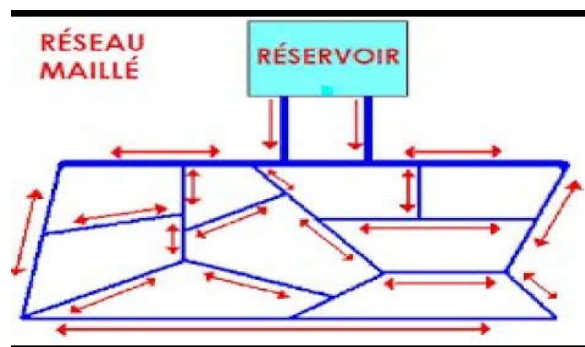


Figure V. 2: schéma du réseaumaillé

V.2.3. Réseau étagé :

Conseiller dans le cas d'agglomérations présentant des différences de niveaux importantes. Il évite les problèmes énormes posés par les fortes pressions pour assurer une pression de service acceptable par contre la maintenance des équipements de sectionnement est fréquente.[3]

V.2.4. Réseau combiné :

Un réseau est dit combiné (ramifié et maillé) lorsqu'il est constitué d'une partie ramifiée et une autre maillée. Ce type de schéma est utilisé pour desservir les quartiers en périphérie de la

ville par ramification issues des mailles utilisées dans le centre de cette ville, il est utilisé aussi pour des agglomérations qui présentent des endroits plats et d'autres accidentés. [3]

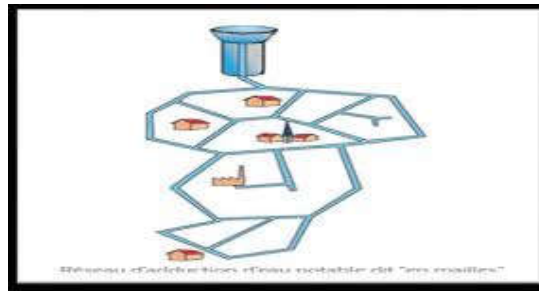


Figure V. 3: schéma du réseau mixte

V.3.Équipement du réseau de distribution :

V.3.1.Appareils et accessoires du réseau :

Les accessoires qui devront être utilisés pour l'équipement du réseau de distribution sont les suivants :

V.3.1.1.Les canalisations :

Les réseaux de distribution sont constitués de :

- ✓ Conduites principales qui ont pour origine un réservoir ou une station de pompage. Elles assurent l'approvisionnement des conduites secondaires.
- ✓ Conduites secondaires qui assurent la liaison entre les conduites principales et les branchements.

V.3.1.2 Robinets vannes :

Ils sont placés au niveau de chaque nœud, et permettent l'isolement des différents tronçons du réseau lors d'une réparation sur l'un d'entre eux. Ils permettent ainsi de régler les débits, leur manœuvre s'effectue à partir du sol au moyen d'une clé dite « béquille » Celle-ci est introduite dans une bouche à clé placée sur le trottoir (facilement accessible).

V.3.1.3.Bouches ou poteau d'incendie :

Les bouches ou les poteaux d'incendie doivent être raccordés sur les conduites capables d'assurer une pression de 10 m (1 bar). Ces derniers seront installés en bordure des trottoirs espacés de 50 à 200 m et répartis suivant l'importance des risques imprévus.

V.3.1.4. Clapets :

Les clapets ont un rôle d'empêcher l'eau en sens contraire de l'écoulement prévu. On peut utiliser comme soupape pour éviter le choc à la forte pression.

V.3.1.5. Robinets de vidange :

Ce sont des robinets placés aux endroits des points les plus bas du réseau de distribution pour permettre la vidange qui sera posé à l'intérieur d'un regard en maçonnerie.

V.3.1.6. Ventouses :

Les ventouses sont des organes qui sont placés aux points le plus hauts du réseau pour réduire la formation du vide dans les installations hydrauliques. Les ventouses ont pour formation spéciale l'alimentation des poches d'air dans la canalisation des conduites en cas de vidange par pénétration d'air. Robinets de vidange : Ce sont des robinets placés aux endroits des points les plus bas du réseau de distribution pour permettre la vidange qui sera posé à l'intérieur d'un regard en maçonnerie.

V.3.2. Pièces spéciales de raccord :

Cesont des composants permettant d'adapter la conduite au tracé prévu au projet :

V.3.2.1. Les Tés :

On envisage des tés à deux ou trois emboîtements permettant le raccordement des conduites présentant des diamètres différents. Il est nécessaire de prévoir un cône de réduction pour les placer.

V.3.2.2. Les coudes :

Utilisés en cas de changement de direction.

V.3.2.3. Les cônes de réduction :

Ce sont des organes de raccord en cas de différents diamètres.

V.3.2.4. Les bouts d'extrémités :

Pour la mise en place d'appareils hydrauliques.

V.4. Choix du type de matériau :

Le choix du matériau utilisé est en fonction de la pression supportée, de l'agressivité du sol et de l'ordre économique (coût et disponibilité sur le marché) ainsi que la bonne jonction de la conduite avec les équipements auxiliaires (joints, coudes, vannes...etc.). Notre choix s'est porté sur le PHED.

V.5.Conception d'un réseau :

Plusieurs facteurs ont une influence sur la conception du réseau :

- L'emplacement des quartiers.
- L'emplacement des consommateurs principaux.
- Le relief.
- Le souci est d'assurer un service souple et régulier. [8]

V.6.Choix du type de réseau :

Le réseau choisipour ce projetest un réseau maillé.

V.7.Calcul hydraulique du réseau de distribution :

V.7.1.Hypothèses de calcul:

Les mêmes principes fondamentaux, évoqués pour les conduites d'adductions, s'appliquent aussi pour les canalisations de distribution : caractéristiques hydrauliques (pertes de charge linéaires et singulières, ligne piézométrique), diamètre économique, types de tuyaux, protection contre les coups de bélier, pose des conduites et accessoires (vannes, robinets, ventouse, brise charge, pièces spéciales). [2]

V.7.1.1.Débit :

Une estimation, aussi précise que possible, doit être faite des besoins en eau de l'agglomération à alimenter. On calcule aussi le débit pendant l'heure de pointe. Les conduites de distribution devront pouvoir transiter les plus forts débits. Le calcul hydraulique des canalisations se fait donc avec le débit de pointe (pendant l'heure de pointe). Il faut aussi vérifier le comportement du réseau de distribution en cas d'incendie (heure de pointe + incendie). Le débit d'incendie à prévoir au point le plus défavorable du réseau est de $60\text{m}^3/\text{h}$

soit (17l/s). On tient compte de plusieurs incendies en même temps dans le cas d'une grande ville ou d'une agglomération à haut risque d'incendie. [9]

V.7.2. Les vitesses :

La vitesse de l'eau dans le diamètre choisi d'un tronçon de distribution quelconque sera entre 0,50 et 1,5m/s. Les vitesses inférieures à 0,50 m/s favorisent le dépôt solide dans les canalisations. [2]

V.7.3. Les pressions :

Le réseau doit assurer des pressions comprises entre 10 et 40 m. En vue de la bonne tenue des canalisations et des joints (limitation des fuites et des bruits), il faut éviter les fortes pressions. [11]

V.7.2. Calcul des débits :

V.7.2.1. Calcul des débits de pointe :

Le dimensionnement d'un réseau de distribution doit être fait avec le débit de pointe horaire ($Q_h \text{ max} = 21.57 \text{ l/s}$).

V.7.2.2. Calcul des débits spécifiques :

Défini comme étant le rapport entre le débit de pointe et la somme des longueurs des tronçons du réseau.

$$Q_{sp} = (Q_p + Q_{inc}) / \Sigma L \quad (V.1)$$

Avec :

- Q_p : débit de pointe (l/s) ;
- Q_{inc} : débit d'incendie ; ($Q_{inc} = 17 \text{ l/s}$) ;
- ΣL_i = somme des Longueurs des tronçons du réseau ;

V.7.2.3. Le débit en route :

Le débit en route c'est le débit uniformément reparti sur le parcours du réseau. Le débit en route de chaque tronçon se calcule comme étant le produit du débit spécifique par la longueur du tronçon considéré. [12].

$$Q_r = Q_{sp} * L_i \text{ (V.2)}$$

Avec :

- Q_r : débit en route (l/s)
- Q_{sp} : le débit spécifique en (l/s/ml) ;
- L_i : longueur de la conduite (m) ;

V.7.2.4. Calcul des débits aux nœuds :

Ils se calculent comme suit :

$$Q_{ni} = 0.5 * \sum Q_{ri} + Q_{conc} \text{ (V.3)}$$

Avec:

- Q_{ni} : le débit au nœud " i " ;
- $\sum Q_r$: Somme des débits en route des tronçons reliés au nœud " i " ;
- $\sum Q_{conc}$: La somme des débits concentrés au niveau du nœud considéré

Pour notre cas

$$\sum Q_{con} = 0 \text{ l/s}$$

V.7.3. Calcul du réseau :

Le réseau de la zone d'extension constitué de 5 mailles, 12 nœuds et 17 conduites est alimenté par un débit total de ($Q_h \text{ max} + Q_{inc}$) de 38.57 l/s.

Dimensionnement de la conduite principale reliant le réservoir et le nœud 1 :

$$Q = 38.57 \text{ l/s} \quad \rightarrow \quad Q = 0.03857 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$\text{Nous avons: } = \sqrt{Q} = \sqrt{0.03857} = 0.196 \text{ m}$$

On peut prendre un diamètre nominal de $D = 220,4 \text{ mm}$

Les calculs des débits en route et en nœud sont présentés au tableau suivant :

Tableau V. 1 Calculs préliminaires des débits.

<i>Nœuds</i>	<i>Tronçons</i>		<i>Longueur (m)</i>	<i>Débit spécifique (l/s)</i>	<i>Débit en route (l/s)</i>	<i>Débit nodal (l/s)</i>
N1 (Réservoir)	N1	N2	1241,91	Conduite d'amenée		
N2	N2	N4	91,3	0,0196846	1,79720374	2,56933207
	N2	N3	169,75		3,3414604	
N3	N3	N2	169,75	0,0196846	3,3414604	3,80011151
	N3	N4	82,6		1,62594774	
	N3	N6	133,75		2,63281489	
N4	N4	N2	91,3	0,0196846	1,79720374	2,79609863
	N4	N3	82,6		1,62594774	
	N4	N5	110,19		2,16904578	
	N5	N4	110,19		2,16904578	

Chapitre V Distribution des eaux

N5	N5	N8	103,38	0,0196846	2,03499367	3,38506178
	N5	N9	130,36		2,56608411	
N6	N6	N3	133,75	0,0196846	2,63281489	4,60353835
	N6	N7	146,97		2,89304527	
	N6	N13	187,01		3,68121655	
N7	N7	N6	146,97	0,0196846	2,89304527	3,60306869
	N7	N8	37,29		0,73403863	
	N7	N12	181,82		3,57905349	
N8	N8	N7	37,29	0,0196846	0,73403863	2,63094486
	N8	N10	99,66		1,96176697	
	N8	N5	130,36		2,56608411	
	N9	N5	103,38		2,03499367	

Chapitre V Distribution des eaux

N9	N9	N10	88,91	0,0196846	1,75015755	1,89257561
N10	N10	N9	88,91	0,0196846	1,75015755	3,64214262
	N10	N8	99,66		1,96176697	
	N10	N11	181,48		3,57236072	
N11	N11	N10	181,48	0,0196846	3,57236072	2,87237644
	N11	N12	110,36		2,17239216	
N12	N12	N11	110,36	0,0196846	2,17239216	3,90493199
	N12	N7	181,82		3,57905349	
	N12	N13	104,57		2,05841834	
N13	N13	N12	104,57	0,0196846	2,05841834	2,86981744
	N13	N6	187,01		3,68121655	

V.8. Calcul des réseaux maillés par le logiciel EPANET :

V.8.1. Présentation du logiciel :

Le calcul hydraulique du réseau est effectué par le logiciel de calcul EPANET version 2.0. EPANET est un logiciel développé pour la simulation du comportement des systèmes de distribution d'eau d'un point de vue hydraulique et également d'un point de vue qualité de l'eau.

EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression. Un réseau est un ensemble de tuyaux, nœud (jonctions de tuyau), pompes, vannes, bâches et réservoirs. EPANET calcule le débit dans chaque tuyau, la pression à chaque nœud, le niveau de l'eau dans les réservoirs, et la concentration en substances chimiques dans les différentes parties du réseau, au cours d'une durée de simulation divisée en plusieurs étapes. Le logiciel est également capable de calculer les temps de séjour et de suivre l'origine de l'eau. [13]

V.8.2. Les étapes d'utilisation du logiciel EPANET :

Les Étapes classiques de l'utilisation d'EPANET pour modéliser un système de distribution d'eau sont les suivantes:

- ✚ Dessiner un réseau représentant le système de distribution ou importer une description de base du réseau ;
- ✚ Enregistrée dans un fichier au format texte ;
- ✚ Saisir les propriétés des Eléments du réseau ;
- ✚ Décrire le fonctionnement système ;
- ✚ Sélectionner un ensemble d'options de simulation ;
- ✚ Lancer une simulation hydraulique ou une analyse de la qualité ;
- ✚ Visualiser les résultats d'une simulation. [13]

V.8.3. Modélisation du réseau :

EPANET modélise un système de distribution d'eau comme un ensemble d'arcs reliés à des nœuds. Les arcs représentent des tuyaux, des pompes, et des vannes de contrôle. Les nœuds représentent des nœuds de demande, des réservoirs et des bâches.

❖ *Au niveau des nœuds :*

Les Nœuds de demande sont les points du réseau où les arcs se rejoignent. Ce sont des points d'entrée ou de sortie d'eau et peuvent également ne pas avoir de débit. Les données d'entrée minimales exigées pour les nœuds de demande sont :

- l'altitude au-dessus d'un certain plan de référence (habituellement le niveau de la mer).
- la demande en eau (débit prélevé sur le réseau).
- la qualité initiale de l'eau.

Les résultats calculés aux nœuds de demande, à chacun des intervalles de temps d'une simulation sont :

- ✓ la charge hydraulique (ou hauteur piézométrique): Énergie interne par poids spécifique de fluide ou bien somme de l'altitude avec la hauteur de pression ;
- ✓ la pression ;
- ✓ la qualité de l'eau.

❖ *Au niveau des Réservoirs :*

Les Réservoirs sont des nœuds avec une capacité de stockage, dont le volume d'eau stocké peut varier au cours du temps. Les données de base pour des réservoirs sont les suivantes:

- l'altitude du radier (ou le niveau d'eau est zéro)
- le diamètre (ou sa forme s'il n'est pas cylindrique)
- les niveaux initial, minimal et maximal de l'eau
- la qualité initiale de l'eau.

Les principaux Éléments calculés dans la simulation sont les suivants:

- ✓ la charge (altitude de l'eau)
- ✓ la pression (niveau de l'eau)
- ✓ la qualité de l'eau. [13]

❖ *Au niveau des Tuyaux :*

Les tuyaux sont des arcs qui transportent l'eau d'un point du réseau à l'autre.

EPANET suppose que tous les tuyaux sont pleins à tout instant.

L'eau s'écoule de l'extrémité qui a la charge hydraulique la plus élevée (altitude + pression, ou énergie interne par poids d'eau) à celle qui a la charge hydraulique la plus faible.

Les données de base pour les tuyaux sont:

- les nœuds initial et final;
- le diamètre;
- la longueur;
- le coefficient de rugosité (pour déterminer la perte de charge);
- l'état (ouvert, fermé, ou avec un clapet anti-retour). [13]

Les valeurs calculées pour les tuyaux incluent :

- le débit ;
- la vitesse d'écoulement ;
- la perte de charge ;
- la vitesse moyenne de réaction (le long du tuyau).
- Le diamètre qui donne des vitesses entre 0.5 et 1.5 m/s
- ❖ Schéma de notre réseau :

Le schéma du réseau est représenté dans la figure suivante :

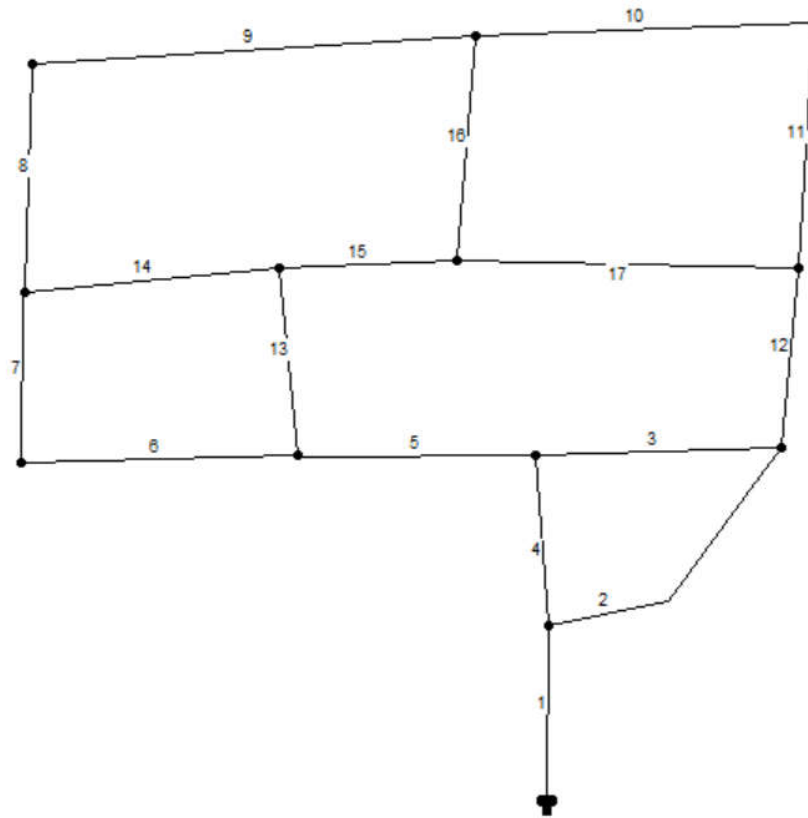


Figure V. 4: Schéma du réseau

Tableau V. 2: Etat des nœuds des réseaux :

ID Nœud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	M	LPS	m	M
Réservoir n1	407	–	409	2
Nœud n2	383,18	2,56	404,50	21,32
Nœud n3	378,02	3,80	403,54	25,52
Nœud n4	377,23	2,79	404,39	27,16
Nœud n5	374,31	3,38	403,66	29,35
Nœud n6	370,1	4,6	402,96	32,86
Nœud n7	369,1	3,60	402,00	32,90

Nœud n8	367,8	2,63	402,61	34,81
Nœud n9	372,95	1,89	402,00	29,05
Nœud n10	365,05	3,64	401,16	36,11
Nœud n11	355,3	2,87	399,98	44,68
Nœud n12	357,8	3,90	400,93	43,13
Nœud n13	358,5	2,86	401,30	42,80

Remarque : On remarque qu'il y'a des pressions supérieures à 40 m qui est l'équivalent de 4bars ce qui ne représente aucun danger pour nos conduites qui supporte un maximum de pression de 10 bars, mais en propose comme même de placer des régulateurs de pression pour protéger les équipements sur place

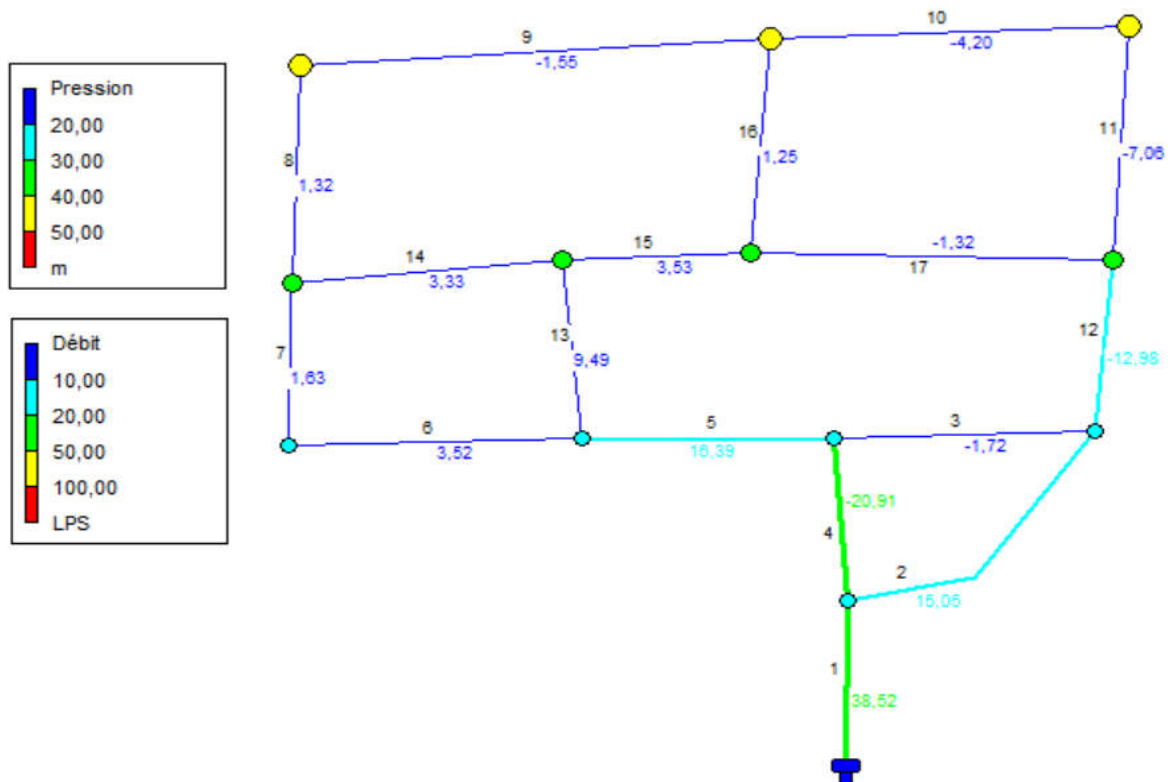


Figure V. 5: Schéma des pressions

Tableau V. 3: Calculs des diamètres et vitesses et pertes de charges :

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	P.D.C Unit.
	M	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p1	1241,61	220,4	38,57	1,01	3,62
Tuyau p2	169,75	141	15,05	0,96	5,69
Tuyau p3	82,6	55,4	-1,72	0,71	10,37
Tuyau p4	91,3	220,4	-20,91	0,55	1,20
Tuyau p5	110,19	141	16,39	1,05	6,64
Tuyau p6	103,38	66	3,52	1,03	16,08
	88,91	55,4		0,68	9,47

Chapitre V Distribution des eaux

Tuyau p7			1,63		
Tuyau p8	181,48	55,4	1,32	0,55	6,51
Tuyau p9	110,36	55,4	-1,55	0,64	8,61
Tuyau p10	104,57	96,8	-4,20	0,57	3,51
Tuyau p11	187,01	96,8	-7,06	0,96	8,88
Tuyau p12	133,75	141	-12,98	0,83	4,36
Tuyau p13	130,36	110,2	9,49	1,00	8,11
Tuyau p14	99,66	66	3,33	0,97	14,51
Tuyau p15	37,29	66	3,53	1,03	16,15

Tuyau p16	181,82	55,4	1,24	0,52	5,91
Tuyau p17	146,97	55,4	-1,32	0,55	6,48

Remarque : On remarque que toutes les vitesses dans les tuyaux sont comprises entre 0,5 et 1,5m/s ce qui respecte les normes d'un écoulement idéal.

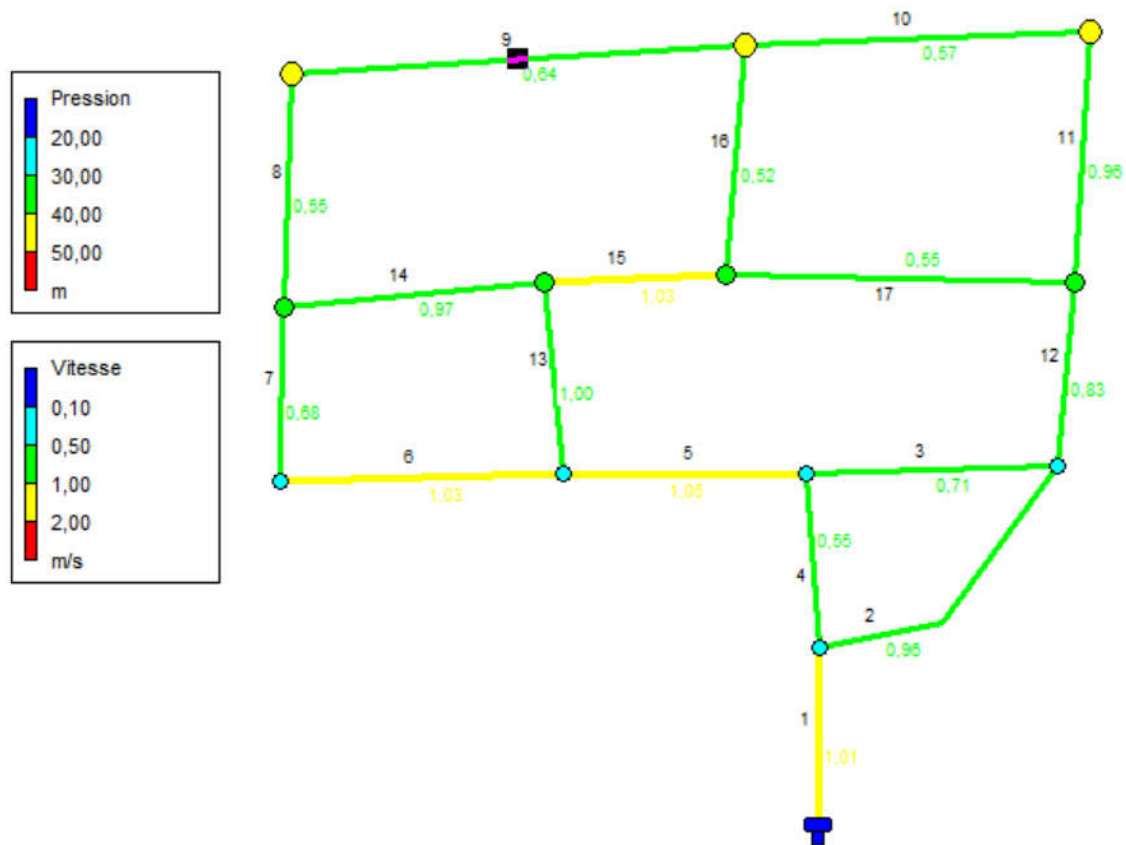


Figure V. 6: Schéma des vitesses

V.9.Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présente le type de notre réseau et on a déterminé les diamètres des tronçons en vérifiant les vitesses et les pressions au niveau des tronçons et nœuds ; pour un bon fonctionnement du système d'alimentation en eau potable.

Nous avons fait le dimensionnement du réseau d'étude avec le logiciel EPANET qui donne des résultats plus précis.

Conclusion

Générale

Conclusion générale

Au cours de ce présent travail, nous pensons avoir cerné les différentes phases de réalisation d'un projet d'alimentation en eau potable, ceci dans le but d'atteindre certains objectifs à savoir :

- L'alimentation en eau potable répondant aux besoins de la population.
- La répartition de l'eau et son acheminement vers les localités concernées.

Notre étude a englobé tous les points qui touchent le plan spécifique à la réalisation d'un projet d'alimentation en eau potable. Bien que cette étude de dimensionnement soit faite pour l'horizon 2049.

Après une analyse profonde des différents équipements de la commune Salah Soufi Wilaya de GUELMA, ainsi que l'estimation des besoins en eau de l'agglomération ; on a projeté une conduite d'adduction gravitaire en PEHD PN10Ø140mm et un réservoir avec une capacité de stockage de 350 m³ pouvant répondre aux besoins de l'agglomération jusqu'à l'année 2049, en alimentant gravitairement un réseau de distribution.

Le réseau de distribution est de type maillé composé de conduites non corrosives en polyéthylène haute densité PEHD PN10. A l'aide du logiciel Epanet, nous avons modélisé puis simulé le comportement hydraulique du réseau de distribution de la commune de Salah Soufi.

Cette simulation a permis d'avoir pour toutes les conduites des diamètres optimaux variant entre 63 et 250 mm ainsi que des vitesses qui varient entre 0.52 et 1.05 m/s répondant aux conditions de pression et de vitesse acceptables.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] : Mémoire de fin d'étude Alimentation en eau potable de la ville de Bouchagoufà partir des forages d'Oued el Maiz (Guelma)
- [2] : N.Benzannache2021 cours AEP-licence LMD hydraulique urbaine
- [3] : I.Derbal2022 Mémoire de master Alimentation en eau potable du POS N°07 de la ville d'Oued Zenati, université de 08 Mai 1945.
- [4] : D. Temacini, 2019 Mémoire de Master2 Etude et dimensionnement d'une pompe à boue, Université Mohamed khider – Biskra,
- [5] : A.Dupont : « Hydraulique urbaine », Tome II : Ouvrage de transporte-élévation et distributions des eaux, Edition Eyrolle 1979
- [6] : I.Douakha 2021 Mémoire de Master conception et calcul d'un système d'alimentation en eau potable, cas de pose HadjerMangoub ; université 08 Mai 1945 de GUELMA
- [7] :F.Valiron Gestion des eaux Alimentation en eau et Assainissement, presse de l'école nationale des ponts et chaussées 1989
- [8] : A.Hamdani et M.Igroufa 2017 Mémoire de fin d'étude Master « Etude des réseaux d'AEP du centre de Seddouk et périphérie, Tibouamocine, IghilNdjiber, Sidi Mouffouk et seddoukouadda », université de Bejaia.
- [9] : M.Dorbani cours distribution et collecte des eaux urbaine Master II Hydraulique urbaine
- [10] :Y.Rassoule 2019 Mémoire de Master « Alimentation en eau potable du secteur oussama wilaya de Bédjaia » université de Bejaia.
- [11] : A. Meddour et A. Medini 2021 Mémoire de Master « Etude du réseau d'AEP des deux villages Taourit et Bounaime commune Benidjellil, willaya de Bejaia
- [12] : N. Haffaressas 2019 Mémoire de Master Alimentation en eau potable de nouvelle ville de Oued Zenati université de 08 Mai 1945
- [13] : Epanet 2.0 simulation et qualité pour les réseaux d'eaux sous pression (Manuel d'utilisation 2003)