

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Etude du système d'alimentation en eau potable de la localité d'El Aioun (w. Tarf) .

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0011-19

APA Citation (APA توثيق):

Hadid, Ghozlane (2019). Etude du système d'alimentation en eau potable de la localité d'El Aioun (w. Tarf)[Mem Ing, ENSH].

The digital repository of the Higher National School for Hydraulics "Digital Repository of ENSH" is a platform for valuing the scientific production of the school's teachers and researchers.

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...) and broadcasting it online.

Digital Repository of ENSH is built on the open software platform and is managed by the Library of the National Higher School for Hydraulics.

المستودع الرقمي للمدرسة الوطنية العليا للري هو منصة خاصة بتقييم الإنتاج العلمي لأساتذة و باحثي المدرسة.

يهدف المستودع الرقمي للمدرسة إلى حصر الإنتاج العلمي سواء كان منشورا أو غير منشور (أطروحات، مطبوعات بيداغوجية، مقالات الدوريات، كتب....) و بثه على الخط.

المستودع الرقمي للمدرسة مبني على المنصة المفتوحة و يتم إدارته من طرف مديرية المكتبة للمدرسة العليا للري.

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: conception des systèmes d'alimentation en eau potable

THEME :

ETUDE DU SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA LOCALITE D'EL-AIOUN (W.Tarf)

Présenté par :

HADID Ghozlane

Devant les membres du jury

| Nom et Prénoms | Grade | Qualité |
|-----------------------|--------------|----------------|
| MEDDI Hind | M.C.A | Président |
| DJELLAB Mohamed | M.C.A | Examinateur |
| KHALED/HOULI Samia | M.A.A | Examinatrice |
| SALHI Chahrazed | M.A.A | Examinatrice |
| AMMARI Abdelhadi | M.C.A | Promoteur |

Session Septembre 2019

Remerciements

A l'issu de ce travail, je remercie tout premièrement à DIEU tout puissant pour la volonté, la santé et la patience, qu'il m'a donné durant toutes ces longues années.

Je tiens également à exprimer mes vifs remerciements à :

- ❖ Mon promoteur Mr AMMARI Abdelhadi pour sa compréhension, ses encouragements, son soutien moral et scientifique accordé tout au long de ce travail.*
- ❖ L'ensemble des enseignants pour l'aide qu'ils m'ont apporté et pour leur savoir, leur patience, leur générosité durant mon cycle d'étude*
- ❖ Tous ceux et celles de près ou de loin qui m'ont aidé d'une part ou d'une autre à élaborer mon travail.*

Il me reste à ne pas oublier de remercier tant de personnes, que je ne peux nommer, de peur d'en oublier ; que toutes sachent qu'elles sont bien présentes dans mon esprit et dans mon cœur

Mes respects aux membres du jury qui me feront l'honneur d'apprécier et d'examiner mon étude.

Merci

HADID GHOZLANE

Dédicace

Je dédie ce travail :

*Avant tout à mes chers parents Farouk et Houria,
qui m'ont soutenus durant toutes ces années de
formation.*

*À tous mes proches de la famille HADID et plus
particulièrement, ma sœur Nour el houda À tous
mes chers amis et mes collègues de*

l'ENSH -BLIDA-.

*En un mot à tous les gens qui ont contribué ma
réussite de près ou de loin.*

HADID GHOZLANE

ملخص:

مذكرة نهاية الدراسة تهدف إلى تزويد التجمع السكاني لمنطقة العيون ولاية الطارف بمياه الشرب. عبر هذه الدراسة تم انجاز شبكة توزيع المياه الصالحة لشرب للمنطقة المعنية حيث اشتملت هذه الأخيرة على عدة مراحل ، في أول الأمر حاولنا إعطاء نظرة عامة حول المنطقة من أجل تقييم حاجيات السكان، التطور الديموغرافي ،البنيات التحتية(الخزانات وشبكة التوزيع). بعد ذلك تطرقنا إلى انجاز شبكة توزيع جديدة من أجل تلبية حاجيات السكان المتزايدة للماء (أفق 2050) من حيث الكم والنوع. و في آخر الأمر قمنا بإعطاء اقتراحات و حلول لمختلف المشاكل التي واجهناها و بذلك تم تحسين الخدمات المطلوبة من حيث مياه الشرب للمنطقة.

Résumé :

Notre mémoire de fin d'étude a pour but l'alimentation en eau potable de l'agglomération de la commune EL-AIOUN wilaya de TAREF. Cette présente étude vise à projeter un réseau d'alimentation en eau potable de l'agglomération d'EL-AIOUN, ce dernier a été élaboré en plusieurs étapes, en premier on a traité la situation actuelle de la ville de façon à ressortir les besoins en eau potable, l'évolution démographique, l'état de ses ouvrages hydrauliques tels que les réservoirs de stockage et le fonctionnement du réseau actuel, en suite on s'est consacré uniquement à l'élaboration et au développement du nouveau réseau d'AEP de façon à mieux desservir les habitants. En suite on a fait la simulation hydraulique de notre réseau a fin de répondre qualitativement et quantitativement aux besoins croissants de la population (à l'horizon2050).Enfin on a donné des recommandations et solutions des problèmes rencontrés pour améliorer mieux l'alimentation en eau potable de la ville et satisfaire les différents consommateurs .

Abstract:

The memoir of our last studies take on purpse the water supply of the agglomeration EL-AIOUN (Taref). This latter ame to project a network of water supply , it has been elaborated in many steps, first we treated the current situation of the city in ordre to take out again the need in water, the demographique evolution,the state of hydraulics substructures such as tanks and the curent network working, and then we only consecrated at the achievement and the developpement of aep network in the way to butter disturbed the water to population ,then we did the hydraulique simulation of our network in order to reply qualitatively and quantitatively at the growing needs of the population (at the horizon 2050). At least we gave recommendations and solutions of the problems met to ameliorate better the water supply of the city and satisfy subscribers.

Sommaire

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

| | |
|--------------------------------|----|
| I.1 Introduction : | 14 |
| I.2. Situation géographique : | 14 |
| Figure I.1 | 14 |
| I.3. Situation topographique : | 15 |
| I.4.Situation climatologique : | 16 |
| I.4.1. Le climat : | 17 |
| I.4.2.Température : | 17 |
| I.4.3.Humidité : | 17 |
| I.4.4.Pluviométrie : | 17 |
| I.4.5.Vents : | 18 |
| I.5 Géologie : | 18 |
| I.6 Sismicité : | 18 |
| I.7.1.Population : | 19 |
| I.8.1.Source d'alimentation : | 19 |
| I.8.2.Ouvrages de stockage : | 19 |
| I.9.Réseau de distribution : | 19 |
| I.10.Conclusion : | 20 |

Chapitre II : Estimation des besoins

| | |
|--|----|
| II.1.Introduction : | 22 |
| II.2.Evolution de la population : | 22 |
| II.3.Catégorie des besoins en eau potable : | 22 |
| II.3.1. Besoins domestiques : | 22 |
| II.3.2.Besoins incendies : | 22 |
| II.3.3.Besoins sanitaires : | 22 |
| II.3.4.Besoins publics : | 23 |
| II.4. Estimation des besoins : | 23 |
| II.4.1.Choix de la norme unitaire de la consommation : | 23 |
| II.4.2.Détermination de la consommation moyenne : | 23 |
| II.5.Calcul des besoins en eau : | 23 |
| II.5.1.Besoins domestiques : | 24 |

| | |
|---|----|
| II.5.2.Besoins scolaires | 23 |
| II.5.3.Besoins sanitaires | 23 |
| II.5.4.Besoins socioculturels | 23 |
| II.5.5.Besoins commerciaux | 24 |
| II.5.6.Besoins administratifs | 24 |
| II.5.7.Fuite et gaspillage : | 24 |
| II.6.Consommation en eau totale moyenne : | 24 |
| II.7.Variation de la consommation : | 24 |
| II.8.Etude de variation des débits journalier : | 25 |
| II.9. Etude de la variation des débits horaires : | 26 |
| II.9.1. La détermination de débit de pointe : | 26 |
| II.10.Conclusion : | 26 |

Chapitre III : Etude des variantes du réseau d'alimentation en eau

| | |
|--|----|
| III.1.Introduction : | 27 |
| III.2.Classification des réseaux de distribution : | 27 |
| III.2.1.Le réseau maillé : | 27 |
| III.2.2.Le réseau ramifié : | 27 |
| III.2.3.Réseaux étagés : | 27 |
| III.3.Conception d'un réseau : | 27 |
| III.4.Choix du type de matériaux : | 27 |
| III.5.Proposition de la variante : | 28 |
| III.6.Détermination des débits de dimensionnement Pour l'horizon 2050..... | 28 |
| III.6.1.Cas de pointe : | 28 |
| III.6.1.1.Débit en route : | 28 |
| III.6.1.3.Le débit route pour chaque tronçon | 28 |
| III.6.1.4.Débits aux nœuds (nodaux) : | 29 |
| III.6.2.Cas des heurs creuses : | 30 |
| III.6.2.1.Débit en route | 30 |
| III.6.2.2.Le débit spécifique..... | 30 |
| III.6.2.3.Le débit route pour chaque tronçon | 31 |
| III.6.2.4.Débits aux nœuds (nodaux) : | 31 |
| III.6.3.Cas de pointe plus incendie : | 32 |
| III .7.Simulation du réseau par le logiciel WATER CAD : | 33 |

| | |
|--|----|
| III.7.1.Description du logiciel WATER CAD : | 33 |
| III.7.2.Fonction et application : | 33 |
| III.7.3.Résultat de la simulation du réseau a l’horizon 2050 : | 33 |
| III.9.Conclusion..... | 62 |

Chapitre IV : Etude de stockage

| | |
|--|----|
| IV.1.Introduction : | 64 |
| IV.2. Les rôles des réservoirs : | 64 |
| IV.3.Emplacement des réservoirs : | 64 |
| IV.4.Classification des réservoirs : | 65 |
| IV.5.Aménagements interne des réservoirs : | 65 |
| IV.6.Équipements des réservoirs : | 66 |
| IV.7.Recommandations diverses : | 67 |
| IV.8.Capacité de réservoir : | 67 |
| IV.8.1.La méthode graphique : | 67 |
| IV.8.2.La méthode analytique : | 67 |
| IV.9.Besoins en stockages : | 69 |
| IV.10.Bilan de stockage : | 69 |
| IV.11.Conclusion : | 69 |

Chapitre V : Etude d'adduction et de pompage

| | |
|--|----|
| V.A Etude d’adduction | 71 |
| V.1.Introduction: | 71 |
| V.2Définition: | 71 |
| V.3.Classification : | 71 |
| Adduction gravitaire : | 71 |
| Adduction mixte : | 71 |
| V.4.Matériau des conduites : | 71 |
| V.4.1.Tuyaux en fonte ductile : | 72 |
| V.4.2.Poly éthylène : | 72 |
| Les qualités principales de ce tuyau sont : | 72 |
| V.4.3.L’acier : | 73 |
| V.5.Choix du matériau : | 73 |
| V.6.Proposition de la variante : | 73 |
| V.7.Etude technico-économique de l’adduction : | 73 |
| V.7.1.Etude de l’adduction par refoulement : | 73 |
| V.7.2.Etude de l’adduction gravitaire : | 76 |

| | |
|---|-----|
| V.7.3.Détermination de diamètre économique des conduite de refoulement :..... | 77 |
| V.8.Conclusion:..... | 84 |
| V.8.Introduction: | 85 |
| V.9.Choix de la pompe :..... | 85 |
| V.10.Point de fonctionnement de la pompe : | 85 |
| V.11.Courbe caractéristiques de la conduite de refoulement :..... | 85 |
| V.12.Station de pompage OUM-ETBOUL :..... | 86 |
| V.12.1.Courbe caractéristiques de la conduite de refoulement :..... | 87 |
| V.13.Station de pompage EL-BAYADA :..... | 88 |
| V.13.1.Refoulement SPBAYADA –RV2*150m ³ :..... | 88 |
| V.13.2.Refoulement SPBAYADA –RV80m ³ :..... | 90 |
| V.14.Conclusion : | 92 |
| Chapitre VI : Protection de la conduite | |
| VI.1.Introduction :..... | 94 |
| VI.2Définition du coup de bélier : | 94 |
| VI.3.La protection des conduites contre le coup de bélier | 94 |
| VI.3.1.Causes de coup de bélier : | 94 |
| VI.3.2.Les risques dus au coup de bélier | 94 |
| VI.3.3Description du phénomène | 94 |
| VI.3.4.Protection de la conduite gravitaire contre le coup de bélier : | 96 |
| VI.4.Dimensionnement des réservoirs d'air : | 97 |
| VI.5.Volume du réservoir d'aire par la méthode de PEUCH ET MEUNIER : | 98 |
| VI.5.1.Protection de la conduite en refoulement contre la dépression :..... | 98 |
| VI.5.2.Protection contre la surpression : | 102 |
| VI.6.Conclusion :..... | 103 |
| Chapitre VII : Management du projet | |
| VIII.1.Introduction | 105 |
| VIII.2 Les différents types de pose des canalisations | 105 |
| VII.3.Les différents travaux de mises en place des canalisations : | 105 |
| VII.3.1.Implantation du tracé des tranchées sur le terrain :..... | 105 |
| VII .4. EVALUATION DU PROJET : | 110 |
| VII .5.1 Devis estimatif et quantitatives | 110 |
| VII.6.Conclusion :..... | 111 |
| Conclusion générale | 112 |
| Référence bibliographique | 114 |
| Annexes | |

Liste des tableaux

Chapitre I :

| | |
|--|---|
| Tableau I.1: Températures moyennes mensuelles en C° | 2 |
| Tableau I.2: Températures moyennes mensuelles en C° | 2 |
| Tableau I.3: Vitesses moyennes mensuelles des vents en m/s. | 3 |

Chapitre II :

| | |
|---|----|
| Tableau II.1: Evolution de population | 5 |
| Tableau II.2 :besoins domestiques..... | 6 |
| Tableau II.3 :besoins scolaires..... | 7 |
| Tableau II.5 : besoins socioculturels..... | 7 |
| Tableau II.6 : besoins commerciaux..... | 7 |
| Tableau II.7 : besoins administratifs | 8 |
| Tableau II.8 : consommation en eau totale moyenne | 8 |
| Tableau II.9 : consommations maximales journalières | 10 |
| Tableau II.10 : variations des débits horaire | 10 |

Chapitre III :

| | |
|---|----|
| Tableau III.1 : Les débits nodaux | 14 |
| Tableau III.1 : Les débits nodaux (suite) | 15 |
| Tableau III.1 :débit spécifique dans les heurs creuse | 17 |
| Tableau III.1 : les débits nodaux | 17 |
| Tableau III.1: les débits nodaux..... | 19 |
| Tableau III.1: Les débits nodaux | 21 |
| Tableau III.1 :L'état des nœuds..... | 23 |
| Tableau III.3: L'état des tronçons..... | 24 |
| Tableau III.6:L'état des tronçons (suite) | 25 |
| Tableau III.13 : L'état des nœuds | 35 |
| Tablea III.14 :état des nœuds (suite) | 36 |
| Tableau III.15: L'état des tronçons | 36 |
| Tableau III.16: L'état des tronçons (suite) | 37 |
| Tableau III.19:Etat des nœuds. | 41 |
| Tableau III.20:L'état des nœuds (suite). | 42 |
| Tableau III.21: L'état des tronçons | 43 |
| Tableau III.23: L'état des tronçons (suite)..... | 45 |

Chapitre IV :

| | |
|--|----|
| Tableau IV.1 : Détermination de la capacité de stockage totale | 53 |
| Tableau IV.1 : Besoins en stockages. | 54 |
| Tableau IV.2 : Bilan de stockage | 54 |

Chapitre V :

| | |
|---|----|
| Tableau V.1 : Coefficients K' , m , pour différents types de tuyau..... | 60 |
| Tableau V.2: Calcul de la HMT du tronçon SP OUM ETBOUL- RV100 m ³ | 61 |
| Tableau V.3: Calcul des frais d'amortissement du tronçon SP OUM ETBOUL-RV1000 | 62 |
| Tableau V.4 : Calcul des frais d'exploitation du SP OUM ETBOUL-RV1000 m ³ | 62 |
| Tableau V.5 : Bilan du tronçon SP OUM ETBOUL-RV1000m ³ | 62 |
| Tableau V.6 : Calcul de la HMT du tronçon SP BAYADA-RV 2*150m ³ | 63 |
| Tableau V.7: Calcul des frais d'amortissement du tronçon SP BAYADA-RV2*150m..... | 64 |
| Tableau V.8: Calcul des frais d'exploitation du SP BAYADA- RV2*150m ³ | 64 |
| Tableau V.9: Bilan du tronçon SP BAYADA- RV 2*150m ³ | 64 |
| Tableau V.10: Calcul de la HMT du tronçon SP BAYADA-RV 80m ³ | 65 |
| Tableau V.11: Calcul des frais d'amortissement du tronçon SP BAYADA-RV80m ³ | 66 |
| Tableau V.12: Calcul des frais d'exploitation du SP BAYADA –RV80m ³ | 66 |
| Tableau V.13 : Bilan du tronçon SP BAYADA-RV80m ³ | 66 |
| Tableau V.14: représente les caractéristiques de la conduite gravitaire (Tronçons RV1000m ³ SP BAYADA) | 67 |
| Tableau V.15 : les caractéristiques des pompes | 70 |
| Tableau V.16 : les caractéristiques de la conduite de refoulement..... | 71 |
| Tableau V.17 : les caractéristiques des pompes | 72 |
| Tableau V.18 : les caractéristiques de la conduite de refoulement | 73 |
| Tableau V.19 : les caractéristiques des pompes..... | 74 |
| Tableau V.20 : les caractéristiques de la conduite de refoulement..... | 74 |

Chapitre VI :

| | |
|---|----|
| Tableau VI.1 : Les caractéristiques des différents tronçons de l'adduction de refoulement... 82 | 82 |
| Tableau VI.2 : Détermination des valeurs K pour chaque tronçon..... | 82 |
| Tableau VI.3 : Détermination des valeurs A pour chaque tronçon..... | 82 |
| Tableau VI.4 : Détermination du B pour le tronçon SPOUMETBOUL-RV100m ³ | 83 |
| Tableau VI.5 : Détermination du B pour le tronçon: SPbayada-RV2*150 côte..... | 83 |
| Tableau VI.6 : Calcul des volumes d'air pour chaque tronçon..... | 84 |
| Tableau VI.7 Calcul des volumes d'air maximal pour chaque tronçon..... | 84 |
| Tableau VI.8: Choix des réservoirs d'air à volume normalisé pour chaque tronçon..... | 84 |
| Tableau VI.9 : les volumes du réservoir d'air normalisés | 84 |
| Tableau VI.11: résultats tirés de l'abaque de Dubin et Guéneau Tronçon..... | 85 |

Chapitre VII :

| | |
|--|----|
| Tableau VII.1 :volume déblai et volume décapé | 88 |
| Tableau VII.2 : volume remblais et du sable | 89 |
| Tableau VII.3 : Devis estimatif et quantitatives de canalisation | 92 |

Liste des figures :

Chapitre I :

| | |
|---|---|
| Figure I.1 : carte de la situation géographique de El-Aioun | 1 |
| Figure I.2 : précipitation | 3 |

Chapitre III :

| | |
|---|----|
| Figure III.3 : L'état des nœuds | 33 |
| Figure III.4: L'état des tronçons..... | 34 |
| Figure III.5: L'état des nœuds | 39 |
| Figure III.6 :L'etat des tronçons | 40 |
| Figure III.8 :l'état des tronçons..... | 47 |

Chapitre IV :

| | |
|--|----|
| Figure IV.1 : Les chicanes | 51 |
| Figure IV.2 : Les équipements de réservoirs..... | 51 |

Chapitre V :

| | |
|--|----|
| Figure V.1: Bilan des frais d'amortissement et d'exploitation (Tronçon SP OUM ETBOUL RV1000m3)..... | 63 |
| Figure V.2: Bilan des frais d'amortissement et d'exploitation (Tronçon SP BAYADA- RV2*150m3) | 65 |
| Figure V.3: Bilan des frais d'amortissement et d'exploitation (Tronçon SPBAYADA- RV80m3) | 67 |
| Figure V.4: les courbes caractéristiques de la pompe choisie | 70 |
| Figure V.5 :la courbe caractéristique de la pompe(H-Q) et la conduite (Hc-Q)..... | 71 |
| Figure V.6: les courbes caractéristiques de la pompe choisie | 72 |
| Figure V.7: la courbe caractéristique de la conduite et la Courbe caractéristique de la pompe | 73 |
| Figure V.8: les courbes caractéristiques de la pompe choisie | 74 |
| Figure V.9: la courbe caractéristique de la pompe et la courbe de la conduite..... | 75 |

Chapitre VI :

| | |
|-------------------|----|
| Figure VI.1 | 77 |
| Figure VI.2 | 77 |
| Figure VI.3 | 78 |
| Figure VI.4 | 78 |

Figure.VI.05 : Profil en long et l'enveloppe des dépressions..... 81

Chapitre VII :

Figure VII.1: Schéma d'une tranchée avec une conduite circulaire..... 88

Figure VII.2: Pelle hydraulique90

Figure VII.3: Chargeur90

Figure VIII-13 :schéma du réseau à nœud96

Liste des planches :

PLANCHE N°1 : Plan de masse de la commune EL-AIOUN

PLANCHE N°2 : Réseau de distribution de la commune EL-Aioun

PLANCHE N°3 : Profile en long de la conduite gravitaire RV-SP Bayada

PLANCHE N°4 : Schéma vertical de système d'AEP de la commune EL-Aioun

PLANCHE N°5 : Plan de réservoir de tête 1000 m³.

PLANCHE N°6 : Les accessoires dans un système d'AEP.

Introduction générale

Introduction général :

L'eau est un élément vital pour la survie et le développement social et économique du pays, il est parmi les richesses naturelles les plus précieuses du monde.

L'approvisionnement en eau potable est l'un des services les plus indispensables dans l'échelle de développement des sociétés, dont le fonctionnement efficace est d'une importance primordiale pour permettre leur croissance et une réalisation significative de leurs plans et objectifs

L'objectif de ce modeste travail est l'étude de système d'alimentation en eau potable de la commune EL-AIOUN (wilaya EL-TAREF) .Pour cela nous allons :

- Tout d'abord, faire une estimation des besoin et la détermination de la variation des débits
- Ensuite, projeter et dimensionner le réseau de distribution après avoir vérifier le stockage des eaux
- Par ailleurs, dimensionnement d'une façons technico-économique les ouvrages nécessaire et assurer la protection de ces ouvrages
- Enfin, les perspectives pour un bon déroulement et organiser des travaux.

Et nous terminerons, notre travail par une conclusion générale.

Chapitre I :

Présentation de la

zone d'étude

I.1 Introduction :

L'objectif de ce chapitre est de présenter les différentes données qui sont nécessaires à l'élaboration du projet d'AEP de ladite commune. Ces données que nous devons collecter concernent les caractéristiques de la structure de l'agglomération notamment le plan de masse, celles de la population ainsi que la situation hydraulique du système actuel la source d'eau. D'autres données seront prises également en considération pour mener à bien le projet d'AEP afin de satisfaire les besoins en eau des différentes catégories de consommateurs.

I.2. Situation géographique :

La commune d'El-Aioun, fait partie de la wilaya d'El taref. Elle est administrativement limitée par :

- ◆ **Au Nord** : par commune Souarakh.
- ◆ **A l'Est** : par commune Raml souk et lac Tonga.
- ◆ **Au Sud** : par la frontière tunisienne.
- ◆ **A l'Ouest** : par la frontière tunisienne.

La commune El-Aioun est située au Nord-ouest de la ville El- Kala (chef-lieu de daïra) a environ 20km.



Figure I.1 : carte de la situation géographique de El-Aioun (Source : Google Maps)

I.3. Situation topographique :

La commune El-Aioun est caractérisée par un relief dont la pente est moyenne. L'altitude atteint 263 m. Elle est située à une Latitude de 36° 52' 15" Nord et une Longitude de 8° 35' 47" Est.

I.4.Situation climatologique :

I.4.1. Le climat :

Le climat de la région est tempéré et chaud. L'hiver à El Aioun se caractérise par des précipitations plus importantes qu'en été. D'après Köppen et Geiger, le climat y est classé Csa. La température moyenne annuelle à El Aioun est de 17.1 °C. Chaque année, les précipitations sont en moyenne de 929 mm

I.4.2.Température :

Les relevés de températures ont été effectués à partir de la station climatologique, situées près du site d'étude.

Le tableau I.1 illustre les différentes températures de la station sur dix (10) ans (2000-2010).

Tableau I.1: Températures moyennes mensuelles en C°

| moi | S | O | N | D | J | F | M | A | M | J | Jt | At | Moy |
|-------------|-----|------|------|-----|-----|------|----|------|------|------|------|----|------|
| Température | 23. | 19.1 | 14.4 | 10. | 9.5 | 10.1 | 12 | 14.4 | 17.8 | 22.2 | 25.2 | 26 | 17.1 |

(Source :ANRH Annaba)

I.4.3.Humidité :

Le tableau montre que la variation au cours de l'année en général est peu significative au niveau de la station des Salines avec de faibles variations hivernales et estivales

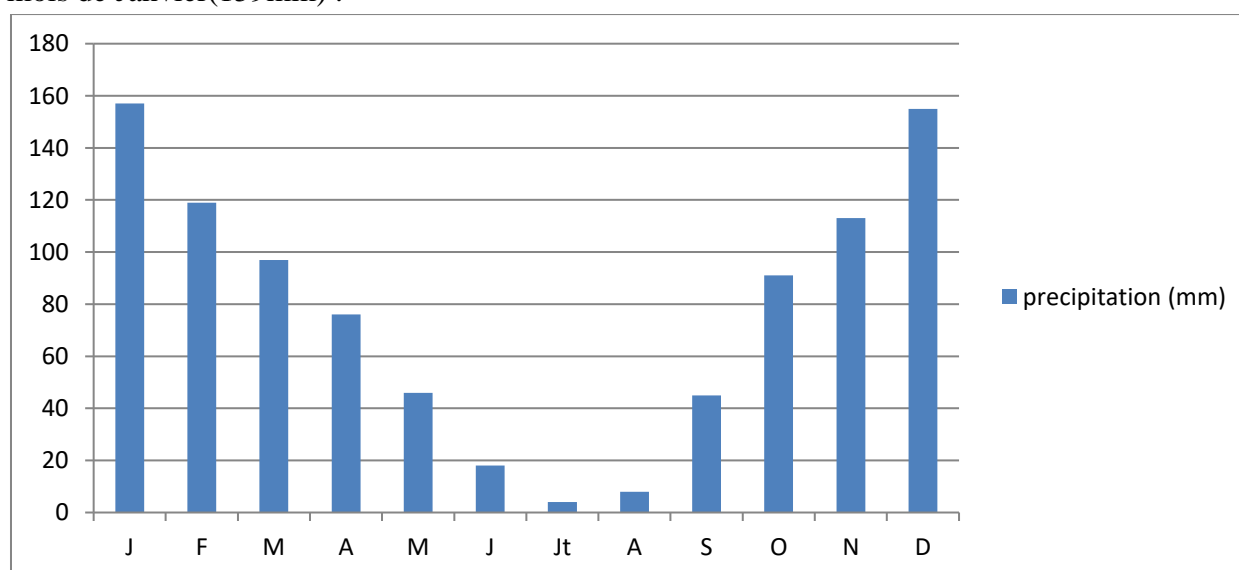
Tableau I.2: Humidité relative moyennes mensuelles en %(2001-2010)

| Mois | Jan | Fev | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil | Août | Sep | Oct | Nov | Dec |
|-------------|------|------|------|-------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| L'humidité% | 76.9 | 76.9 | 74.5 | 74.4 | 75 | 72.6 | 70.7 | 70.5 | 71.4 | 74.1 | 75.5 | 76.2 |

(source :ANRH Annaba)

I.4.4.Pluviométrie :

Les précipitations interannuelle moyennes au cours du des année (2001-2010) les plus élevées sont observées entre le mois de décembre et janvier avec un maximum enregistré au mois de Janvier(159mm) .



(Source :ANRH Annaba)

Figure I.2 : précipitation (2001-2010)

I.4.5.Vents :

Les vents les plus violents se manifestent en hiver et les plus faibles en été. La direction des vents prédominants est : Nord-Ouest et Sud-est.

Tableau I.3: **Vitesses moyennes mensuelles des vents en m/s.**

| Mois | J | F | M | A | M | J | Jt | At | S | O | N | D |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Vitesse (m/s) | 3.9 | 3.9 | 3.7 | 3.9 | 3.6 | 3.9 | 4.0 | 3.8 | 3.7 | 3.3 | 3.9 | 4.1 |

I.5 Géologie :

Son sous-sol est essentiellement constitué de terrains sédimentaires s'étageant de l'Eocène au Néo-Pléistocène, à forte proportion de roches plus au moins perméables.

I.6 Sismicité :

Du point de vue sismique, l'Algérie est divisée en trois (04) zones sismiques :

- ✓ Zone 0 : sismicité négligeable
- ✓ Zone I : sismicité faible
- ✓ Zone II : sismicité moyenne
- ✓ Zone III : sismicité élevée

La commune de EL-Aioun est caractérisée par une sismicité moyenne (Zone II a)

I.7. Situation Démographique :**I.7.1.Population :**

D'après le recensement de 2008, la population du chef-lieu de la commune El-Aioun s'élève à 6473 habitants avec un taux d'accroissement de 1,76% (source DPAO).

I.8.Situation hydraulique :**I.8.1.Source d'alimentation :**

Le centre d'EL Aioun est alimenté en eau potable à partir de la station de pompage OUM ETBOUL qui refoule un débit de 29.22 l/s

I.8.2.Ouvrages de stockage :

Les ouvrages de stockage qui concernent l'AEP de la commune de l'AIOUN comprennent :

- -Un réservoir de volume 1000 m³, semi enterré, situé a une cote de 100.2 m NGA au centre d'El-Aioun .
- Un réservoir de type jumelé, semi enterré de volume 2*150 m³ situé a une cote de 97 m NGA à El-Hammam.
- Un réservoir enterré, de volume 80 m³.

I.9.Réseau de distribution :

Le réseau de distribution actuel est de type maillé comprenant quatre mailles , n'arrive pas a satisfaire les besoins en eau de terme de pression et de débit pour les différents consommateurs rencontrer dans cette agglomération .Par ailleurs, le réseau est d'un état vétuste, sous dimensionner provoquant plusieurs fuite a travers les quartiers.

I.10.Conclusion :

A travers ce chapitre, nous avons présenté d'une façon plus en détail les données qui sont nécessairement utiles à l'élaboration et la conception d'un système d'AEP futur capable de satisfaire les besoins en eau de notre agglomération.

Chapitre II :

Estimation des

besoins en eau

II.1.Introduction :

L'estimation des besoins en eau d'une agglomération dépend d'une norme fixée pour chaque catégorie de consommateur .Cette norme unitaire (dotation) est définie comme un rapport entre le débit journalier de l'unité de consommation.

L'objectif de ce chapitre est de faire une estimation en eau de la zone d'étude basée sur la population et son taux d'accroissement jusqu'à l'horizon future ainsi que la dotation des différents équipements.

II.2.Evolution de la population :

Pour la détermination du nombre d'habitants à différents horizons, il a été procédé à l'application de la relation des accroissements géométriques, qui s'écrit comme suit :

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

Avec:

- P_n : Population future
- P_0 : Population actuelle.
- t : Taux d'accroissement (**1.76 %**) (source PDAO).
- n : Nombre d'années projetées.

Les résultats de calcul sont illustrés dans le tableau ci-dessous.

Tableau II.1: Evolution de population

| Horizon | 2008 | 2019 | 2050 |
|------------|------|------|-------|
| population | 5343 | 6473 | 11118 |

II.3.Catégorie des besoins en eau potable :[8]

Au niveau de cette agglomération intéressée par le projet d'AEP, nous constatons l'existence de différentes catégories de consommateurs à l'horizon actuel et futur, dont nous sommes contraints à décrire leurs besoins en eau y correspondant a savoir :

II.3.1. Besoins domestiques :[1]

On entend par besoin domestique, l'utilisation de l'eau destinée à la boisson, la préparation des repas, le lavage de la vaisselle, du linge, la douche et aussi l'arrosage des jardins.

Les besoins domestiques dépendent du développement des installations sanitaire et les habitudes de la population

II.3.2.Besoins incendies :[1]

Dans toute agglomération, il est nécessaire de tenir compte d'une quantité d'eau pour la lutte contre l'incendie qui sera localisée et matérialisée soit dans les réservoirs soit dans la bache d'eau isolée .

II.3.3.Besoins sanitaires :[1]

Ils comprennent l'utilisation de l'eau pour :le lavage des cours , baignoire , douche ,WC...etc.

II.3.4.Besoins publics :[1]

C'est une quantité d'eau destinée pour :le nettoyage des marchés, nettoyage des caniveaux, hôpitaux ...etc.

II.4. Estimation des besoins :**II.4.1.Choix de la norme unitaire de la consommation** :[1]

La quantité d'eau nécessaire à l'alimentation d'une agglomération est généralement évaluée, selon le type de consommateur, en litre par habitant et par 24 heures, par carré de surface de végétaux, par mètre cube, par tonne de productivité, par tête d'animal, par véhicule.....etc. Cette quantité d'eau s'appelle la norme de consommation. Cette dernière dépend de certains critères dont les principaux sont :

- Le niveau de vie de la population
- Le nombre d'habitants.
- Le développement urbain de la ville.
- L'existence de la ressource.
- Les habitudes de la population.

La superficie qui concernée d'étude de ce projet est de type urbain et par conséquent, la norme de dotation unitaire journalière est fixé est de 150 l/j/hab ; néanmoins, le dimensionnement du réseau à l'horizon projeté se fera sur la base d'une dotation de 200 l/j/hab, en tenant compte du développement en cours que connaît la commune en question, tous secteurs confondus et sur différents programmes d'investissements.

II.4.2.Détermination de la consommation moyenne :

Tout dimensionnement d'un système d'AEP doit faire face à la détermination du débit moyen journalier qui est donné par la formule suivante :

$$Q \text{ moy/j} = \frac{D \times N}{1000} \quad (\text{II.2})$$

Avec :

- $Q_{\text{moy/j}}$: Débit moyen journalier (m^3/j).
- N: nombre d'habitants (hab).
- D : Dotation (L/j/hab).

II.5.Calcul des besoins en eau :**II.5.1.Besoins domestiques :**

le tableau suivant représente les besoins domestiques

Tableau II.2 : besoins domestiques

| Années | N ^{bre} d'habitants [hab] | Dotation moyenne [l/j/hab] | Consommation moyenne journalière [m^3 /J] |
|-------------|------------------------------------|----------------------------|---|
| 2019 | 6473 | 150 | 970.95 |
| 2050 | 11118 | 200 | 2223.6 |

II.5.2.Besoins scolaires : le tableau suivant représente les besoins scolaires (horizon 2019)

Tableau II.3 : besoins scolaires

| Désignation | Quantité | N ^{bre} d' écoliers | Dotation (l /j /u) | Consommation Moyenne journalière (m ³ /j) |
|---------------------------|----------|---------------------------------|--------------------|--|
| Ecole primaire | 4 | 300 | 20 | 24 |
| C.E.M | 4 | 250 | 20 | 20 |
| Lycée | 4 | 200 | 20 | 16 |
| Total (m ³ /j) | 60 | | | |

II.5.3.Besoins sanitaires :le tableau suivant représente les besoins sanitaires

Tableau II.4 : besoins sanitaires

| Désignation | Quantité | Dotation (l/J /u) | Consommation Moyenne journalière (m ³ /j) |
|---------------------------|----------|----------------------|--|
| Hopital | 100 lits | 400 | 40 |
| Pharmacie | 2 | 400 | 8 |
| Centre de soins | 3 | 500 | 1.5 |
| Total (m ³ /j) | 49.5 | | |

II.5.4.Besoins socioculturels :le tableau suivant représente les besoins socioculturels

Tableau II.5 : besoins socioculturels.

| Désignation | Quantité | Dotation (l/j/u) | Consommation Moyenne journalière (m ³ /j) |
|-----------------|----------|---------------------|--|
| Mosquée 3 | 1500 | 30 | 45 |
| Centre culturel | 800 | 20 | 16 |
| Bibliothèque 2 | 200 | 20 | 4 |
| Salle omnisport | 100 | 50 | 5 |
| Total | 70 | | |

II.5.5.Besoins commerciaux :le tableau suivant représente les besoins commerciaux

Tableau II.6 : besoins commerciaux

| Désignation | Quantité | Dotation (l/j/u) | Consommation moyenne (m ³ /j) |
|---------------------------|----------|---------------------|--|
| Café | 6 | 600 | 3.6 |
| Restaurant | 6 | 1000 | 6 |
| Boucherie | 5 | 200 | 1 |
| Boulangerie | 4 | 1000 | 4 |
| Marché | 1000 | 10 | 10 |
| Abattoir | 2 | 6000 | 12 |
| Bain public | 350 | 200 | 70 |
| Total (m ³ /j) | 106.6 | | |

II.5.6. Besoins administratifs : le tableau suivant représente les besoins administratifs

Tableau II.7 : besoins administratifs

| Désignation | Quantité | Dotation (l/j/u) | Consommation Moyenne journalière (m ³ /j) |
|---------------------------|----------|------------------|--|
| Siège APC | 20 | 15 | 0.3 |
| Gendarmerie | 40 | 15 | 0.5 |
| Banque | 25 | 15 | 0.375 |
| Protection civile | 50 | 30 | 1.5 |
| Sonelgaz | 20 | 15 | 0.3 |
| Service impôt | 20 | 15 | 0.3 |
| Total (m ³ /j) | | | 3.275 |

II.5.7. Fuite et gaspillage :

Compte tenu des quantités d'eau prévues pour les fuites de réseau de distribution, il est à noter :

- Réseau de distribution bien entretenue, les pertes aboutissent au 25 % de la consommation moyenne journalière.
- Réseau de distribution moyennement entretenue, les pertes sont comprises entre 25 % à 35 de la consommation moyenne journalière.
- Réseau de distribution mal entretenue, les pertes aboutissent ou dépassent les 50 % de la consommation moyenne journalière.

Dans notre cas, les pertes sont de l'ordre de 20%

$$Q_{\text{fuites2050}} = 2512.975 \times 20 \% = \mathbf{502.595} \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_{\text{fuites2019}} = 970.95 \times 20 \% = \mathbf{970.95} \text{ m}^3/\text{j}$$

II.6. Consommation en eau totale moyenne :

Après l'étude des besoins, nous établissons un tableau récapitulatif pour pouvoir calculer le débit Total nécessaire à l'horizon pour le dimensionnement du système D'AEP :

Tableau II.8 : consommation en eau totale moyenne

| Désignation | Consommation moyenne Journalière (m ³ /j) 2050 | Consommation moyenne journalière (m ³ /j) 2019 |
|----------------------|---|---|
| Domestique | 2223.6 | 970.95 |
| Scolaire | 50 | 50 |
| Sanitaire | 49.5 | 49.5 |
| Commerciaux | 106.6 | 106.6 |
| Socioculturel | 80 | 80 |
| Administratif | 3.275 | 3.275 |
| Fuites et gaspillage | 502.595 | 194.19 |
| Total | 3015.57 | 1454.515 |

II.7. Variation de la consommation :

Les débits de consommation sont soumis à plusieurs variations dans le temps, parmi lesquelles nous avons :

-variation annuelles et a long terme.

- variation mensuelles qui est lié au niveau de vie de l'agglomération.
- variation hebdomadaire qui dépend de l'importance de l'agglomération.
- variation horaires qui dépend du régime de consommation de l'agglomération pendant la journée.
- variation journalière qui dépend d'un jour de la semaine ou la consommation et maximal.

II.8. Etude de variation des débits journalier :

Dans tout avant-projet, il est nécessairement utile de connaître le régime de la consommation de l'agglomération qui nous donnera un aperçu, non seulement sur le régime de travail de tous les éléments d'alimentation, mais également sur leur dimensionnement.

Pour projeter un régime de travail d'un système d'alimentation en eau, il faut adopter le graphique de consommation probable. Au cours de l'année, il existe une journée où la consommation est maximale ; de même il existe une journée où la consommation est minimale. Par rapport à la consommation moyenne calculée, nous pouvons déterminer un rapport qui nous indique de combien de fois la consommation maximale est supérieure à la consommation moyenne. Ce rapport est désigné par le terme de coefficient d'irrégularité journalière maximum k_{maxj} .

De même, il existe un coefficient qui nous indique de combien de fois la consommation est inférieure par rapport à la consommation moyenne : ce rapport est appelé coefficient minimum d'irrégularité journalière k_{minj} .

Ainsi, nous pouvons écrire :

$$Q_{maxj} = Q_{moyj} * k_{maxj} \quad [m^3/j]$$

$$Q_{minj} = Q_{moyj} * k_{minj} \quad [m^3/j]$$

Avec :

Q_{moyj} : débit moyen journalier (m^3/j).

Q_{maxj} : débit maximum journalier (m^3/j).

Q_{minj} : débit minimum journalier (m^3/j).

K_{maxj} : varie entre 1.1 à 1.3

Dans notre cas nous prenons $K_{maxj} = 1,3$

K_{minj} : varie entre 0,7 à 0,9

Dans notre cas $K_{minj} = 0,8$

Tableau II.9 : consommations maximales journalières

| Désignation | Q_{moyj} (m^3/j) 2050 | Q_{moyj} (m^3/j) 2019 | k_{maxj} | $Q_{maxj}(m^3/j)$ 2050 | $Q_{maxj}(m^3/j)$ 2019 | k_{minj} | Q_{minj} (m^3/j) 2050 | Q_{min} (m^3/j) 2019 |
|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Domestique | 2223.6 | 970.95 | 1.3 | 2890.68 | 1262.235 | 0.8 | 1778.88 | 1009.78 |
| Scolaire | 50 | 50 | 1.3 | 65 | 65 | 0.8 | 40 | 40 |
| Sanitaire | 49.50 | 49.5 | 1.3 | 64.35 | 64.35 | 0.8 | 39.6 | 39.6 |
| Commerciaux | 106.6 | 106.6 | 1.3 | 138.38 | 138.38 | 0.8 | 85.28 | 85.28 |
| Socioculturel | 80 | 80 | 1.3 | 104 | 104 | 0.8 | 64 | 64 |
| Administratif | 3.275 | 3.275 | 1.3 | 4.2575 | 4.255 | 0.8 | 2.62 | 2.62 |
| Fuite et gaspillage | 502.595 | 194.19 | 1.3 | 653.3735 | 252.447 | 0.8 | 402.076 | 155.352 |
| Total | 3015.57 | 1541.3 | | 3920.241 | 1890.8695 | | 2412.456 | 1396.63 |

II.9. Etude de la variation des débits horaires :

II.9.1. La détermination de débit de pointe :

On utilise la méthode de la variation horaire de la consommation de la ville ELAIOUN, en basant sur le tableau ci-dessous, la variation du débit horaire est exprimée en pourcentage du débit maximal journalier .On doit établir la répartition horaire du débit maximal journalier pour notre ville a l'horizon 2050.

Tableau II.10 : variations des débits horaire

| Heurs | pourcentage (%) | Débits horaire (m/s) | Débits horaire (l/s) | Cumules des % | cumules de Débits horaire (m/s) |
|-------|-----------------|----------------------|----------------------|---------------|---------------------------------|
| 0-1 | 1,5 | 58,804 | 16,334 | % | |
| 1-2 | 1,5 | 58,804 | 16,334 | 1,5 | 16,334 |
| 2-3 | 1,5 | 58,804 | 16,334 | 3 | 32,669 |
| 3-4 | 1,5 | 58,804 | 16,334 | 4,5 | 49,003 |
| 4-5 | 2,5 | 98,006 | 27,224 | 6 | 65,337 |
| 5-6 | 3,5 | 137,208 | 38,113 | 8,5 | 92,561 |
| 6-7 | 4,5 | 176,411 | 49,003 | 12 | 130,675 |
| 7-8 | 5,5 | 215,613 | 59,893 | 16,5 | 179,678 |
| 8-9 | 6,25 | 245,015 | 68,060 | 22 | 239,570 |
| 9-10 | 6,25 | 245,015 | 68,060 | 28,25 | 307,630 |
| 10-11 | 6,25 | 245,015 | 68,060 | 34,5 | 375,690 |
| 11-12 | 6,25 | 245,015 | 68,060 | 40,75 | 443,750 |
| 12-13 | 5 | 196,012 | 54,448 | 47 | 511,809 |
| 13-14 | 5 | 196,012 | 54,448 | 52 | 566,257 |
| 14-15 | 5,5 | 215,613 | 59,893 | 57 | 620,705 |
| 15-16 | 6 | 235,214 | 65,337 | 62,5 | 680,597 |
| 16-17 | 6 | 235,214 | 65,337 | 68,5 | 745,935 |
| 17-18 | 5,5 | 215,613 | 59,893 | 74,5 | 811,272 |
| 18-19 | 5 | 196,012 | 54,448 | 80 | 871,165 |
| 19-20 | 4,5 | 176,411 | 49,003 | 85 | 925,612 |
| 20-21 | 4 | 156,810 | 43,558 | 89,5 | 974,615 |
| 21-22 | 3 | 117,607 | 32,669 | 93,5 | 1018,174 |
| 22-23 | 2 | 78,405 | 21,779 | 96,5 | 1050,842 |
| 23-24 | 1,5 | 58,804 | 16,334 | 98,5 | 1072,622 |
| Total | 100 | 3920,241 | 1088,956 | 100 | 1088,956 |

II.10.Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons étudié la variation de la consommation ainsi que ses caractéristiques. Nous avons localisé que le débit de pointe se situe de 9h à midi .Ce débit sert de base pour le dimensionnement du système d'AEP de notre agglomération.

Chapitre III :
Etude des variantes
du réseau
d'alimentation en
eau

III.1.Introduction :

Après avoir évalué les besoins en eau de la commune EL-AIOUN, nous devons projeter un réseau pour distribuer de l'eau dans le but de satisfaire la demande en débit et en pression des différentes catégories de consommateurs recensés au niveau de l'agglomération tout en exploitant le logiciel WATER CAD.

III.2.Classification des réseaux de distribution :[1]

Les principales classifications des réseaux sont :

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

III.2.1.Le 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.

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, ils sont utilisés en général dans les zones urbaines.

III.2.2.Le réseau ramifié :

Ce type de réseau se présente selon une structure arborescente à partir du nœud à charge fixée assurant la mise sous pression. Cette configuration est justifiée par la dispersion des abonnés. Cependant, ce type de topologie réduit la fiabilité du réseau dans le cas d'une rupture d'une conduite, privant en eau les utilisateurs en aval du point de rupture. Elle caractérise généralement les réseaux de distribution d'eau en milieu rural.

III.2.3.Réseaux étagés :

Le réseau étagé est caractérisé par des différences de niveau très importantes, ce qui fait que la distribution de l'eau par le réservoir donne des fortes pressions aux points bas.

En effet, le réseau exige l'installation d'un réservoir intermédiaire, alimenté par le premier qui permet de régulariser la pression dans le réseau.

III.3.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 d'assurer un service souple et régulier.

III.4.Choix du type de matériaux et de réseau :

Dans ce projet, notre étude se contentera sur l'utilisation de polyéthylène à haute densité (PEHD) vu les avantages qu'elle présente :

- Ils sont disponibles sur le marché.
- Peuvent supporter des pressions importantes.
- Économique sur le transport.
- Leur continuité et leur souplesse

Et pour le réseau, nous avons choisis dans ce projet la réalisation d'une ossature maillée.

III.5. Proposition de la variante :

- **Variante 1 :**

Dans cette première variante, le réseau de distribution fonctionne par le système a contre réservoir c'est-à-dire :

- Dans les heures creuses, le réservoir 1000 m³ et celui de 80 m³ alimentent le réseau et le réservoir 2*150 m³
- Dans les heures de pointes, le réseau sera alimenté par tous les réservoirs.

- **Variante 2 :** dans cette deuxième variante, le réseau de distribution est alimenté a l'aide des trois réservoirs (système a réservoirs de têtes).

III.6. Détermination des débits de dimensionnement Pour l'horizon 2050

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

1. On détermine la longueur de chaque tronçon du réseau maillé ;
2. On calcule le débit en route pendant l'heure de pointe ;
3. On détermine le débit spécifique en considérant le débit en route.

III.6.1. Cas de pointe :

III.6.1.1. Débit en route :

Le débit en route est la différence entre le débit de pointe et le débit concentré ;

$$Q_{rte} = Q_{pte} - \sum Q_{cc} \quad (III.1)$$

²Avec : $\sum Q_{cc} = \sum Q_{inc} = 0$ pas d'industrie dans le périmètre d'étude.

Donc : $Q_{rte} = Q_{pte} = 68.06$ l/s telle que : Q_{cc} si le débit concentré

III.6.1.2. Le débit spécifique : Pour le calcul on admet l'hypothèse selon laquelle les besoins sont répartis régulièrement sur la longueur des réseaux de distribution, pour cette raison on a calculé le débit spécifique Q_{sp} qui est égal à :

$$Q_{sp} = \frac{Q_{rte}}{\sum L_i} \quad (III.2)$$

Avec :

Q_{sp} : Débit spécifique.

$\sum L_i$: Somme des longueurs du réseau de distribution

Le tableau suivant montre le débit spécifique dans les heures de pointe

Tableau III.1 : débit spécifique dans les heures de pointe

| | | |
|-----------------------|---------------------------------|-------|
| Heurs de point | $Q_{point}(l/s)$ | 68.06 |
| | $\sum_{i=1}^{n=100} L_i$ (m) | 17033 |
| | q_{sp} | 0.004 |

III.6.1.3. Le débit route pour chaque tronçon**III.6.1.4. Débits aux nœuds (nodaux) :**

$$Q_{rte} = Q_{sp} \times L_i \quad (III.3)$$

Les débits nodaux sont des débits concentrés en chaque nœud alimentant la population répartie autour de la moitié du tronçon de la conduite ayant en commun les nœuds considérés, ils sont déterminés par la formule suivante

$$Q_{ni} = 0,5 \times \sum q_r + \sum Q_{conc} L/S. \quad (III.4)$$

Avec

Q_{ni} : débit en nœud.

$\sum q_r$: somme des débits en route des tronçons reliés deux nœuds.

Le tableau suivant illustre les débits nodaux :

Tableau III.2 : Les débits nodaux

| Nœuds | Tronçons | Longueurs (Li) | | | | Somme Li(m) | Qsp (l/s) | Qn (l/s) |
|-------|-------------|----------------|-----|-----|-----|----------------|--------------|-------------|
| | | (m) | | | | | | |
| 1 | p3,p2,p4,p1 | 51 | 97 | 583 | 285 | 1016 | 0,004 | 2,26 |
| 2 | p2,p4,p54 | 583 | 285 | 84 | | 952 | | 1,94 |
| 3 | p5, p6 ,p4 | 132 | 121 | 285 | | 538 | | 1,1 |
| 4 | p7,p9,p6 | 322 | 109 | 121 | | 552 | | 1,15 |
| 5 | p3,p8,p12 | 97 | 181 | 157 | | 435 | | 0,89 |
| 6 | p9,p8,p10 | 109 | 181 | 94 | | 384 | | 0,78 |
| 7 | p10,p16,p11 | 94 | 62 | 178 | | 334 | | 0,68 |
| 8 | p11,p12,p13 | 178 | 157 | 346 | | 681 | | 1,39 |
| 9 | p22,p13 | 519 | 346 | | | 865 | | 1,75 |

Tableau III.3 : Les débits nodaux (suite)

| Nœuds | Tronçons | Longueurs (Li) | | | | Somme des Li | Qsp (l/s) | Qn (l/s) |
|-------|-----------------|----------------|-----|-----|-----|--------------|--------------|-------------|
| | | (m) | | | | | | |
| 10 | p14,p24,p24,p19 | 47 | 191 | 287 | 148 | 673 | 0.004 | 1,37 |
| 11 | p14,p15 | 47 | 276 | | | 323 | | 0,66 |
| 12 | p17,p16,p15 | 149 | 62 | 276 | | 487 | | 1 |
| 13 | p37,p17,p18 | 69 | 149 | 158 | | 376 | | 0,77 |
| 14 | p18,p20,p19 | 158 | 378 | 148 | | 684 | | 1,4 |
| 15 | p25,p21,p22 | 50 | 84 | 519 | | 653 | | 1,32 |
| 16 | p21,p22,p24 | 84 | 519 | 287 | | 890 | | 1,15 |
| 17 | p26,p25,p20 | 93 | 50 | 378 | | 521 | | 1,07 |
| 18 | p27,p26,p28 | 462 | 93 | 536 | | 1091 | | 2,23 |
| 19 | p31,p29,p26 | 623 | 156 | 93 | | 872 | | 2,18 |
| 20 | p31,p30,p46 | 623 | 115 | 166 | | 904 | | 1,56 |
| 21 | p30,p40,p70,p32 | 115 | 151 | 149 | 123 | 538 | | 1,1 |
| 22 | p32,p22,p38 | 123 | 519 | 151 | | 793 | | 0,97 |
| 23 | p29,p34 | 156 | 31 | | | 187 | | 0,38 |
| 24 | p34,p28,p35 | 31 | 536 | 138 | | 705 | | 1,44 |
| 25 | p36,p37,p35,p6 | 75 | 69 | 138 | 121 | 403 | | 0,82 |
| 26 | p39,p36,p38 | 121 | 75 | 151 | | 347 | | 0,71 |
| 27 | p40,p39,p41 | 151 | 121 | 120 | | 392 | | 0,8 |
| 28 | p41,p49 | 120 | 111 | | | 231 | | 0,47 |
| 29 | p44,p70,p45 | 137 | 149 | 131 | | 417 | | 0,85 |
| 30 | p44,p46,p47 | 137 | 166 | 236 | | 539 | | 1,1 |
| 31 | p45,p48 | 131 | 81 | | | 212 | | 0,45 |
| 32 | p49,p53 | 111 | 112 | | | 223 | | 0,43 |
| 33 | p48,p50,p51,p52 | 91 | 108 | 104 | 203 | 506 | | 1,03 |
| 34 | p50,p53,p54 | 108 | 112 | 84 | | 304 | | 0,59 |
| 35 | p51,p56,p55 | 104 | 236 | 84 | | 424 | | 0,87 |
| 36 | p57,p55 ;p58 | 84 | 84 | 65 | | 233 | | 0,48 |
| 37 | p57,p59,p61 | 84 | 107 | 81 | | 272 | | 0,55 |
| 38 | p52,p60,p59 | 203 | 37 | 107 | | 347 | | 0,71 |
| 39 | p60,p47 | 37 | 236 | | | 273 | | 0,56 |
| 40 | p61,p62,p63 | 81 | 776 | 120 | | 977 | | 1,99 |
| 41 | p58,p63,p64 | 65 | 120 | 129 | | 314 | | 0,64 |
| 42 | p62,p64,p56 | 776 | 129 | 236 | | 1141 | | 2,33 |
| 43 | p72,p81,p71,p74 | 209 | 729 | 88 | 121 | 1147 | | 2,35 |
| 44 | p72,p75,p73 | 209 | 45 | 221 | | 475 | | 0,73 |
| 45 | p73,p77,p74,p83 | 221 | 84 | 121 | 212 | 638 | | 0,73 |
| 46 | p75,p80,p76 | 45 | 340 | 264 | | 649 | | 1,49 |
| 47 | p76,p77,p78 | 264 | 84 | 47 | | 395 | | 1,1 |

Tableau III.4: Les débits nodaux (suite)

| Nœuds | Tronçons | Longueurs (Li) (m) | | | Somme Li (m) | Qsp (l/s) | Qn (l/s) |
|-------|----------------|--------------------|-----|-----|--------------|-----------|----------|
| 48 | p78,p79,p102 | 47 | 108 | 155 | 310 | 0.004 | 0,92 |
| 49 | p80,p79,p104 | 340 | 108 | 231 | 679 | | 1,03 |
| 50 | p81,p106 | 729 | 472 | | 1201 | | 1,3 |
| 51 | p83,p85 | 212 | 52 | | 264 | | 2,45 |
| 52 | p107,p86 | 52 | 370 | 72 | 494 | | 1,31 |
| 53 | p92,p85,p102 | 226 | 52 | 155 | 433 | | 1,19 |
| 54 | p104,p92,p93 | 231 | 226 | 163 | 620 | | 0,68 |
| 55 | p93,p106,p107 | 163 | 472 | 370 | 1005 | | 1,4 |
| 56 | p108,p13,p114 | 81 | 112 | 217 | 410 | | 0,9 |
| 57 | p109,p117,p110 | 85 | 119 | 367 | 571 | | 0,63 |
| 58 | p110,p112,p111 | 367 | 85 | 120 | 572 | | 0,89 |
| 59 | p111 | 120 | | | 120 | | 0,85 |
| 60 | p113,p112,p114 | 112 | 85 | 217 | 414 | | 0,59 |
| 61 | p113 | 112 | | | 112 | | 0,72 |
| 62 | p115 | 114 | | | 114 | | 0,22 |
| 63 | p116 | 119 | | | 119 | | 0,23 |
| 64 | p106 | 120 | | | 120 | 0,25 | |

III.6.2.Cas des heurs creuses :**III.6.2.1.Débit en route**

Le débit en route est la différence entre le débit de consommation minimale et le débit concentré ;

$$Q_{rte} = Q_{consmin} - \sum Q_{cc} \quad (III.5)$$

Avec : $\sum Q_{cc} = \sum Q_{inc} = 0$ pas d'industrie dans le périmètre d'étude.

Donc : $Q_{rte} = Q_{cons min} = 58,8$ l/s telle que : Q_{cc} si le débit concentré

III.6.2.2.Le débit spécifique

Pour le calcul on admet l'hypothèse selon laquelle les besoins sont répartis régulièrement sur la longueur des réseaux de distribution, pour cette raison on a calculé le débit spécifique

Q_{sp} qui est égal à :

$$Q_{sp} = \frac{Q_{rte}}{\sum L_i} \quad (III.6)$$

Avec :

Q_{sp} : Débit spécifique.

$\sum L_i$: Somme des longueurs du réseau de distribution.

Le tableau suivant montre le débit spécifique dans les heurs creuse

Tableau III.5 :débit spécifique dans les heurs creuse .

| | | |
|--|----------------------------------|---------|
| Heurs de la consommation minimale | $Q_{\text{consmin}}(\text{l/s})$ | 58,8 |
| | $\sum_{i=1}^{n=100} L_i$ (m) | 17033 |
| | $q_{\text{sp}} (\text{l/s})$ | 0.00345 |

III.6.2.3.Le débit route pour chaque tronçon

$$Q_{\text{rte}} = Q_{\text{sp}} \times L_i \quad (\text{III.7})$$

L_i : la longueur du tronçon i

III.6.2.4.Débits aux nœuds (nodaux) :

Les débits nodaux sont des débits concentrés en chaque nœud alimentant la population répartie autour de la moitié du tronçon de la conduite ayant en commun les nœuds considérés, ils sont déterminés par la formule suivante

$$Q_{ni} = 0,55 \times \sum q_r + \sum Q_{\text{conc}} L/S \quad (\text{III.8})$$

Avec Q_{ni} : débit en nœud.

$\sum q_r$: somme des débits en route des tronçons relies deux nœuds.

Le tableau suivant montre les débits nodaux dans les heurs creuses :

Tableau III.6 : les débits nodaux.

| Nœuds | Tronçons | Longueurs (Li) | | | | Somme Li (m) | Qsp (l/s) | Qn (l/s) |
|-------|-----------------|----------------|-----|-----|------|-----------------|-----------|----------|
| | | (m) | (m) | (m) | (m) | | | |
| 1 | p3,p2,p4,p1 | 51 | 97 | 583 | 285 | 1016 | 0.003 | 0,3 |
| 2 | p2,p4,p54 | 583 | 285 | 84 | 952 | 952 | | 0,46 |
| 3 | p5, p6 ,p4 | 132 | 121 | 285 | 538 | 538 | | 0,26 |
| 4 | p7,p9,p6 | 322 | 109 | 121 | 552 | 552 | | 0,28 |
| 5 | p3,p8,p12 | 97 | 181 | 157 | 435 | 435 | | 0,21 |
| 6 | p9,p8,p10 | 109 | 181 | 94 | 384 | 384 | | 0,19 |
| 7 | p10,p16,p11 | 94 | 62 | 178 | 334 | 334 | | 0,16 |
| 8 | p11,p12,p13 | 178 | 157 | 346 | 681 | 681 | | 0,33 |
| 9 | p22,p13 | 519 | 346 | | 865 | 865 | | 0,42 |
| 10 | p14,p24,p24,p19 | 47 | 191 | 287 | 148 | 673 | | 0,33 |
| 11 | p14,p15 | 47 | 276 | | 323 | 323 | | 0,16 |
| 12 | p17,p16,p15 | 149 | 62 | 276 | 487 | 487 | | 0,24 |
| 13 | p37,p17,p18 | 69 | 149 | 158 | 376 | 376 | | 0,18 |
| 14 | p18,p20,p19 | 158 | 378 | 148 | 684 | 684 | | 0,34 |
| 15 | p25,p21,p22 | 50 | 84 | 519 | 653 | 653 | | 0,32 |
| 16 | p21,p22,p24 | 84 | 519 | 287 | 890 | 890 | | 0,28 |
| 17 | p26,p25,p20 | 93 | 50 | 378 | 521 | 521 | | 0,26 |
| 18 | p27,p26,p28 | 462 | 93 | 536 | 1091 | 1091 | | 0,53 |
| 19 | p31,p29,p26 | 623 | 156 | 93 | 872 | 872 | | 0,52 |

Tableau III.7: les débits nodaux (suite).

| Nœuds | Tronçons | Longueurs (Li) (m) | | | Somme Li (m) | Qsp (l/s) | Qn (l/s) |
|-------|-----------------|-----------------------|-----|-----------|-----------------|-----------|----------|
| 20 | p31,p30,p46 | 623 | 115 | 166 | 904 | 0.003 | 0,38 |
| 21 | p30,p40,p70,p32 | 115 | 151 | 149 123 | 538 | | 0,26 |
| 22 | p32,p22,p38 | 123 | 519 | 151 | 793 | | 0,23 |
| 23 | p29,p34 | 156 | 31 | | 187 | | 0,44 |
| 24 | p34,p28,p35 | 31 | 536 | 138 | 705 | | 0,2 |
| 25 | p36,p37,p35,p6 | 75 | 69 | 138 121 | 403 | | 0,17 |
| 26 | p39,p36,p38 | 121 | 75 | 151 | 347 | | 0,19 |
| 27 | p40,p39,p41 | 151 | 121 | 120 | 392 | | 0,11 |
| 28 | p41,p49 | 120 | 111 | | 231 | | 0,2 |
| 29 | p44,p70,p45 | 137 | 149 | 131 | 417 | | 0,26 |
| 30 | p44,p46,p47 | 137 | 166 | 236 | 539 | | 0,11 |
| 31 | p45,p48 | 131 | 81 | | 212 | | 0,1 |
| 32 | p49,p53 | 111 | 112 | | 223 | | 0,25 |
| 33 | p48,p50,p51,p52 | 91 | 108 | 104 203 | 506 | | 0,14 |
| 34 | p50,p53,p54 | 108 | 112 | 84 | 304 | | 0,21 |
| 35 | p51,p56,p55 | 104 | 236 | 84 | 424 | | 0,11 |
| 36 | p57,p55;p58 | 84 | 84 | 65 | 233 | | 0,13 |
| 37 | p57,p59,p61 | 84 | 107 | 81 | 272 | | 0,17 |
| 38 | p52,p60,p59 | 203 | 37 | 107 | 347 | | 0,13 |
| 39 | p60,p47 | 37 | 236 | | 273 | | 0,48 |
| 40 | p61,p62,p63 | 81 | 776 | 120 | 977 | | 0,15 |
| 41 | p58,p63,p64 | 65 | 120 | 129 | 314 | | 0,56 |
| 42 | p62,p64,p56 | 776 | 129 | 236 | 1141 | | 0,56 |
| 43 | p72,p81,p71,p74 | 209 | 729 | 88 121 | 1147 | | 0,18 |
| 44 | p72,p75,p73 | 209 | 45 | 221 | 475 | | 0,17 |
| 45 | p73,p77,p74,p83 | 221 | 84 | 121 212 | 638 | | 0,36 |
| 46 | p75,p80,p76 | 45 | 340 | 264 | 649 | | 0,26 |
| 47 | p76,p77,p78 | 264 | 84 | 47 | 395 | | 0,22 |
| 48 | p78,p79,p102 | 47 | 108 | 155 | 310 | | 0,25 |
| 49 | p80,p79,p104 | 340 | 108 | 231 | 679 | | 0,31 |
| 50 | p81,p106 | 729 | 472 | | 1201 | | 0,59 |
| 51 | p83,p85 | 212 | 52 | | 264 | | 0,31 |
| 52 | p107,p86 | 52 | 370 | 72 | 494 | | 0,28 |
| 53 | p92,p85,p102 | 226 | 52 | 155 | 433 | | 0,16 |
| 54 | p104,p92,p93 | 231 | 226 | 163 | 620 | | 0,34 |
| 55 | p93,p106,p107 | 163 | 472 | 370 | 1005 | | 0,22 |
| 56 | p108,p13,p114 | 81 | 112 | 217 | 410 | | 0,39 |
| 57 | p109,p117,p110 | 85 | 119 | 367 | 571 | | 0,21 |
| 58 | p110,p112,p111 | 367 | 85 | 120 | 572 | | 0,2 |
| 59 | p111 | 120 | | | 120 | | 0,14 |
| 60 | p113,p112,p114 | 112 | 85 | 217 | 414 | | 0,17 |

Tableau III.8 : les débits nodaux (suite)

| Nœuds | Tronçons | Longueurs (Li) (m) | Somme Li (m) | Qsp (l/s) | Qn (l/s) |
|-------|----------|-----------------------|-----------------|-----------|----------|
| 61 | p113 | 112 | 112 | 0.003 | 0,05 |
| 62 | p115 | 114 | 114 | | 0,06 |
| 63 | p116 | 119 | 119 | | 0,06 |
| 64 | p106 | 120 | 120 | | 0,06 |

III.6.3.Cas de pointe plus incendie :

Ce cas est similaire au cas de pointe seulement que les nœud (j-21,j-25) des variantes (1et 2) sont considérés comme les plus défavorables ou nous devons assurer un débit supplémentaire d'incendie (17l/s) pour chaque nœud.

- **Variante 1 :**

Le tableau suivant illustre les débits nodaux dans le cas de pointe plus incendie

Tableau III.9: les débits nodaux.

| Nœuds | Tronçons | Longueurs (Li) (m) | | | | Somme Li (m) | Qsp (l/s) | Qn (l/s) | |
|-------|-----------------|-----------------------|-----|-----|------|-----------------|-----------|----------|------|
| 1 | p3,p2,p4,p1 | 51 | 97 | 583 | 285 | 1016 | 0.004 | 2,26 | |
| 2 | p2,p4,p54 | 583 | 285 | 84 | 952 | 952 | | 1,94 | |
| 3 | p5, p6 ,p4 | 132 | 121 | 285 | 538 | 538 | | 1,1 | |
| 4 | p7,p9,p6 | 322 | 109 | 121 | 552 | 552 | | 1,15 | |
| 5 | p3,p8,p12 | 97 | 181 | 157 | 435 | 435 | | 0,89 | |
| 6 | p9,p8,p10 | 109 | 181 | 94 | 384 | 384 | | 0,78 | |
| 7 | p10,p16,p11 | 94 | 62 | 178 | 334 | 334 | | 0,68 | |
| 8 | p11,p12,p13 | 178 | 157 | 346 | 681 | 681 | | 1,39 | |
| 9 | p22,p13 | 519 | 346 | | 865 | 865 | | 1,75 | |
| 10 | p14,p24,p24,p19 | 47 | 191 | 287 | 148 | 673 | | 673 | 1,37 |
| 11 | p14,p15 | 47 | 276 | | 323 | 323 | | 0,66 | |
| 12 | p17,p16,p15 | 149 | 62 | 276 | 487 | 487 | | 1 | |
| 13 | p37,p17,p18 | 69 | 149 | 158 | 376 | 376 | | 0,77 | |
| 14 | p18,p20,p19 | 158 | 378 | 148 | 684 | 684 | | 1,4 | |
| 15 | p25,p21,p22 | 50 | 84 | 519 | 653 | 653 | | 1,32 | |
| 16 | p21,p22,p24 | 84 | 519 | 287 | 890 | 890 | | 1,15 | |
| 17 | p26,p25,p20 | 93 | 50 | 378 | 521 | 521 | | 1,07 | |
| 18 | p27,p26,p28 | 462 | 93 | 536 | 1091 | 1091 | | 2,23 | |
| 19 | p31,p29,p26 | 623 | 156 | 93 | 872 | 872 | | 2,18 | |
| 20 | p31,p30,p46 | 623 | 115 | 166 | 904 | 904 | | 1,56 | |
| 21 | p30,p40,p70,p32 | 115 | 151 | 149 | 123 | 538 | | 538 | 18,1 |
| 22 | p32,p22,p38 | 123 | 519 | 151 | 793 | 793 | | 0,97 | |
| 23 | p29,p34 | 156 | 31 | | 187 | 187 | | 0,38 | |
| 24 | p34,p28,p35 | 31 | 536 | 138 | 705 | 705 | | 1,44 | |
| 25 | p36,p37,p35,p6 | 75 | 69 | 138 | 121 | 403 | | 403 | 0,82 |
| 26 | p39,p36,p38 | 121 | 75 | 151 | 347 | 347 | | 0,71 | |
| 27 | p40,p39,p41 | 151 | 121 | 120 | 392 | 392 | | 0,8 | |

Tableau III.10 : les débits nodaux (suite)

| Nœuds | Tronçons | Longueurs (Li) (m) | | | | Somme Li (m) | Qsp (l/s) | Qn (l/s) |
|-------|-----------------|-----------------------|-----|-----|------|-----------------|-----------|----------|
| | | | | | | | | |
| 28 | p41,p49 | 120 | 111 | | 231 | 0.004 | 0,47 | |
| 29 | p44,p70,p45 | 137 | 149 | 131 | 417 | | 0,85 | |
| 30 | p44,p46,p47 | 137 | 166 | 236 | 539 | | 1,1 | |
| 31 | p45,p48 | 131 | 81 | | 212 | | 0,45 | |
| 32 | p49,p53 | 111 | 112 | | 223 | | 0,43 | |
| 33 | p48,p50,p51,p52 | 91 | 108 | 104 | 203 | | 506 | 1,03 |
| 34 | p50,p53,p54 | 108 | 112 | 84 | 304 | | 0,59 | |
| 35 | p51,p56,p55 | 104 | 236 | 84 | 424 | | 0,87 | |
| 36 | p57,p55;p58 | 84 | 84 | 65 | 233 | | 0,48 | |
| 37 | p57,p59,p61 | 84 | 107 | 81 | 272 | | 0,55 | |
| 38 | p52,p60,p59 | 203 | 37 | 107 | 347 | | 0,71 | |
| 39 | p60,p47 | 37 | 236 | | 273 | | 0,56 | |
| 40 | p61,p62,p63 | 81 | 776 | 120 | 977 | | 1,99 | |
| 41 | p58,p63,p64 | 65 | 120 | 129 | 314 | | 0,64 | |
| 42 | p62,p64,p56 | 776 | 129 | 236 | 1141 | | 2,33 | |
| 43 | p72,p81,p71,p74 | 209 | 729 | 88 | 121 | | 1147 | 2,35 |
| 44 | p72,p75,p73 | 209 | 45 | 221 | 475 | | 0,73 | |
| 45 | p73,p77,p74,p83 | 221 | 84 | 121 | 212 | | 638 | 0,73 |
| 46 | p75,p80,p76 | 45 | 340 | 264 | 649 | | 1,49 | |
| 47 | p76,p77,p78 | 264 | 84 | 47 | 395 | | 1,1 | |
| 48 | p78,p79,p102 | 47 | 108 | 155 | 310 | | 0,92 | |
| 49 | p80,p79,p104 | 340 | 108 | 231 | 679 | | 1,03 | |
| 50 | p81,p106 | 729 | 472 | | 1201 | | 1,3 | |
| 51 | p83,p85 | 212 | 52 | | 264 | | 2,45 | |
| 52 | p107,p86 | 52 | 370 | 72 | 494 | | 1,31 | |
| 53 | p92,p85,p102 | 226 | 52 | 155 | 433 | | 1,19 | |
| 54 | p104,p92,p93 | 231 | 226 | 163 | 620 | | 0,68 | |
| 55 | p93,p106,p107 | 163 | 472 | 370 | 1005 | | 1,4 | |
| 56 | p108,p13,p114 | 81 | 112 | 217 | 410 | | 0,9 | |
| 57 | p109,p117,p110 | 85 | 119 | 367 | 571 | | 0,63 | |
| 58 | p110,p112,p111 | 367 | 85 | 120 | 572 | | 0,89 | |
| 59 | p111 | 120 | | | 120 | 0,85 | | |
| 60 | p113,p112,p114 | 112 | 85 | 217 | 414 | 0,59 | | |
| 61 | p113 | 112 | | | 112 | 0,72 | | |
| 62 | p115 | 114 | | | 114 | 0,22 | | |
| 63 | p116 | 119 | | | 119 | 0,23 | | |
| 64 | p106 | 120 | | | 120 | 0,25 | | |

- Variante 2 :

Le tableau suivant montre les débits nodaux :

Tableau III.11: Les débits nodaux

| Nœuds | Tronçons | Longueurs (Li) (m) | | | | Somme Li (m) | Qsp (l/s) | Qn (l/s) |
|-------|-----------------|-----------------------|-----|-----|------|-----------------|-----------|----------|
| | | | | | | | | |
| 1 | p3,p2,p4,p1 | 51 | 97 | 583 | 285 | 1016 | 0.004 | 2,26 |
| 2 | p2,p4,p54 | 583 | 285 | 84 | 952 | 1,94 | | |
| 3 | p5, p6 ,p4 | 132 | 121 | 285 | 538 | 1,1 | | |
| 4 | p7,p9,p6 | 322 | 109 | 121 | 552 | 1,15 | | |
| 5 | p3,p8,p12 | 97 | 181 | 157 | 435 | 0,89 | | |
| 6 | p9,p8,p10 | 109 | 181 | 94 | 384 | 0,78 | | |
| 7 | p10,p16,p11 | 94 | 62 | 178 | 334 | 0,68 | | |
| 8 | p11,p12,p13 | 178 | 157 | 346 | 681 | 1,39 | | |
| 9 | p22,p13 | 519 | 346 | | 865 | 1,75 | | |
| 10 | p14,p24,p24,p19 | 47 | 191 | 287 | 148 | 673 | | 1,37 |
| 11 | p14,p15 | 47 | 276 | | 323 | 0,66 | | |
| 12 | p17,p16,p15 | 149 | 62 | 276 | 487 | 1 | | |
| 13 | p37,p17,p18 | 69 | 149 | 158 | 376 | 0,77 | | |
| 14 | p18,p20,p19 | 158 | 378 | 148 | 684 | 1,4 | | |
| 15 | p25,p21,p22 | 50 | 84 | 519 | 653 | 1,32 | | |
| 16 | p21,p22,p24 | 84 | 519 | 287 | 890 | 1,15 | | |
| 17 | p26,p25,p20 | 93 | 50 | 378 | 521 | 1,07 | | |
| 18 | p27,p26,p28 | 462 | 93 | 536 | 1091 | 2,23 | | |
| 19 | p31,p29,p26 | 623 | 156 | 93 | 872 | 2,18 | | |
| 20 | p31,p30,p46 | 623 | 115 | 166 | 904 | 1,56 | | |
| 21 | p30,p40,p70,p32 | 115 | 151 | 149 | 123 | 538 | | 1,1 |
| 22 | p32,p22,p38 | 123 | 519 | 151 | 793 | 0,97 | | |
| 23 | p29,p34 | 156 | 31 | | 187 | 0,38 | | |
| 24 | p34,p28,p35 | 31 | 536 | 138 | 705 | 1,44 | | |
| 25 | p36,p37,p35,p6 | 75 | 69 | 138 | 121 | 403 | | 17,82 |
| 26 | p39,p36,p38 | 121 | 75 | 151 | 347 | 0,71 | | |
| 27 | p40,p39,p41 | 151 | 121 | 120 | 392 | 0,8 | | |
| 28 | p41,p49 | 120 | 111 | | 231 | 0,47 | | |
| 29 | p44,p70,p45 | 137 | 149 | 131 | 417 | 0,85 | | |
| 30 | p44,p46,p47 | 137 | 166 | 236 | 539 | 1,1 | | |
| 31 | p45,p48 | 131 | 81 | | 212 | 0,45 | | |
| 32 | p49,p53 | 111 | 112 | | 223 | 0,43 | | |
| 33 | p48,p50,p51,p52 | 91 | 108 | 104 | 203 | 506 | | 1,03 |
| 34 | p50,p53,p54 | 108 | 112 | 84 | 304 | 0,59 | | |
| 35 | p51,p56,p55 | 104 | 236 | 84 | 424 | 0,87 | | |
| 36 | p57,p55;p58 | 84 | 84 | 65 | 233 | 0,48 | | |
| 37 | p57,p59,p61 | 84 | 107 | 81 | 272 | 0,55 | | |
| 38 | p52,p60,p59 | 203 | 37 | 107 | 347 | 0,71 | | |
| 39 | p60,p47 | 37 | 236 | | 273 | 0,56 | | |
| 40 | p61,p62,p63 | 81 | 776 | 120 | 977 | 1,99 | | |

Tableau III.12 : Les débits nodaux (suite)

| Nœuds | Tronçons | Longueurs (Li) | | | Somme Li (m) | Qsp (l/s) | Qn (l/s) |
|-------|----------------|----------------|-----|-----|--------------|-----------|----------|
| | | (m) | | | | | |
| 50 | p81,p106 | 729 | 472 | | 1201 | 0.004 | 1,3 |
| 51 | p83,p85 | 212 | 52 | | 264 | | 2,45 |
| 52 | p107,p86 | 52 | 370 | 72 | 494 | | 1,31 |
| 53 | p92,p85,p102 | 226 | 52 | 155 | 433 | | 1,19 |
| 54 | p104,p92,p93 | 231 | 226 | 163 | 620 | | 0,68 |
| 55 | p93,p106,p107 | 163 | 472 | 370 | 1005 | | 1,4 |
| 56 | p108,p13,p114 | 81 | 112 | 217 | 410 | | 0,9 |
| 57 | p109,p117,p110 | 85 | 119 | 367 | 571 | | 0,63 |
| 58 | p110,p112,p111 | 367 | 85 | 120 | 572 | | 0,89 |
| 59 | p111 | 120 | | | 120 | | 0,85 |
| 60 | p113,p112,p114 | 112 | 85 | 217 | 414 | | 0,59 |
| 61 | p113 | 112 | | | 112 | | 0,72 |
| 62 | p115 | 114 | | | 114 | | 0,22 |
| 63 | p116 | 119 | | | 119 | | 0,23 |
| 64 | p106 | 120 | | | 120 | | 0,25 |

III .7.Simulation du réseau par le logiciel WATER CAD :

III.7.1.Description du logiciel WATER CAD :

Water CAD® est un logiciel de modélisation hydraulique qui détermine la qualité de l'eau pour les systèmes de distribution d'eau potable, développé par Haestad Méthodes. Il intègre des outils avancés de modélisation, d'optimisation et de gestion parfaite du réseau. Il aide les ingénieurs et les services publics dans l'analyse, la conception et l'optimisation des systèmes de distribution d'eau, notamment pour l'analyse de la quantité de flux disponible pour la lutte contre l'incendie, l'analyse de la concentration des constituants et la gestion de la consommation d'énergie et des coûts d'infrastructure.

III.7.2.Fonction et application :

Le modèle Water CAD® a pour objectif une compréhension de l'écoulement et de l'usage de l'eau dans les systèmes de distribution. Il peut être utilisé pour différents types d'application dans l'analyse des systèmes de distribution.

Voici quelques exemples :

-La recherche de stratégies alternatives pour gérer le réseau, comme :

- L'utilisation en alternance des différentes ressources du système ;
- Modifier le régime de pompage ou de marnage des réservoirs ;
- Préciser l'usage des stations de ré-chloration (ou autres retraitements) en réseau ;
- Planifier l'entretien et le remplacement de certaines canalisations ;
- Analyses de qualité de l'eau et Sécurité du système.

III.7.3.Résultat de la simulation du réseau a l'horizon 2050 :

Après avoir saisi les données nécessaires à la simulation, on lance la simulation du réseau et suite à plusieurs essais des diamètres de conduites dans le but d'avoir des vitesses et des pressions admissibles, les résultats de simulation sont regroupés dans les figures et les tableaux ci- :

III.7.3.1.Cas de pointe :• **Variante 1 :**→ **Etat des nœuds :** Le tableau suivant décrit l'état des nœuds**Tableau III.13:**L'état des nœuds

| Nœuds | Élévation (m NGA) | Demande (L/s) | charge piézométrique (mce) | Pression (bars) |
|-------|----------------------|------------------|----------------------------------|--------------------|
| N-1 | 92,49 | 1,26 | 100,68 | 0,8 |
| N-2 | 67,42 | 1,94 | 96,35 | 2,8 |
| N-3 | 68,13 | 1,1 | 94,4 | 2,6 |
| N-4 | 73,8 | 1,15 | 96,75 | 2,2 |
| N-5 | 88,37 | 0,89 | 100,29 | 1,2 |
| N-6 | 77,61 | 0,78 | 95,2 | 1,7 |
| N-7 | 72,79 | 0,68 | 93,95 | 2,1 |
| N-8 | 51,1 | 1,39 | 96,96 | 4,5 |
| N-9 | 51,1 | 1,75 | 89,97 | 3,8 |
| N-10 | 49,82 | 1,37 | 87,27 | 3,7 |
| N-11 | 51,62 | 0,66 | 87,84 | 3,5 |
| N-12 | 69,61 | 1 | 93,57 | 2,3 |
| N-13 | 66,04 | 0,77 | 91,32 | 2,5 |
| N-14 | 58,95 | 1,4 | 87,87 | 2,8 |
| N-15 | 46,61 | 1,32 | 86,42 | 3,9 |
| N-16 | 54,01 | 1,15 | 86,42 | 3,2 |
| N-17 | 51,47 | 1,07 | 85,98 | 3,4 |
| N-18 | 56,72 | 2,23 | 85,73 | 2,8 |
| N-19 | 52,26 | 2,18 | 91,29 | 3,8 |
| N-20 | 37,6 | 1,56 | 90,32 | 5,2 |
| N-21 | 48,58 | 1,1 | 90,38 | 4,1 |
| N-22 | 46,6 | 0,97 | 90,5 | 4,3 |
| N-24 | 59,69 | 1,82 | 89,08 | 2,9 |
| N-25 | 63,6 | 0,82 | 92,46 | 2,8 |
| N-26 | 58,2 | 0,71 | 91,35 | 3,2 |
| N-27 | 63,61 | 0,8 | 90,6 | 2,6 |
| N-28 | 64,92 | 0,47 | 90,81 | 2,5 |
| N-30 | 47,99 | 0,85 | 90,39 | 4,1 |
| N-31 | 37,07 | 1,1 | 90,47 | 5,2 |
| N-32 | 52,93 | 0,45 | 91,13 | 3,7 |
| N-33 | 64,81 | 0,43 | 90,96 | 2,6 |
| N-34 | 52,74 | 1,03 | 92,45 | 3,9 |
| N-35 | 61,59 | 0,59 | 94,91 | 3,3 |
| N-36 | 47,27 | 0,87 | 92,1 | 4,4 |
| N-37 | 42,45 | 0,48 | 90,52 | 4,7 |
| N-38 | 33,17 | 0,55 | 89,77 | 5,5 |
| N-39 | 36,48 | 0,71 | 90,91 | 5,3 |

Tableau III.14 :L'état des nœuds (suite)

| Nœuds | Élévation (mNGA) | Demande (l/s) | Charge piézométrique (mce) | Pression (bars) |
|-------|---------------------|------------------|-------------------------------|--------------------|
| N-40 | 33,19 | 0,56 | 90,81 | 5,6 |
| N-41 | 28,77 | 1,99 | 89,31 | 5,9 |
| N-42 | 39,14 | 0,64 | 90,26 | 5 |
| N-43 | 41,54 | 2,33 | 91,45 | 4,9 |
| N-50 | 84,77 | -2,35 | 95,85 | 1,1 |
| N-51 | 86 | -0,73 | 96,5 | 1 |
| N-52 | 72,48 | 0,73 | 95,39 | 2,2 |
| N-53 | 67,18 | 1,49 | 100,75 | 3,3 |
| N-54 | 51 | 1,1 | 96,37 | 4,4 |
| N-55 | 46,62 | 0,92 | 94,17 | 4,7 |
| N-56 | 42,18 | 1,03 | 92,18 | 4,9 |
| N-58 | 39,2 | 1,3 | 90,52 | 5 |
| N-59 | 65 | 2,45 | 92,42 | 2,7 |
| N-60 | 72,27 | 1,31 | 94,28 | 2,2 |
| N-61 | 65 | 1,19 | 93,78 | 2,8 |
| N-62 | 65 | 0,68 | 93,71 | 2,8 |
| N-63 | 61,07 | 1,4 | 93,56 | 3,2 |
| N-64 | 59,19 | 0,9 | 93,24 | 3,3 |
| N-65 | 60,41 | 1,63 | 93,73 | 3,3 |
| N-66 | 99,76 | 0,89 | 101,2 | 0,1 |
| N-67 | 81,3 | 0,85 | 100,92 | 1,9 |
| N-68 | 73,7 | 0,59 | 100,82 | 2,7 |
| N-69 | 92,67 | 0,72 | 97,24 | 0,4 |
| N-70 | 85,9 | 0,22 | 101,12 | 1,5 |
| N-71 | 95,9 | 0,23 | 100,83 | 0,5 |
| N-72 | 77,33 | 0,25 | 97,14 | 1,9 |
| N-73 | 89,64 | 0,24 | 100,73 | 1,1 |

→ **Etat des tronçons** : le tableau suivant décrit l'état des tronçons

Tableau III.15: L'état des tronçons.

| Tronçons | Longueur (m) | Du nœud | au nœud | Diamètre (mm) | Matière | débit (l/s) | Vitesse (m/s) |
|----------|-----------------|------------|---------|------------------|---------|----------------|------------------|
| P-1 | 51 | R-1 | J-1 | 315 | PEHD | 38,98 | 0,65 |
| P-2 | 583 | J-1 | J-2 | 160 | PEHD | 17,11 | 1,1 |
| P-3 | 97 | J-1 | J-5 | 160 | PEHD | 12,3 | 0,79 |
| P-4 | 285 | J-2 | J-3 | 50 | PEHD | 0,77 | 0,5 |
| P-5 | 132 | J-3 | J-4 | 90 | PEHD | 6,03 | 1,22 |
| P-6 | 121 | J-3 | J-25 | 90 | PEHD | 5,7 | 1,16 |
| P-7 | 322 | J-4 | J-1 | 110 | PEHD | 8,32 | 1,13 |

Tableau III.16 :L'état des tronçons (suite).

| Tronçons | Longueur (m) | Du nœud | Au nœud | Diamètre (mm) | Matière | Débit (l/s) | Vitesse (m/s) |
|----------|-----------------|---------|---------|------------------|---------|----------------|------------------|
| P-8 | 181 | J-5 | J-6 | 75 | PEHD | 4,78 | 1,4 |
| P-9 | 109 | J-6 | J-4 | 50 | PEHD | 1,14 | 0,75 |
| P-10 | 94 | J-6 | J-7 | 90 | PEHD | 5,14 | 1,04 |
| P-11 | 178 | J-7 | J-8 | 50 | PEHD | 1,25 | 0,82 |
| P-12 | 157 | J-8 | J-5 | 90 | PEHD | 6,63 | 1,35 |
| P-13 | 346 | J-8 | J-9 | 75 | PEHD | 3,99 | 1,17 |
| P-14 | 47 | J-10 | J-11 | 63 | PEHD | 1,89 | 0,79 |
| P-15 | 276 | J-11 | J-12 | 63 | PEHD | 2,56 | 1,06 |
| P-16 | 62 | J-12 | J-7 | 110 | PEHD | 5,71 | 0,78 |
| P-17 | 149 | J-12 | J-13 | 63 | PEHD | 2,16 | 0,89 |
| P-18 | 158 | J-13 | J-14 | 63 | PEHD | 2,62 | 1,09 |
| P-19 | 148 | J-14 | J-10 | 50 | PEHD | 0,58 | 0,38 |
| P-20 | 378 | J-14 | J-17 | 50 | PEHD | 0,65 | 0,43 |
| P-21 | 84 | J-15 | J-16 | 50 | PEHD | 0,05 | 0,03 |
| P-22 | 511 | J-15 | J-9 | 75 | PEHD | 2,24 | 0,66 |
| P-23 | 191 | J-16 | J-10 | 50 | PEHD | 0,61 | 0,4 |
| P-24 | 287 | J-16 | J-10 | 50 | PEHD | 0,49 | 0,32 |
| P-25 | 50 | J-17 | J-15 | 50 | PEHD | 0,88 | 0,58 |
| P-26 | 93 | J-17 | J-18 | 50 | PEHD | 0,46 | 0,3 |
| P-27 | 462 | J-18 | J-19 | 50 | PEHD | 1,04 | 0,68 |
| P-28 | 536 | J-18 | J-24 | 50 | PEHD | 0,73 | 0,48 |
| P-30 | 115 | J-20 | J-21 | 50 | PEHD | 0,2 | 0,13 |
| P-32 | 123 | J-21 | J-22 | 50 | PEHD | 0,27 | 0,18 |
| P-33 | 204 | J-22 | J-19 | 50 | PEHD | 0,56 | 0,37 |
| P-35 | 138 | J-24 | J-25 | 50 | PEHD | 1,52 | 1 |
| P-36 | 75 | J-25 | J-26 | 63 | PEHD | 2,12 | 0,88 |
| P-37 | 69 | J-25 | J-13 | 50 | PEHD | 1,23 | 0,81 |
| P-38 | 151 | J-26 | J-22 | 50 | PEHD | 0,69 | 0,45 |
| P-39 | 121 | J-26 | J-27 | 50 | PEHD | 0,73 | 0,48 |
| P-40 | 151 | J-27 | J-21 | 75 | PEHD | 0,97 | 0,28 |
| P-41 | 120 | J-27 | J-28 | 75 | PEHD | 1,05 | 0,31 |
| P-44 | 137 | J-30 | J-31 | 50 | PEHD | 0,21 | 0,14 |
| P-45 | 131 | J-30 | J-32 | 50 | PEHD | 0,7 | 0,46 |
| P-46 | 166 | J-31 | J-20 | 50 | PEHD | 0,26 | 0,17 |
| P-47 | 236 | J-31 | J-40 | 90 | PEHD | 1,56 | 0,32 |
| P-48 | 91 | J-32 | J-34 | 50 | PEHD | 1,15 | 0,76 |
| P-49 | 111 | J-33 | J-28 | 90 | PEHD | 1,52 | 0,31 |
| P-50 | 104 | J-34 | J-35 | 110 | PEHD | 11,86 | 1,61 |
| P-51 | 104 | J-34 | J-36 | 125 | PEHD | 5,88 | 0,62 |
| P-52 | 203 | J-34 | J-39 | 90 | PEHD | 3,8 | 0,77 |
| P-53 | 102 | J-35 | J-33 | 50 | PEHD | 1,95 | 1,28 |
| P-54 | 81 | J-35 | J-2 | 125 | PEHD | 14,4 | 1,51 |

Tableau III.17:l'état des tronçons (suite)

| Tronçons | Longueur (m) | Du nœud | Au nœud | Diamètre (mm) | Matière | Débit (l/s) | Vitesse (m/s) |
|----------|-----------------|------------|------------|------------------|---------|----------------|------------------|
| P-55 | 84 | J-36 | J-37 | 50 | PEHD | 1,32 | 0,87 |
| P-56 | 236 | J-36 | J-43 | 110 | PEHD | 3,7 | 0,5 |
| P-57 | 84 | J-37 | J-38 | 50 | PEHD | 0,27 | 0,44 |
| P-58 | 65 | J-37 | J-42 | 50 | PEHD | 0,57 | 0,38 |
| P-59 | 107 | J-38 | J-39 | 50 | PEHD | 0,98 | 0,64 |
| P-60 | 37 | J-39 | J-40 | 90 | PEHD | 2,12 | 0,43 |
| P-61 | 81 | J-41 | J-38 | 50 | PEHD | 0,69 | 0,46 |
| P-62 | 776 | J-41 | J-43 | 50 | PEHD | 0,47 | 0,31 |
| P-63 | 120 | J-42 | J-41 | 50 | PEHD | 0,83 | 0,55 |
| P-64 | 129 | J-43 | J-42 | 50 | PEHD | 0,9 | 0,59 |
| P-70 | 149 | J-30 | J-21 | 50 | PEHD | 0,05 | 0,03 |
| P-71 | 91 | R-2 | J-50 | 160 | PEHD | 7,68 | 0,49 |
| P-73 | 91 | J-51 | J-52 | 63 | PEHD | 1,92 | 0,8 |
| P-75 | 339 | J-53 | J-54 | 110 | PEHD | 8,58 | 1,17 |
| P-76 | 93 | J-54 | J-55 | 90 | PEHD | 7,01 | 1,42 |
| P-77 | 246 | J-55 | J-19 | 90 | PEHD | 4,81 | 0,98 |
| P-78 | 111 | J-55 | J-56 | 50 | PEHD | 1,29 | 0,85 |
| P-79 | 179 | J-56 | J-58 | 50 | PEHD | 0,9 | 0,59 |
| P-80 | 82 | J-58 | J-20 | 50 | PEHD | 0,45 | 0,29 |
| P-81 | 403 | J-20 | J-59 | 50 | PEHD | 0,66 | 0,44 |
| P-82 | 730 | J-59 | J-50 | 50 | PEHD | 0,63 | 0,41 |
| P-83 | 121 | J-50 | J-60 | 125 | PEHD | 9,41 | 1,19 |
| P-84 | 221 | J-60 | J-52 | 63 | PEHD | 1,19 | 0,49 |
| P-85 | 84 | J-60 | J-61 | 125 | PEHD | 5,64 | 0,77 |
| P-87 | 213 | J-60 | J-62 | 110 | PEHD | 3,65 | 0,5 |
| P-88 | 66 | J-62 | J-59 | 63 | PEHD | 2,48 | 1,03 |
| P-89 | 52 | J-62 | J-63 | 50 | PEHD | 0,49 | 0,32 |
| P-90 | 374 | J-63 | J-58 | 50 | PEHD | 0,84 | 0,55 |
| P-91 | 212 | J-56 | J-64 | 50 | PEHD | 0,64 | 0,42 |
| P-92 | 154 | J-64 | J-65 | 63 | PEHD | 0,93 | 0,39 |
| P-93 | 108 | J-65 | J-54 | 50 | PEHD | 0,46 | 0,75 |
| P-94 | 47 | J-65 | J-61 | 110 | PEHD | 2,1 | 0,29 |
| P-95 | 187 | J-61 | J-63 | 110 | PEHD | 2,35 | 0,32 |
| P-96 | 72 | J-64 | J-63 | 50 | PEHD | 0,61 | 0,4 |
| P-97 | 14 | R-3 | J-66 | 250 | PEHD | 15,25 | 0,4 |
| P-98 | 216 | J-66 | J-67 | 200 | PEHD | 11,98 | 0,49 |
| P-99 | 85 | J-67 | J-68 | 200 | PEHD | 10,9 | 0,45 |
| P-100 | 83 | J-68 | J-53 | 200 | PEHD | 10,07 | 0,41 |
| P-101 | 85 | J-66 | J-69 | 50 | PEHD | 2,16 | 1,42 |
| P-102 | 147 | J-69 | J-51 | 63 | PEHD | 1,19 | 0,49 |
| P-103 | 108 | J-66 | J-70 | 50 | PEHD | 0,22 | 0,14 |
| P-104 | 113 | J-67 | J-71 | 50 | PEHD | 0,23 | 0,15 |

Tableau III.18:L'état des tronçons (suite)

| Tronçons | Longueur (m) | Du nœud | Au nœud | Diamètre (mm) | Matière | Débit (l/s) | Vitesse (m/s) |
|----------|--------------|---------|---------|---------------|---------|-------------|---------------|
| P-105 | 121 | J-69 | J-72 | 50 | PEHD | 0,25 | 0,16 |
| P-106 | 120 | J-68 | J-73 | 50 | PEHD | 0,24 | 0,16 |
| P-108 | 187 | J-19 | J-24 | 50 | PEHD | 1,03 | 0,68 |

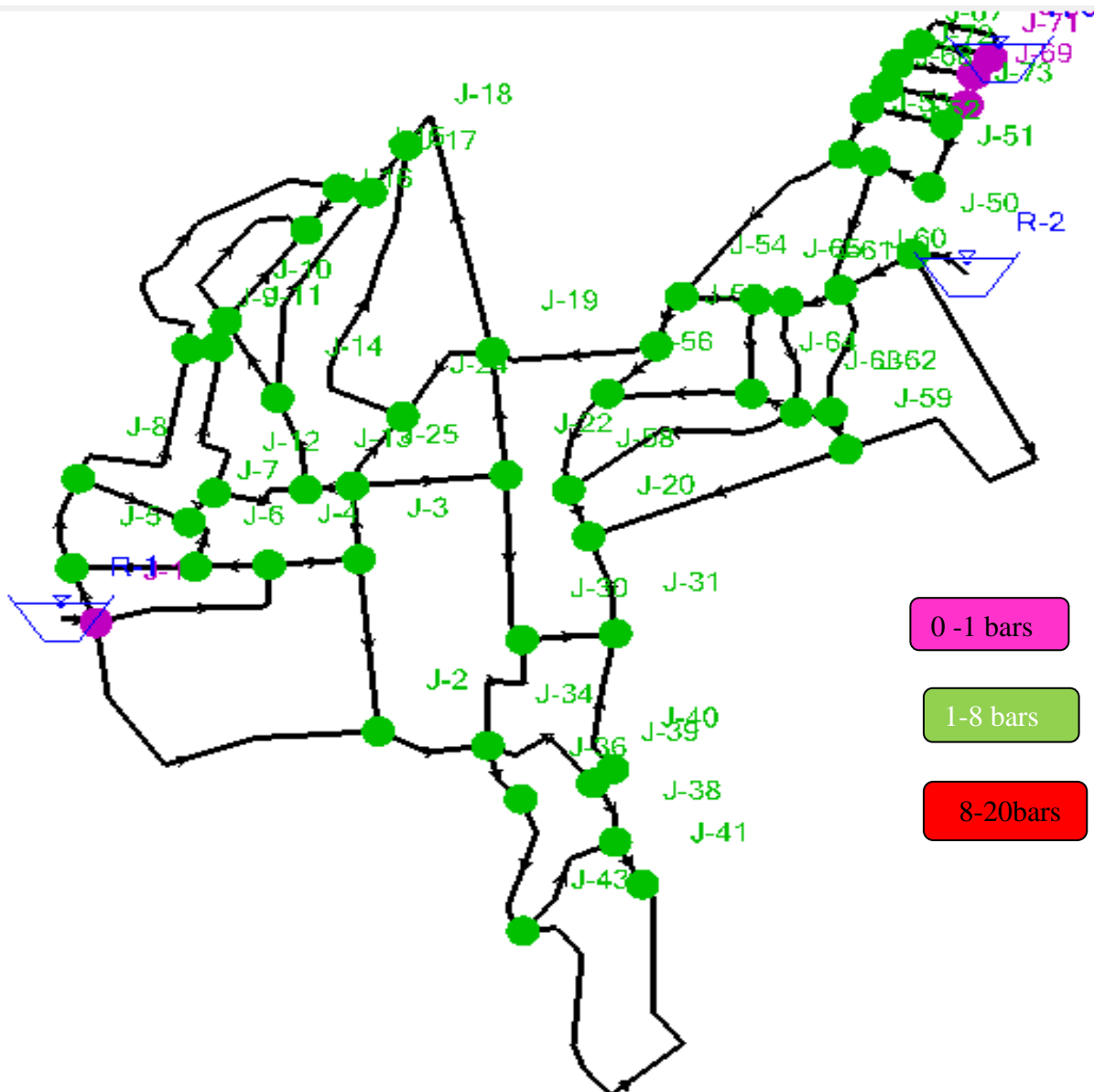


Figure III.1 : état des nœuds

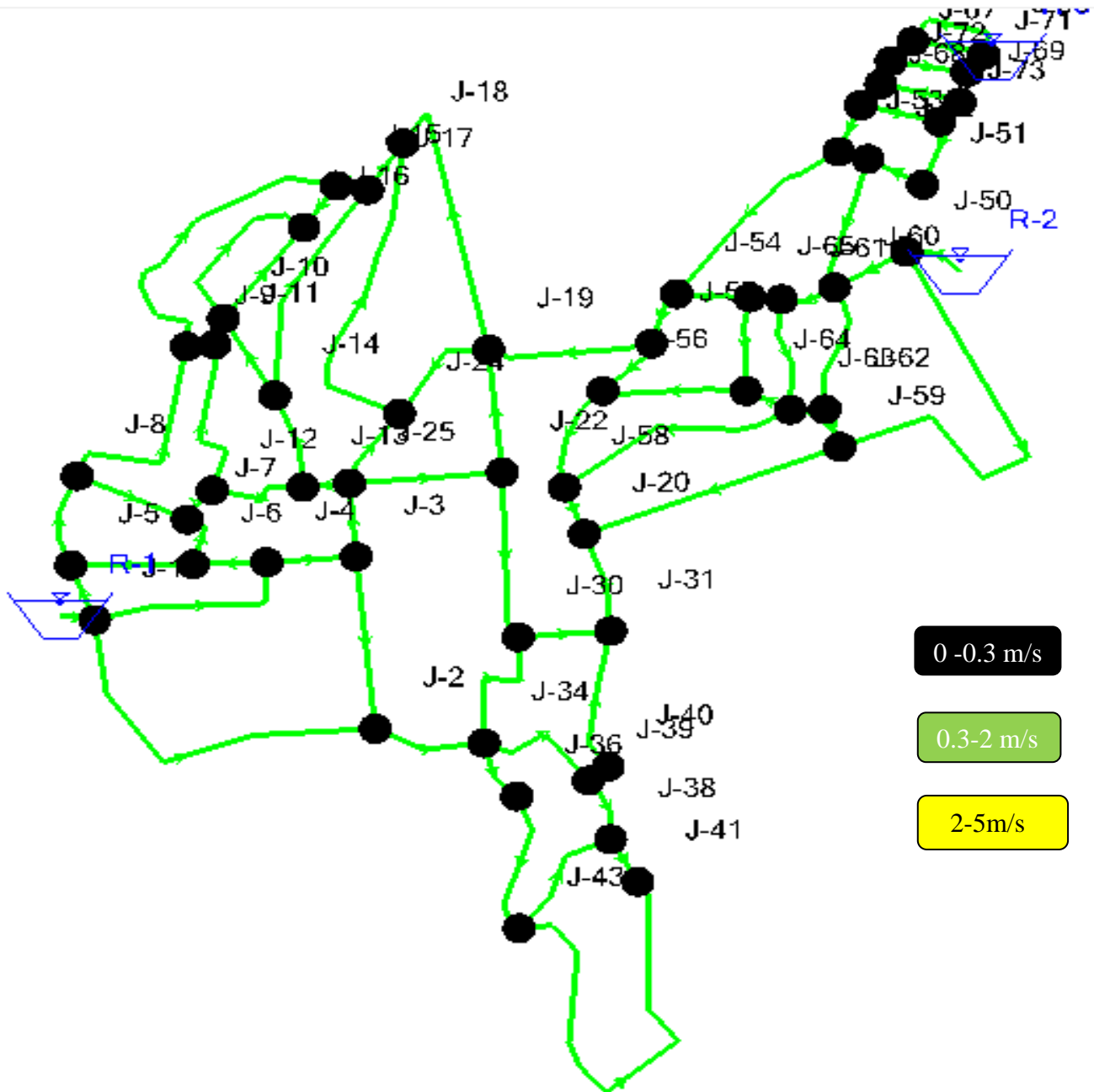


Figure III.2 : état des tronçons

- **Variante 2 :**

→ **Etat des nœuds :** le tableau suivant décrit l'état des nœuds

Tableau III.19 : L'état des nœuds

| Nœuds | Élévation (mNGA) | Demande (L/s) | charge piézométrique (mce) | Pression (bars) |
|-------|---------------------|------------------|----------------------------------|--------------------|
| J-1 | 92,49 | 1,26 | 100,66 | 0,8 |
| J-2 | 67,42 | 1,94 | 95,07 | 2,7 |
| J-3 | 68,13 | 1,1 | 91,86 | 2,3 |
| J-4 | 73,8 | 1,15 | 95,35 | 2,1 |
| J-5 | 88,37 | 0,89 | 100,18 | 1,2 |
| J-6 | 77,61 | 0,78 | 93,7 | 1,6 |
| J-7 | 72,79 | 0,68 | 92,12 | 1,9 |
| J-8 | 51,1 | 1,39 | 96,14 | 4,4 |
| J-9 | 51,1 | 1,75 | 87,38 | 3,6 |
| J-10 | 49,82 | 1,37 | 83,61 | 3,3 |
| J-11 | 51,62 | 0,66 | 84,38 | 3,2 |
| J-12 | 69,61 | 1 | 91,62 | 2,2 |
| J-13 | 66,04 | 0,77 | 88,13 | 2,2 |
| J-14 | 58,95 | 1,4 | 84,14 | 2,5 |
| J-15 | 46,61 | 1,32 | 82,17 | 3,5 |
| J-16 | 54,01 | 1,15 | 82,25 | 2,8 |
| J-17 | 51,47 | 1,07 | 80,66 | 2,9 |
| J-18 | 56,72 | 2,23 | 78,35 | 2,1 |
| J-19 | 52,26 | 2,18 | 78,92 | 2,6 |
| J-20 | 37,6 | 1,56 | 84,26 | 4,6 |
| J-21 | 48,58 | 1,1 | 84,73 | 3,5 |
| J-22 | 46,6 | 0,97 | 83,37 | 3,6 |
| J-24 | 59,69 | 1,82 | 79,37 | 1,9 |
| J-25 | 63,6 | 0,82 | 88,73 | 2,5 |
| J-26 | 58,2 | 0,71 | 86,59 | 2,8 |
| J-27 | 63,61 | 0,8 | 85,46 | 2,1 |
| J-28 | 64,92 | 0,47 | 85,98 | 2,1 |
| J-30 | 47,99 | 0,85 | 85,92 | 3,7 |
| J-31 | 37,07 | 1,1 | 86,46 | 4,8 |
| J-32 | 52,93 | 0,45 | 87,72 | 3,4 |
| J-33 | 64,81 | 0,43 | 86,28 | 2,1 |
| J-34 | 52,74 | 1,03 | 90,06 | 3,7 |
| J-35 | 61,59 | 0,59 | 93,17 | 3,1 |
| J-36 | 47,27 | 0,87 | 89,68 | 4,2 |
| J-37 | 42,45 | 0,48 | 87,94 | 4,5 |
| J-38 | 33,17 | 0,55 | 86,87 | 5,3 |
| J-39 | 36,48 | 0,71 | 87,66 | 5 |
| J-40 | 33,19 | 0,56 | 87,45 | 5,3 |

Tableau III.20:L'état des nœuds (suite)

| Nœuds | Élévation (mNGA) | Demande (l/s) | Charge piézométrique (mce) | Pression (Bars) |
|-------|------------------|---------------|----------------------------|-----------------|
| J-41 | 28,77 | 1,99 | 86,54 | 5,7 |
| J-42 | 39,14 | 0,64 | 87,67 | 4,7 |
| J-43 | 41,54 | 2,33 | 89,01 | 4,6 |
| J-50 | 84,77 | -2,35 | 95,63 | 1,1 |
| J-51 | 86 | -0,73 | 95,42 | 0,9 |
| J-52 | 72,48 | 0,73 | 91,88 | 1,9 |
| J-53 | 67,18 | 1,49 | 78,46 | 1,1 |
| J-54 | 51 | 1,1 | 78,99 | 2,7 |
| J-55 | 46,62 | 0,92 | 78,99 | 3,2 |
| J-56 | 42,18 | 1,03 | 82,27 | 3,9 |
| J-58 | 39,2 | 1,3 | 83,69 | 4,4 |
| J-59 | 65 | 2,45 | 90,57 | 2,5 |
| J-60 | 72,27 | 1,31 | 92,42 | 2 |
| J-61 | 65 | 1,19 | 91,39 | 2,6 |
| J-62 | 65 | 0,68 | 91,72 | 2,6 |
| J-63 | 61,07 | 1,4 | 91,06 | 2,9 |
| J-64 | 59,19 | 0,9 | 89,92 | 3 |
| J-65 | 60,41 | 1,63 | 91,22 | 3 |
| J-66 | 99,76 | 0,89 | 101,2 | 1,1 |
| J-67 | 81,3 | 0,85 | 98,14 | 1,6 |
| J-68 | 73,7 | 0,59 | 93,97 | 2 |
| J-69 | 92,67 | 0,72 | 95,06 | 1,2 |
| J-70 | 85,9 | 0,22 | 101,13 | 1,5 |
| J-71 | 95,9 | 0,23 | 98,05 | 1,2 |
| J-72 | 77,33 | 0,25 | 94,96 | 1,7 |
| J-73 | 89,64 | 0,24 | 93,87 | 1,4 |

Le tableau suivant décrit l'état des tronçons.

Tableau III.21 :L'état des tronçons

| Tronçons | Longueur (m) | Du nœud | Au nœud | Diamètre (mm) | Matière | Débits (L/s) | Vitesse (m/s) |
|----------|--------------|---------|---------|---------------|---------|--------------|---------------|
| P-1 | 51 | R-1 | J-1 | 315 | PEHD | 44,38 | 0,74 |
| P-2 | 583 | J-1 | J-2 | 160 | PEHD | 19,64 | 1,26 |
| P-3 | 97 | J-1 | J-5 | 160 | PEHD | 13,69 | 0,88 |
| P-4 | 285 | J-2 | J-3 | 50 | PEHD | 1 | 0,66 |
| P-5 | 132 | J-3 | J-4 | 90 | PEHD | 7,46 | 1,51 |
| P-6 | 121 | J-3 | J-25 | 90 | PEHD | 7,37 | 1,5 |
| P-7 | 322 | J-4 | J-1 | 110 | PEHD | 9,79 | 1,33 |
| P-8 | 181 | J-5 | J-6 | 75 | PEHD | 5,45 | 1,59 |

Tableau III.22 : L'état des tronçons (Suite)

| Tronçons | Longueur (m) | Du nœud | Au nœud | Diamètre (mm) | Matière | Débits (L/s) | Vitesse (m/s) |
|----------|--------------|---------|---------|---------------|---------|--------------|---------------|
| P-9 | 109 | J-6 | J-4 | 50 | PEHD | 1,18 | 0,78 |
| P-10 | 94 | J-6 | J-7 | 90 | PEHD | 5,84 | 1,19 |
| P-11 | 178 | J-7 | J-8 | 50 | PEHD | 1,46 | 0,96 |
| P-12 | 157 | J-8 | J-5 | 90 | PEHD | 7,36 | 1,49 |
| P-13 | 346 | J-8 | J-9 | 75 | PEHD | 4,51 | 1,32 |
| P-14 | 47 | J-10 | J-11 | 63 | PEHD | 2,24 | 0,93 |
| P-15 | 276 | J-11 | J-12 | 63 | PEHD | 2,9 | 1,2 |
| P-16 | 62 | J-12 | J-7 | 110 | PEHD | 6,63 | 0,9 |
| P-17 | 149 | J-12 | J-13 | 63 | PEHD | 2,73 | 1,13 |
| P-18 | 158 | J-13 | J-14 | 63 | PEHD | 2,84 | 1,18 |
| P-19 | 148 | J-14 | J-10 | 50 | PEHD | 0,54 | 0,36 |
| P-20 | 378 | J-14 | J-17 | 50 | PEHD | 0,9 | 0,59 |
| P-21 | 84 | J-15 | J-16 | 50 | PEHD | 0,26 | 0,17 |
| P-22 | 511 | J-15 | J-9 | 75 | PEHD | 2,76 | 0,81 |
| P-23 | 191 | J-16 | J-10 | 50 | PEHD | 0,78 | 0,51 |
| P-24 | 287 | J-16 | J-10 | 50 | PEHD | 0,63 | 0,41 |
| P-25 | 50 | J-17 | J-15 | 50 | PEHD | 1,7 | 1,12 |
| P-26 | 93 | J-17 | J-18 | 50 | PEHD | 1,54 | 1,01 |
| P-27 | 462 | J-18 | J-19 | 50 | PEHD | 0,31 | 0,32 |
| P-28 | 536 | J-18 | J-24 | 50 | PEHD | 0,38 | 0,75 |
| P-30 | 115 | J-20 | J-21 | 50 | PEHD | 0,58 | 0,38 |
| P-32 | 123 | J-21 | J-22 | 50 | PEHD | 0,99 | 0,65 |
| P-33 | 204 | J-22 | J-19 | 50 | PEHD | 1,43 | 0,94 |
| P-35 | 138 | J-24 | J-25 | 50 | PEHD | 2,64 | 1,74 |
| P-36 | 75 | J-25 | J-26 | 63 | PEHD | 3,03 | 1,26 |
| P-37 | 69 | J-25 | J-13 | 50 | PEHD | 0,87 | 0,58 |
| P-38 | 151 | J-26 | J-22 | 50 | PEHD | 1,42 | 0,93 |
| P-39 | 121 | J-26 | J-27 | 50 | PEHD | 0,91 | 0,6 |
| P-40 | 151 | J-27 | J-21 | 75 | PEHD | 1,84 | 0,54 |
| P-41 | 120 | J-27 | J-28 | 75 | PEHD | 1,73 | 0,51 |
| P-44 | 137 | J-30 | J-31 | 50 | PEHD | 0,57 | 0,37 |
| P-45 | 131 | J-30 | J-32 | 50 | PEHD | 1,11 | 0,73 |
| P-46 | 166 | J-31 | J-20 | 50 | PEHD | 1,09 | 0,72 |
| P-47 | 236 | J-31 | J-40 | 90 | PEHD | 2,76 | 0,56 |
| P-48 | 91 | J-32 | J-34 | 50 | PEHD | 1,57 | 1,03 |
| P-49 | 111 | J-33 | J-28 | 90 | PEHD | 2,2 | 0,45 |
| P-50 | 104 | J-34 | J-35 | 110 | PEHD | 13,48 | 1,83 |
| P-51 | 104 | J-34 | J-36 | 125 | PEHD | 6,06 | 0,63 |
| P-52 | 203 | J-34 | J-39 | 90 | PEHD | 4,83 | 0,98 |
| P-53 | 102 | J-35 | J-33 | 50 | PEHD | 2,64 | 1,73 |
| P-54 | 81 | J-35 | J-2 | 125 | PEHD | 16,7 | 1,75 |
| P-55 | 84 | J-36 | J-37 | 50 | PEHD | 1,39 | 0,92 |

Tableau III.23 :L'état des tronçons (suite)

| Tronçons | Longueur (m) | Du nœud | Au nœud | Diamètre (mm) | Matière | Débits (L/s) | Vitesse (m/s) |
|----------|--------------|---------|---------|---------------|---------|--------------|---------------|
| P-56 | 236 | J-36 | J-43 | 110 | PEHD | 3,8 | 0,52 |
| P-57 | 84 | J-37 | J-38 | 32 | PEHD | 0,33 | 0,53 |
| P-58 | 65 | J-37 | J-42 | 50 | PEHD | 0,59 | 0,39 |
| P-59 | 107 | J-38 | J-39 | 50 | PEHD | -0,8 | 0,53 |
| P-60 | 37 | J-39 | J-40 | 90 | PEHD | 3,32 | 0,67 |
| P-61 | 81 | J-41 | J-38 | 50 | PEHD | -0,58 | 0,38 |
| P-62 | 776 | J-41 | J-43 | 50 | PEHD | -0,51 | 0,33 |
| P-63 | 120 | J-42 | J-41 | 50 | PEHD | 0,91 | 0,6 |
| P-64 | 129 | J-43 | J-42 | 50 | PEHD | 0,96 | 0,63 |
| P-70 | 149 | J-30 | J-21 | 50 | PEHD | 0,83 | 0,55 |
| P-71 | 91 | R-2 | J-50 | 160 | PEHD | 12,28 | 0,79 |
| P-73 | 91 | J-51 | J-52 | 32 | PEHD | 0,6 | 0,97 |
| P-75 | 339 | J-53 | J-54 | 32 | PEHD | -0,1 | 0,17 |
| P-76 | 93 | J-54 | J-55 | 90 | PEHD | -0,15 | 0,03 |
| P-77 | 246 | J-55 | J-19 | 90 | PEHD | 0,62 | 0,13 |
| P-78 | 111 | J-55 | J-56 | 50 | PEHD | -1,68 | 1,11 |
| P-79 | 179 | J-56 | J-58 | 50 | PEHD | -0,83 | 0,55 |
| P-80 | 82 | J-58 | J-20 | 50 | PEHD | -0,77 | 0,51 |
| P-81 | 403 | J-20 | J-59 | 40 | PEHD | -0,67 | 0,68 |
| P-82 | 730 | J-59 | J-50 | 50 | PEHD | -0,77 | 0,51 |
| P-83 | 121 | J-50 | J-60 | 125 | PEHD | 13,86 | 1,76 |
| P-84 | 221 | J-60 | J-52 | 32 | PEHD | 0,13 | 0,22 |
| P-85 | 84 | J-60 | J-61 | 110 | PEHD | 8,34 | 1,13 |
| P-87 | 213 | J-60 | J-62 | 110 | PEHD | 4,08 | 0,55 |
| P-88 | 66 | J-62 | J-59 | 63 | PEHD | 2,34 | 0,97 |
| P-89 | 52 | J-62 | J-63 | 50 | PEHD | 1,07 | 0,7 |
| P-90 | 374 | J-63 | J-58 | 50 | PEHD | 1,36 | 0,89 |
| P-91 | 212 | J-56 | J-64 | 50 | PEHD | -1,88 | 1,24 |
| P-92 | 154 | J-64 | J-65 | 63 | PEHD | -1,57 | 0,65 |
| P-93 | 108 | J-65 | J-54 | 32 | PEHD | 1,06 | 1,72 |
| P-94 | 47 | J-65 | J-61 | 110 | PEHD | -4,26 | 0,58 |
| P-95 | 187 | J-61 | J-63 | 110 | PEHD | 2,89 | 0,39 |
| P-96 | 72 | J-64 | J-63 | 50 | PEHD | -1,2 | 0,79 |
| P-97 | 14 | R-3 | J-66 | 50 | PEHD | 5,24 | 0,14 |
| P-98 | 216 | J-66 | J-67 | 75 | PEHD | 3,3 | 0,96 |
| P-99 | 85 | J-67 | J-68 | 50 | PEHD | 2,22 | 1,46 |
| P-100 | 83 | J-68 | J-53 | 32 | PEHD | 1,39 | 2,25 |
| P-101 | 85 | J-66 | J-69 | 32 | PEHD | 0,83 | 1,35 |
| P-102 | 147 | J-69 | J-51 | 32 | PEHD | -0,13 | 0,22 |
| P-103 | 108 | J-66 | J-70 | 50 | PEHD | 0,22 | 0,34 |
| P-104 | 113 | J-67 | J-71 | 50 | PEHD | 0,23 | 0,25 |

Tableau III.24:L'état des tronçons (suite)

| Tronçons | Longueur (m) | Du nœud | Au nœud | Diamètre (mm) | Matière | Débits (L/s) | Vitesse (m/s) |
|----------|--------------|---------|---------|---------------|---------|--------------|---------------|
| P-105 | 121 | J-69 | J-72 | 50 | PEHD | 0,25 | 0,46 |
| P-106 | 120 | J-68 | J-73 | 50 | PEHD | 0,24 | 0,66 |
| P-108 | 187 | J-19 | J-24 | 50 | PEHD | -0,43 | 0,29 |

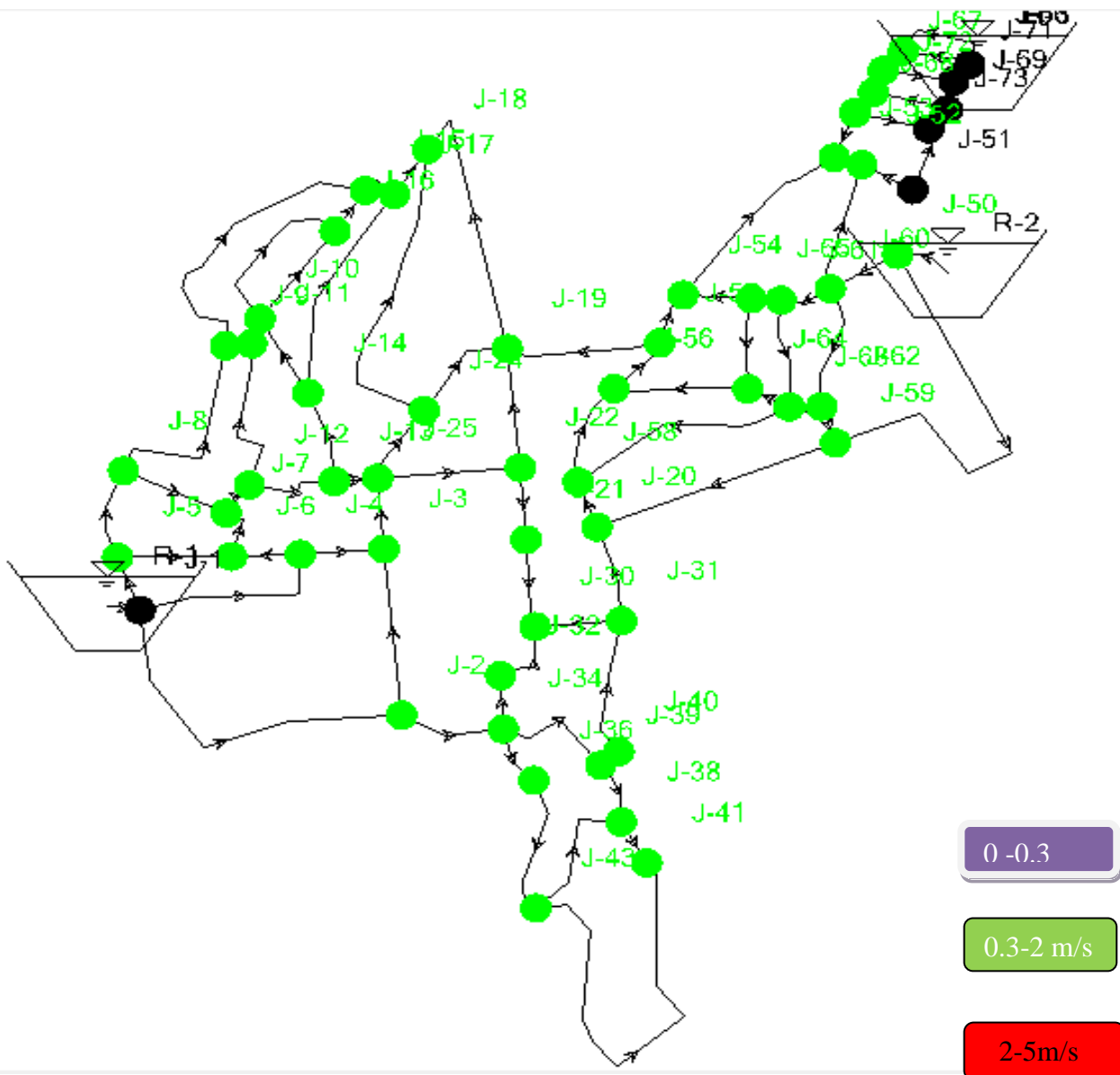


Figure III.3 : L'état des nœuds

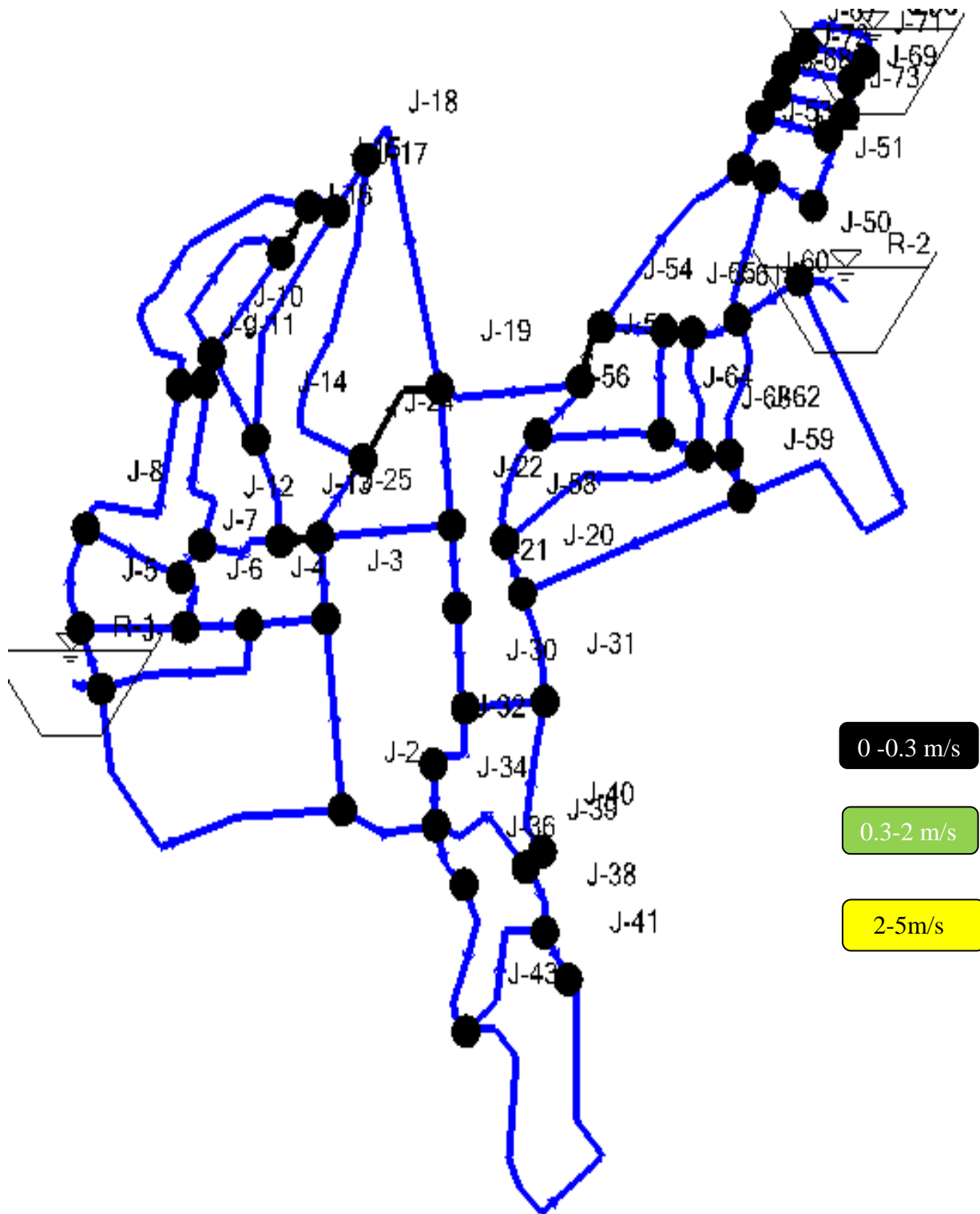


Figure III.4: L'état des tronçons

III.7.3.2. Cas de pointe plus incendie :• **Variante 1 :**→ **Etat des nœuds:** Le tableau suivant décrit l'état des nœuds**Tableau III.25 : L'état des nœuds**

| Nœuds | Elévation (mNGA) | Demande (l/s) | charge piézométrique (mce) | Pression (bars) |
|-------|---------------------|------------------|----------------------------------|-----------------|
| J-1 | 92,49 | 1,26 | 100,63 | 0,8 |
| J-2 | 67,42 | 1,94 | 91,53 | 2,4 |
| J-3 | 68,13 | 1,1 | 90,11 | 2,2 |
| J-4 | 73,8 | 1,15 | 94,57 | 2 |
| J-5 | 88,37 | 0,89 | 100,17 | 1,2 |
| J-6 | 77,61 | 0,78 | 93,65 | 1,6 |
| J-7 | 72,79 | 0,68 | 92,22 | 1,9 |
| J-8 | 51,1 | 1,39 | 96,35 | 4,4 |
| J-9 | 51,1 | 1,75 | 88,43 | 3,7 |
| J-10 | 49,82 | 1,37 | 84,87 | 3,4 |
| J-11 | 51,62 | 0,66 | 85,5 | 3,3 |
| J-12 | 69,61 | 1 | 91,76 | 2,2 |
| J-13 | 66,04 | 0,77 | 88,42 | 2,2 |
| J-14 | 58,95 | 1,4 | 85,25 | 2,6 |
| J-15 | 46,61 | 1,32 | 84,02 | 3,7 |
| J-16 | 54,01 | 1,15 | 84,02 | 2,9 |
| J-17 | 51,47 | 1,07 | 83,29 | 3,1 |
| J-18 | 56,72 | 2,23 | 82,68 | 2,5 |
| J-19 | 52,26 | 2,18 | 86,66 | 3,4 |
| J-20 | 37,6 | 1,56 | 70,92 | 3,3 |
| J-21 | 48,58 | 18,1 | 66,81 | 1,8 |
| J-22 | 46,6 | 0,97 | 77,61 | 3 |
| J-24 | 59,69 | 1,82 | 85,1 | 2,5 |
| J-25 | 63,6 | 0,82 | 88,72 | 2,5 |
| J-26 | 58,2 | 0,71 | 83,2 | 2,4 |
| J-27 | 63,61 | 0,8 | 76,18 | 1,2 |
| J-28 | 64,92 | 0,47 | 80,85 | 1,6 |
| J-30 | 47,99 | 0,85 | 74,72 | 2,6 |
| J-31 | 37,07 | 1,1 | 77,35 | 3,9 |
| J-32 | 52,93 | 0,45 | 79,21 | 2,6 |
| J-33 | 64,81 | 0,43 | 82,89 | 1,8 |
| J-34 | 52,74 | 1,03 | 83,91 | 3,1 |
| J-35 | 61,59 | 0,59 | 88,09 | 2,6 |
| J-36 | 47,27 | 0,87 | 83,5 | 3,5 |
| J-37 | 42,45 | 0,48 | 81,45 | 3,8 |
| J-38 | 33,17 | 0,55 | 79,8 | 4,6 |
| J-39 | 36,48 | 0,71 | 80,14 | 4,3 |
| J-40 | 33,19 | 0,56 | 79,69 | 4,6 |

Tableau III.26: état des nœuds (suite)

| Nœuds | Elévation (mNGA) | Demande (l/s) | Charge piézométrique (mce) | Pression (bars) |
|-------|---------------------|------------------|----------------------------------|--------------------|
| J-41 | 28,77 | 1,99 | 79,66 | 5 |
| J-42 | 39,14 | 0,64 | 81,14 | 4,1 |
| J-43 | 41,54 | 2,33 | 82,77 | 4 |
| J-50 | 84,77 | -2,35 | 95,71 | 1,1 |
| J-51 | 86 | -0,73 | 95,78 | 1 |
| J-52 | 72,48 | 0,73 | 94,5 | 2,2 |
| J-53 | 67,18 | 1,49 | 100,6 | 3,3 |
| J-54 | 51 | 1,1 | 94,39 | 4,2 |
| J-55 | 46,62 | 0,92 | 91,01 | 4,3 |
| J-56 | 42,18 | 1,03 | 86,83 | 4,4 |
| J-58 | 39,2 | 1,3 | 77,62 | 3,8 |
| J-59 | 65 | 2,45 | 89,36 | 2,4 |
| J-60 | 72,27 | 1,31 | 93,11 | 2 |
| J-61 | 65 | 1,19 | 92,29 | 2,7 |
| J-62 | 65 | 0,68 | 92,08 | 2,7 |
| J-63 | 61,07 | 1,4 | 91,82 | 3 |
| J-64 | 59,19 | 0,9 | 91,17 | 3,1 |
| J-65 | 60,41 | 1,63 | 92,22 | 3,1 |
| J-66 | 99,76 | 0,89 | 101,19 | 0,1 |
| J-67 | 81,3 | 0,85 | 100,83 | 1,9 |
| J-68 | 73,7 | 0,59 | 100,71 | 2,6 |
| J-69 | 92,67 | 0,72 | 96,7 | 1,4 |
| J-70 | 85,9 | 0,22 | 101,12 | 1,5 |
| J-71 | 95,9 | 0,23 | 100,75 | 1,5 |
| J-72 | 77,33 | 0,25 | 96,6 | 1,9 |
| J-73 | 89,64 | 0,24 | 100,61 | 1,1 |

→ **Etat des tronçons :** Le tableau suivant décrit l'état des tronçons

Tableau III.27: L'état des tronçons

| Tronçons | Longueur (m) | Du nœud | au nœud | Diamètre (mm) | Matériel | Débits (l/s) | Vitesse (m/s) |
|----------|-----------------|------------|---------|------------------|----------|-----------------|------------------|
| P-1 | 51 | R-1 | J-1 | 315 | PEHD | 50,84 | 0,85 |
| P-2 | 583 | J-1 | J-2 | 160 | PEHD | 25,57 | 1,64 |
| P-3 | 97 | J-1 | J-5 | 160 | PEHD | 13,49 | 0,86 |
| P-4 | 285 | J-2 | J-3 | 50 | PEHD | 0,65 | 0,43 |
| P-5 | 132 | J-3 | J-4 | 90 | PEHD | 8,51 | 1,73 |
| P-6 | 121 | J-3 | J-25 | 110 | PEHD | 8,06 | 1,1 |
| P-7 | 322 | J-4 | J-1 | 110 | PEHD | 10,52 | 1,43 |
| P-8 | 181 | J-5 | J-6 | 75 | PEHD | 5,46 | 1,6 |

Tableau III.28: L'état des tronçons (suite)

| Tronçons | Longueur (m) | Du nœud | au nœud | Diamètre (mm) | Matériel | Débits (l/s) | Vitesse (m/s) |
|----------|--------------|---------|---------|---------------|----------|--------------|---------------|
| P-9 | 109 | J-6 | J-4 | 50 | PEHD | 0,86 | 0,57 |
| P-10 | 94 | J-6 | J-7 | 90 | PEHD | 5,54 | 1,12 |
| P-11 | 178 | J-7 | J-8 | 50 | PEHD | 1,48 | 0,98 |
| P-12 | 157 | J-8 | J-5 | 90 | PEHD | 7,14 | 1,45 |
| P-13 | 346 | J-8 | J-9 | 75 | PEHD | 4,27 | 1,25 |
| P-14 | 47 | J-10 | J-11 | 63 | PEHD | 2,02 | 0,84 |
| P-15 | 276 | J-11 | J-12 | 63 | PEHD | 2,68 | 1,11 |
| P-16 | 62 | J-12 | J-7 | 110 | PEHD | 6,34 | 0,86 |
| P-17 | 149 | J-12 | J-13 | 63 | PEHD | 2,67 | 1,11 |
| P-18 | 158 | J-13 | J-14 | 63 | PEHD | 2,51 | 1,04 |
| P-19 | 148 | J-14 | J-10 | 50 | PEHD | 0,45 | 0,3 |
| P-20 | 378 | J-14 | J-17 | 50 | PEHD | 0,66 | 0,43 |
| P-21 | 84 | J-15 | J-16 | 50 | PEHD | 0,05 | 0,03 |
| P-22 | 511 | J-15 | J-9 | 75 | PEHD | 2,52 | 0,74 |
| P-23 | 191 | J-16 | J-10 | 50 | PEHD | 0,61 | 0,4 |
| P-24 | 287 | J-16 | J-10 | 50 | PEHD | 0,49 | 0,32 |
| P-25 | 50 | J-17 | J-15 | 50 | PEHD | 1,15 | 0,76 |
| P-26 | 93 | J-17 | J-18 | 50 | PEHD | 0,75 | 0,49 |
| P-27 | 462 | J-18 | J-19 | 50 | PEHD | 0,87 | 0,57 |
| P-28 | 536 | J-18 | J-24 | 50 | PEHD | 0,61 | 0,4 |
| P-30 | 115 | J-20 | J-21 | 75 | PEHD | 5,44 | 1,59 |
| P-32 | 123 | J-21 | J-22 | 50 | PEHD | 3,04 | 2 |
| P-33 | 204 | J-22 | J-19 | 50 | PEHD | 2,1 | 1,38 |
| P-35 | 138 | J-24 | J-25 | 50 | PEHD | 1,58 | 1,04 |
| P-36 | 75 | J-25 | J-26 | 63 | PEHD | 5,05 | 2,09 |
| P-37 | 69 | J-25 | J-13 | 50 | PEHD | 0,61 | 0,4 |
| P-38 | 151 | J-26 | J-22 | 50 | PEHD | 1,91 | 1,25 |
| P-39 | 121 | J-26 | J-27 | 50 | PEHD | 2,43 | 1,6 |
| P-40 | 151 | J-27 | J-21 | 75 | PEHD | 7,31 | 2,14 |
| P-41 | 120 | J-27 | J-28 | 75 | PEHD | 5,68 | 1,66 |
| P-44 | 137 | J-30 | J-31 | 50 | PEHD | 1,34 | 0,88 |
| P-45 | 131 | J-30 | J-32 | 50 | PEHD | 1,83 | 1,2 |
| P-46 | 166 | J-31 | J-20 | 50 | PEHD | 1,95 | 1,28 |
| P-47 | 236 | J-31 | J-40 | 90 | PEHD | 4,39 | 0,89 |
| P-48 | 91 | J-32 | J-34 | 50 | PEHD | 2,28 | 1,5 |
| P-49 | 111 | J-33 | J-28 | 90 | PEHD | 6,15 | 1,25 |

Tableau III.29: L'état des tronçons (suite)

| Tronçons | Longueur (m) | Du nœud | au nœud | Diamètre (mm) | Matériel | Débits (l/s) | Vitesse (m/s) |
|----------|--------------|---------|---------|---------------|----------|--------------|---------------|
| P-50 | 104 | J-34 | J-35 | 110 | PEHD | 15,82 | 2,15 |
| P-51 | 104 | J-34 | J-36 | 125 | PEHD | 6,35 | 0,67 |
| P-52 | 203 | J-34 | J-39 | 90 | PEHD | 6,16 | 1,25 |
| P-53 | 102 | J-35 | J-33 | 75 | PEHD | 6,58 | 1,92 |
| P-54 | 81 | J-35 | J-2 | 125 | PEHD | 22,99 | 2,41 |
| P-55 | 84 | J-36 | J-37 | 50 | PEHD | 1,52 | 1 |
| P-56 | 236 | J-36 | J-43 | 110 | PEHD | 3,97 | 0,54 |
| P-57 | 84 | J-37 | J-38 | 50 | PEHD | 0,41 | 0,67 |
| P-58 | 65 | J-37 | J-42 | 50 | PEHD | 0,63 | 0,41 |
| P-59 | 107 | J-38 | J-39 | 50 | PEHD | 0,51 | 0,33 |
| P-60 | 37 | J-39 | J-40 | 90 | PEHD | 4,95 | 1 |
| P-61 | 81 | J-41 | J-38 | 50 | PEHD | 0,37 | 0,24 |
| P-62 | 776 | J-41 | J-43 | 50 | PEHD | 0,57 | 0,38 |
| P-63 | 120 | J-42 | J-41 | 50 | PEHD | 1,05 | 0,69 |
| P-64 | 129 | J-43 | J-42 | 50 | PEHD | 1,07 | 0,7 |
| P-70 | 149 | J-30 | J-21 | 50 | PEHD | 2,31 | 1,52 |
| P-71 | 91 | R-2 | J-50 | 160 | PEHD | 10,88 | 0,7 |
| P-73 | 91 | J-51 | J-52 | 63 | PEHD | 2,07 | 0,86 |
| P-75 | 339 | J-53 | J-54 | 110 | PEHD | 10,37 | 1,41 |
| P-76 | 93 | J-54 | J-55 | 90 | PEHD | 8,84 | 1,8 |
| P-77 | 246 | J-55 | J-19 | 90 | PEHD | 6 | 1,22 |
| P-78 | 111 | J-55 | J-56 | 50 | PEHD | 1,92 | 1,26 |
| P-79 | 179 | J-56 | J-58 | 50 | PEHD | 2,28 | 1,5 |
| P-80 | 82 | J-58 | J-20 | 50 | PEHD | 2,92 | 1,92 |
| P-81 | 403 | J-20 | J-59 | 50 | PEHD | 2,14 | 1,4 |
| P-82 | 730 | J-59 | J-50 | 50 | PEHD | 0,87 | 0,57 |
| P-83 | 121 | J-50 | J-60 | 125 | PEHD | 12,36 | 1,57 |
| P-84 | 221 | J-60 | J-52 | 63 | PEHD | 1,34 | 0,56 |
| P-85 | 84 | J-60 | J-61 | 110 | PEHD | 7,36 | 1 |
| P-87 | 213 | J-60 | J-62 | 110 | PEHD | 5,04 | 0,68 |
| P-88 | 66 | J-62 | J-59 | 63 | PEHD | 3,71 | 1,54 |
| P-89 | 52 | J-62 | J-63 | 50 | PEHD | 0,65 | 0,43 |
| P-90 | 374 | J-63 | J-58 | 50 | PEHD | 1,93 | 1,27 |
| P-91 | 212 | J-56 | J-64 | 50 | PEHD | 1,38 | 0,91 |
| P-92 | 154 | J-64 | J-65 | 63 | PEHD | 1,4 | 0,58 |
| P-93 | 108 | J-65 | J-54 | 50 | PEHD | 0,42 | 0,68 |
| P-94 | 47 | J-65 | J-61 | 110 | PEHD | 2,61 | 0,55 |
| P-95 | 187 | J-61 | J-63 | 110 | PEHD | 3,56 | 0,48 |

Tableau III.30 : L'état des tronçons (suite)

| Tronçons | Longueur (m) | Du nœud | au nœud | Diamètre (mm) | Matériel | Débits (l/s) | Vitesse (m/s) |
|----------|--------------|---------|---------|---------------|----------|--------------|---------------|
| P-96 | 72 | J-64 | J-63 | 50 | PEHD | 0,88 | 0,58 |
| P-97 | 14 | R-3 | J-66 | 250 | PEHD | 17,19 | 0,45 |
| P-98 | 216 | J-66 | J-67 | 200 | PEHD | 13,77 | 0,56 |
| P-99 | 85 | J-67 | J-68 | 200 | PEHD | 12,69 | 0,52 |
| P-100 | 83 | J-68 | J-53 | 200 | PEHD | 11,86 | 0,49 |
| P-101 | 85 | J-66 | J-69 | 50 | PEHD | 2,31 | 1,52 |
| P-102 | 147 | J-69 | J-51 | 63 | PEHD | 1,34 | 0,56 |
| P-103 | 108 | J-66 | J-70 | 50 | PEHD | 0,22 | 0,74 |
| P-104 | 113 | J-67 | J-71 | 50 | PEHD | 0,23 | 0,85 |
| P-105 | 121 | J-69 | J-72 | 50 | PEHD | 0,25 | 0,66 |
| P-106 | 120 | J-68 | J-73 | 50 | PEHD | 0,24 | 0,96 |
| P-108 | 187 | J-19 | J-24 | 50 | PEHD | 0,85 | 0,56 |

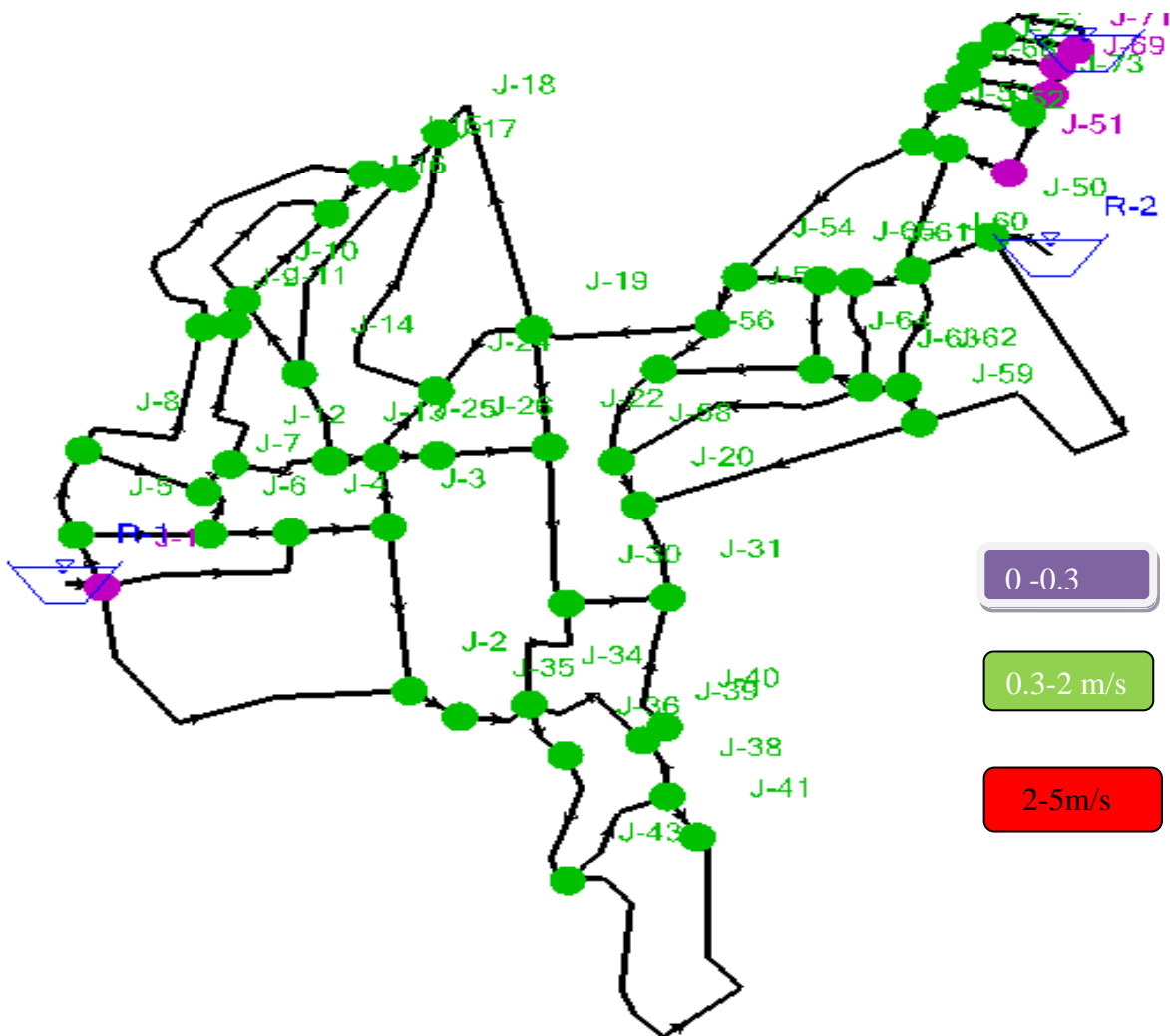


Figure III.5: L'état des nœuds

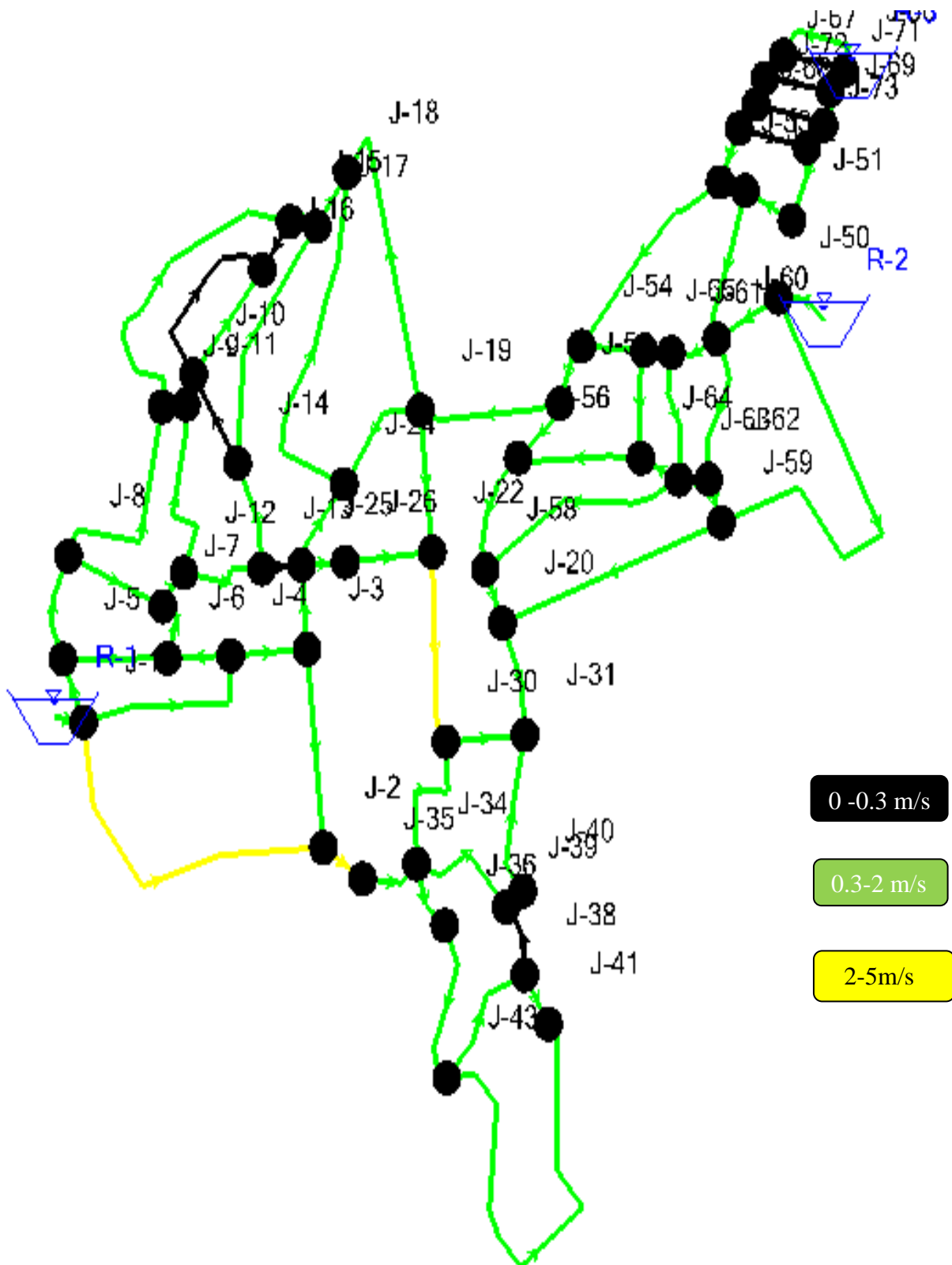


Figure III.6 :L'etat des tronçons

- **Variante 2 :**

→ **Etat des nœuds :** Le tableau suivant décrit l'état des nœuds

Tableau III.31:Etat des nœuds.

| Nœuds | Elévation (mNGA) | Demande (l/s) | charge piézométrique (mce) | Pression (bars) |
|-------|---------------------|------------------|----------------------------------|--------------------|
| J-1 | 92,49 | 1,26 | 100,6 | 3,8 |
| J-2 | 67,42 | 1,94 | 92,41 | 2,4 |
| J-3 | 68,13 | 1,1 | 78,75 | 2 |
| J-4 | 73,8 | 1,15 | 88,59 | 1,4 |
| J-5 | 88,37 | 0,89 | 99,82 | 1,1 |
| J-6 | 77,61 | 0,78 | 87,31 | 0,9 |
| J-7 | 72,79 | 0,68 | 84,47 | 1,1 |
| J-8 | 51,1 | 1,39 | 93,62 | 4,2 |
| J-9 | 51,1 | 1,75 | 80,48 | 2,9 |
| J-10 | 49,82 | 1,37 | 71,52 | 2,1 |
| J-11 | 51,62 | 0,66 | 72,78 | 2,1 |
| J-12 | 69,61 | 1 | 83,48 | 3,4 |
| J-13 | 66,04 | 0,77 | 72,63 | 3,6 |
| J-14 | 58,95 | 1,4 | 71,03 | 1,2 |
| J-15 | 46,61 | 1,32 | 70,78 | 2,4 |
| J-16 | 54,01 | 1,15 | 70,76 | 1,6 |
| J-17 | 51,47 | 1,07 | 67,86 | 3,6 |
| J-18 | 56,72 | 2,23 | 63,32 | 2,6 |
| J-19 | 52,26 | 2,18 | 63,53 | 1,1 |
| J-20 | 37,6 | 1,56 | 73,79 | 3,5 |
| J-21 | 48,58 | 1,1 | 72,05 | 2,3 |
| J-22 | 46,6 | 0,97 | 63,97 | 1,7 |
| J-24 | 59,69 | 18,82 | 63,11 | 1,3 |
| J-25 | 63,6 | 0,82 | 68,3 | 1,6 |
| J-26 | 58,2 | 0,71 | 68,2 | 1 |
| J-27 | 63,61 | 0,8 | 72,14 | 2,8 |
| J-28 | 64,92 | 0,47 | 73,71 | 2,9 |
| J-30 | 47,99 | 0,85 | 77,84 | 2,9 |
| J-31 | 37,07 | 1,1 | 79,77 | 4,2 |
| J-32 | 52,93 | 0,45 | 81,65 | 2,8 |
| J-33 | 64,81 | 0,43 | 74,47 | 2,9 |

Tableau III.31:L'état des nœuds (suite).

| Nœuds | Elévation (mNGA) | Demande (l/s) | charge piézométrique (mce) | Pression (bars) |
|-------|---------------------|------------------|----------------------------------|--------------------|
| J-34 | 52,74 | 1,03 | 85,77 | 3,2 |
| J-35 | 61,59 | 0,59 | 89,74 | 2,8 |
| J-36 | 47,27 | 0,87 | 85,37 | 3,7 |
| J-37 | 42,45 | 0,48 | 83,38 | 4 |
| J-38 | 33,17 | 0,55 | 81,84 | 4,8 |
| J-39 | 36,48 | 0,71 | 82,25 | 4,5 |
| J-40 | 33,19 | 0,56 | 81,84 | 4,8 |
| J-41 | 28,77 | 1,99 | 81,67 | 5,2 |
| J-42 | 39,14 | 0,64 | 83,08 | 4,3 |
| J-43 | 41,54 | 2,33 | 84,65 | 4,2 |
| J-50 | 84,77 | -2,35 | 95,49 | 1 |
| J-51 | 86 | -0,73 | 94,82 | 2,9 |
| J-52 | 72,48 | 0,73 | 90,91 | 1,8 |
| J-53 | 67,18 | 1,49 | 67,57 | 3 |
| J-54 | 51 | 1,1 | 64,4 | 1,3 |
| J-55 | 46,62 | 0,92 | 64,37 | 1,7 |
| J-56 | 42,18 | 1,03 | 71,97 | 2,9 |
| J-58 | 39,2 | 1,3 | 73,74 | 3,4 |
| J-59 | 65 | 2,45 | 88,9 | 2,3 |
| J-60 | 72,27 | 1,31 | 91,22 | 1,9 |
| J-61 | 65 | 1,19 | 89,76 | 2,4 |
| J-62 | 65 | 0,68 | 90,33 | 2,5 |
| J-63 | 61,07 | 1,4 | 89,27 | 2,8 |
| J-64 | 59,19 | 0,9 | 87,38 | 2,8 |
| J-65 | 60,41 | 1,63 | 89,52 | 2,8 |
| J-66 | 99,76 | 0,89 | 101,2 | 3,1 |
| J-67 | 81,3 | 0,85 | 97,45 | 1,6 |
| J-68 | 73,7 | 0,59 | 91,86 | 1,8 |
| J-69 | 92,67 | 0,72 | 94,61 | 2,2 |
| J-70 | 85,9 | 0,22 | 101,13 | 1,5 |
| J-71 | 95,9 | 0,23 | 97,37 | 3,8 |
| J-72 | 77,33 | 0,25 | 94,5 | 2,7 |
| J-73 | 89,64 | 0,24 | 91,76 | 2,2 |

→ **Etat des tronçons** : Le tableau suivant décrit l'état des tronçons

Tableau III.32: L'état des tronçons

| Tronçon | Longueur (m) | du Nœud | au Nœud | Diamètre (mm) | Matériel | débits (L/s) | Vitesse (m/s) |
|---------|--------------|---------|---------|---------------|----------|--------------|---------------|
| P-1 | 51 | R-1 | J-1 | 315 | PEHD | 58,57 | 0,98 |
| P-2 | 583 | J-1 | J-2 | 160 | PEHD | 24,16 | 1,55 |
| P-3 | 97 | J-1 | J-5 | 160 | PEHD | 17,93 | 1,15 |
| P-4 | 285 | J-2 | J-3 | 50 | PEHD | 2,19 | 1,44 |
| P-5 | 132 | J-3 | J-4 | 90 | PEHD | 13,04 | 2,65 |
| P-6 | 121 | J-3 | J-25 | 90 | PEHD | 14,14 | 2,87 |
| P-7 | 322 | J-4 | J-1 | 110 | PEHD | 15,22 | 2,07 |
| P-8 | 181 | J-5 | J-6 | 75 | PEHD | 7,77 | 2,27 |
| P-9 | 109 | J-6 | J-4 | 50 | PEHD | 1,03 | 0,68 |
| P-10 | 94 | J-6 | J-7 | 90 | PEHD | 8,01 | 1,63 |
| P-11 | 178 | J-7 | J-8 | 50 | PEHD | 2,28 | 1,5 |
| P-12 | 157 | J-8 | J-5 | 90 | PEHD | 9,28 | 1,88 |
| P-13 | 346 | J-8 | J-9 | 75 | PEHD | 5,61 | 1,64 |
| P-14 | 47 | J-10 | J-11 | 63 | PEHD | 2,92 | 1,21 |
| P-15 | 276 | J-11 | J-12 | 63 | PEHD | 3,58 | 1,48 |
| P-16 | 62 | J-12 | J-7 | 110 | PEHD | 9,61 | 1,31 |
| P-17 | 149 | J-12 | J-13 | 63 | PEHD | 5,04 | 2,09 |
| P-18 | 158 | J-13 | J-14 | 63 | PEHD | 1,73 | 0,72 |
| P-19 | 148 | J-14 | J-10 | 50 | PEHD | 0,52 | 0,34 |
| P-20 | 378 | J-14 | J-17 | 50 | PEHD | 0,85 | 0,56 |
| P-21 | 84 | J-15 | J-16 | 50 | PEHD | 0,12 | 0,08 |
| P-22 | 511 | J-15 | J-9 | 75 | PEHD | 3,86 | 1,13 |
| P-23 | 191 | J-16 | J-10 | 50 | PEHD | 0,57 | 0,37 |
| P-24 | 287 | J-16 | J-10 | 50 | PEHD | 0,46 | 0,3 |
| P-25 | 50 | J-17 | J-15 | 50 | PEHD | 2,43 | 1,59 |
| P-26 | 93 | J-17 | J-18 | 50 | PEHD | 2,21 | 1,46 |
| P-27 | 462 | J-18 | J-19 | 50 | PEHD | 0,18 | 0,12 |
| P-28 | 536 | J-18 | J-24 | 50 | PEHD | 0,16 | 0,11 |
| P-30 | 115 | J-20 | J-21 | 50 | PEHD | 1,18 | 0,77 |
| P-32 | 123 | J-21 | J-22 | 50 | PEHD | 2,6 | 1,71 |
| P-33 | 204 | J-22 | J-19 | 110 | PEHD | 3,26 | 0,44 |
| P-35 | 138 | J-24 | J-25 | 110 | PEHD | 15,28 | 2,08 |
| P-36 | 75 | J-25 | J-26 | 63 | PEHD | 0,57 | 0,5 |
| P-37 | 69 | J-25 | J-13 | 50 | PEHD | 2,53 | 1,67 |
| P-38 | 151 | J-26 | J-22 | 50 | PEHD | 1,64 | 1,08 |
| P-39 | 121 | J-26 | J-27 | 50 | PEHD | 1,78 | 1,17 |
| P-40 | 151 | J-27 | J-21 | 75 | PEHD | 0,57 | 0,17 |
| P-41 | 120 | J-27 | J-28 | 75 | PEHD | 3,15 | 0,92 |
| P-44 | 137 | J-30 | J-31 | 50 | PEHD | 1,13 | 0,74 |
| P-45 | 131 | J-30 | J-32 | 50 | PEHD | 1,67 | 1,1 |
| P-46 | 166 | J-31 | J-20 | 50 | PEHD | 1,88 | 1,24 |

Tableau III.33: L'état des tronçons (suite)

| Tronçons | Longueurs (m) | du Nœud | au Nœud | Diamètre (mm) | Matériel | débits (L/s) | Vitesse (m/s) |
|----------|---------------|---------|---------|---------------|----------|--------------|---------------|
| P-47 | 236 | J-31 | J-40 | 90 | PEHD | 4,11 | 0,83 |
| P-48 | 91 | J-32 | J-34 | 50 | PEHD | 2,13 | 1,4 |
| P-49 | 111 | J-33 | J-28 | 90 | PEHD | 3,62 | 0,74 |
| P-50 | 104 | J-34 | J-35 | 110 | PEHD | 15,38 | 2,09 |
| P-51 | 104 | J-34 | J-36 | 125 | PEHD | 6,3 | 0,66 |
| P-52 | 203 | J-34 | J-39 | 90 | PEHD | 5,94 | 1,21 |
| P-53 | 102 | J-35 | J-33 | 50 | PEHD | 4,05 | 2,67 |
| P-54 | 81 | J-35 | J-2 | 125 | PEHD | 20,03 | 2,1 |
| P-55 | 84 | J-36 | J-37 | 50 | PEHD | 1,49 | 0,98 |
| P-56 | 236 | J-36 | J-43 | 110 | PEHD | 3,94 | 0,53 |
| P-57 | 84 | J-37 | J-38 | 50 | PEHD | 0,4 | 0,65 |
| P-58 | 65 | J-37 | J-42 | 50 | PEHD | 0,62 | 0,41 |
| P-59 | 107 | J-38 | J-39 | 50 | PEHD | 0,56 | 0,37 |
| P-60 | 37 | J-39 | J-40 | 90 | PEHD | 4,67 | 0,95 |
| P-61 | 81 | J-41 | J-38 | 50 | PEHD | 0,41 | 0,47 |
| P-62 | 776 | J-41 | J-43 | 50 | PEHD | 0,56 | 0,77 |
| P-63 | 120 | J-42 | J-41 | 50 | PEHD | 1,03 | 0,67 |
| P-64 | 129 | J-43 | J-42 | 50 | PEHD | 1,05 | 0,69 |
| P-70 | 149 | J-30 | J-21 | 50 | PEHD | 1,95 | 1,28 |
| P-71 | 91 | R-2 | J-50 | 160 | PEHD | 14,69 | 0,94 |
| P-73 | 91 | J-51 | J-52 | 50 | PEHD | 0,63 | 1,02 |
| P-75 | 339 | J-53 | J-54 | 50 | PEHD | 0,28 | 0,45 |
| P-76 | 93 | J-54 | J-55 | 90 | PEHD | 0,74 | 0,75 |
| P-77 | 246 | J-55 | J-19 | 90 | PEHD | 2,47 | 0,5 |
| P-78 | 111 | J-55 | J-56 | 50 | PEHD | 2,65 | 1,74 |
| P-79 | 179 | J-56 | J-58 | 50 | PEHD | 0,94 | 0,62 |
| P-80 | 82 | J-58 | J-20 | 50 | PEHD | 0,21 | 0,63 |
| P-81 | 403 | J-20 | J-59 | 50 | PEHD | 1,07 | 1,1 |
| P-82 | 730 | J-59 | J-50 | 50 | PEHD | 0,89 | 0,59 |
| P-83 | 121 | J-50 | J-60 | 125 | PEHD | 16,15 | 2,05 |
| P-84 | 221 | J-60 | J-52 | 50 | PEHD | 0,1 | 0,16 |
| P-85 | 84 | J-60 | J-61 | 110 | PEHD | 10,07 | 1,37 |
| P-87 | 213 | J-60 | J-62 | 110 | PEHD | 4,68 | 0,64 |

Tableau III.33: L'état des tronçons (suite)

| Tronçons | Longueur (m) | du Nœud | au Nœud | Diamètre (mm) | Matériel | débits (L/s) | Vitesse (m/s) |
|----------|--------------|---------|---------|---------------|----------|--------------|---------------|
| P-88 | 66 | J-62 | J-59 | 63 | PEHD | 2,62 | 1,09 |
| P-89 | 52 | J-62 | J-63 | 50 | PEHD | 1,38 | 0,91 |
| P-90 | 374 | J-63 | J-58 | 50 | PEHD | 2,03 | 1,33 |
| P-91 | 212 | J-56 | J-64 | 50 | PEHD | 2,74 | 1,8 |
| P-92 | 154 | J-64 | J-65 | 63 | PEHD | 2,06 | 0,85 |
| P-93 | 108 | J-65 | J-54 | 50 | PEHD | 1,56 | 2,54 |
| P-94 | 47 | J-65 | J-61 | 110 | PEHD | 5,25 | 0,71 |
| P-95 | 187 | J-61 | J-63 | 110 | PEHD | 3,63 | 0,49 |
| P-96 | 72 | J-64 | J-63 | 50 | PEHD | 1,58 | 1,04 |
| P-97 | 14 | R-3 | J-66 | 250 | PEHD | 5,65 | 0,15 |
| P-98 | 216 | J-66 | J-67 | 75 | PEHD | 3,68 | 1,07 |
| P-99 | 85 | J-67 | J-68 | 50 | PEHD | 2,6 | 1,71 |
| P-100 | 83 | J-68 | J-53 | 50 | PEHD | 1,77 | 2,87 |
| P-101 | 85 | J-66 | J-69 | 50 | PEHD | 0,87 | 1,41 |
| P-102 | 147 | J-69 | J-51 | 50 | PEHD | 0,1 | 0,86 |
| P-103 | 108 | J-66 | J-70 | 50 | PEHD | 0,22 | 0,94 |
| P-104 | 113 | J-67 | J-71 | 50 | PEHD | 0,23 | 0,55 |
| P-105 | 121 | J-69 | J-72 | 50 | PEHD | 0,25 | 0,96 |
| P-106 | 120 | J-68 | J-73 | 50 | PEHD | 0,24 | 0,76 |
| P-108 | 187 | J-19 | J-24 | 110 | PEHD | 3,37 | 0,46 |

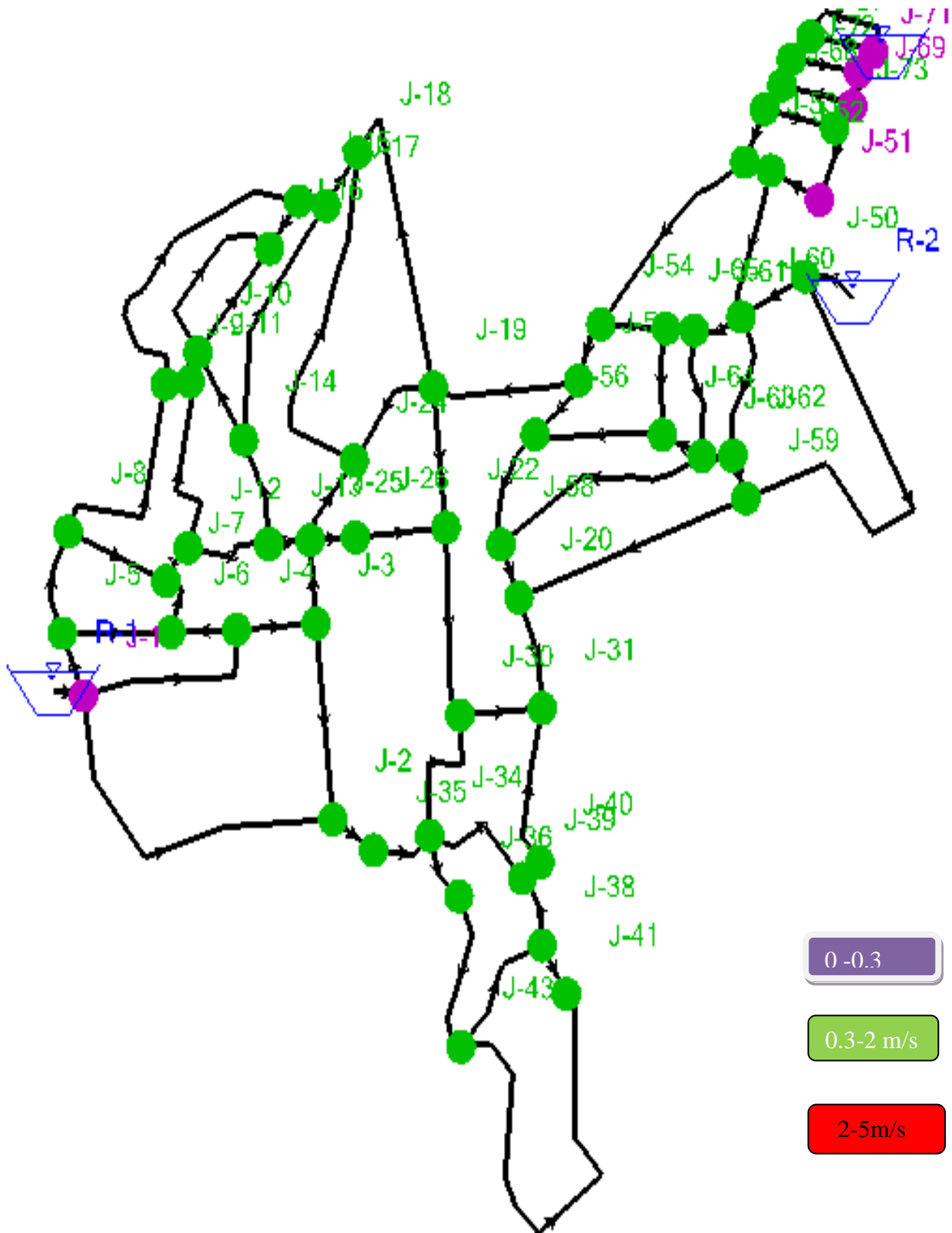


Figure III.7 :l'état des nœuds

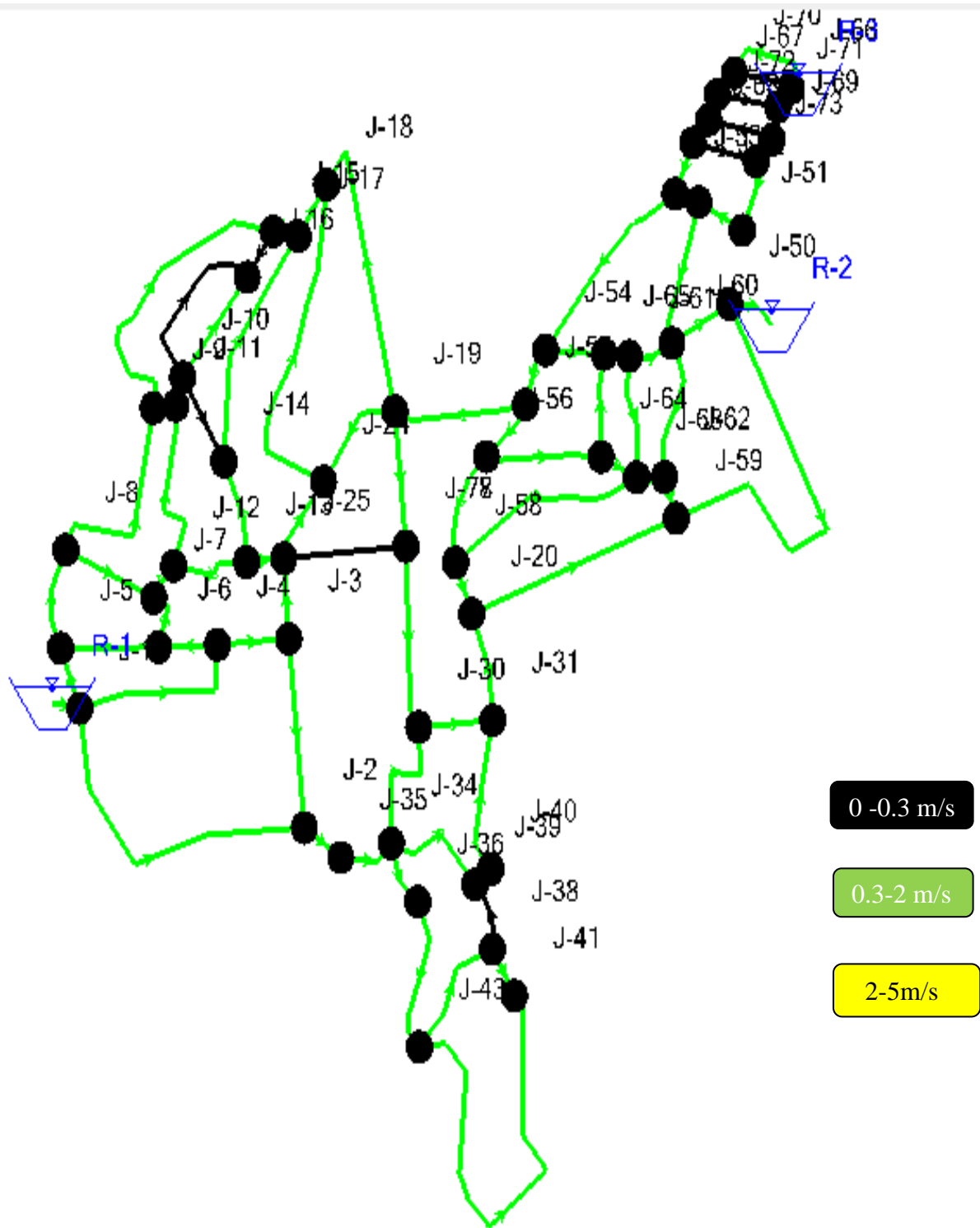


Figure III.8 :l'état des tronçons

III.8. Interprétation du résultat :

Le résultat obtenu dans la simulation se base sur deux critères :

- Pression dans les nœuds ne dépasse pas les 10 bars ;
- La vitesse est entre 0.3-2.7 (m/s) ;

En comparant les deux variantes, on remarque que la variante à contre réservoir présente des vitesses assez faibles par rapport à la variante 2, mais le réel inconvénient est celui de la gestion, car le système à contre réservoir exige une alimentation H24 ce qui n'est pas le cas souvent dans cette localité surtout durant la période estivale. De ce fait on choisira la variante 2 pour faciliter la gestion du réseau.

III.9. Conclusion :

A travers ce chapitre nous avons dimensionné le réseau de distribution de la localité de laioun dont le réseau est du type maillé, suite au calcul des différents débits et à l'aide du logiciel water CAD, après avoir lancé la simulation du réseau pour voir son comportement de point de vue vitesse et pression. Il a été obtenu des vitesses et des pressions conformes aux normes. Ces résultats trouvés nous permettent de satisfaire la demande sans avoir des problèmes de fonctionnement du réseau et pour les faibles vitesses obtenue nous recommandons des vidange pour chasser les dépôts.

Chapitre IV :

Etude de stockage

IV.1.Introduction :

Le stockage de l'eau potable est un composant principal du système d'alimentation en eau potable.

Dans notre projet on utilise les trois réservoirs existants qui sont implantés a des cote différentes avec des capacité différentes :

-Réservoir l'Aioun centre est implanté a une côte de 101 m NGA avec une capacité de 1000 m³.

-Réservoir EL-Hamamet est implanté a une cote de 100 m NGA avec une capacité de 2*150m³.

-Réservoir de cote 101 m NGA et de capacité 80 m³.

Il convient de souligner que l'existence de ces réservoirs est une contrainte pour le projecteur du fait que les cotes sont imposées.

IV.2. Les rôles des réservoirs :[3]

Les réservoirs d'eau potable assurent des fonctions générales multiples :

-Régulation du débit : Le réservoir est un ouvrage régulateur de débit, il permet d'adapter la production à la consommation.

-Sécurité d'approvisionnement : Le réservoir assure une fonction de sécurité d'approvisionnement dans l'éventualité d'un incident sur les équipements d'alimentation du réseau de distribution (pollution, rupture d'une canalisation, interruption de l'alimentation en énergie)

-Régulation de la pression : Le réservoir est un régulateur de pression puisque sa charge conditionne la perte de charge sur le réseau.

-Simplification de l'exploitation en permettant l'arrêt pour l'entretien ou réparation de certaines installations.

-Briser la charge dans le cas d'une distribution étagée.

-Réacteur participant au traitement : les réservoirs disposés à l'aval immédiat d'une station de traitement en assurant un temps de contact suffisant entre l'agent désinfectant et l'eau, garantissant une désinfection adéquate de celle avant la distribution.

-Dans le cas où le réseau est étendu longitudinalement, et que de faibles pressions apparaissent aux points éloignés, on peut installer un deuxième réservoir (d'extrémité ou d'équilibre)

-Réduction des dépenses d'énergie : Les réservoirs permettent de privilégier le pompage pendant les heures de plus faible coût de l'énergie.

IV.3.Emplacement des réservoirs :

Malgré l'existance du réservoir, son emplacement doit toujours tenir compte les aspects suivantes :

- pour des raisons d'économie, il est préférable que le remplissage du réservoir se fasse par gravité, ce qui implique qu'on puisse le placer à un niveau bas par rapport à la prise d'eau.

- l'alimentation du réseau de distribution doit se faire par gravité, le réservoir doit être construit à un niveau supérieur à celui de l'agglomération.
- lorsque plusieurs réservoirs sont nécessaires, on doit les implanter de préférence en extrémité du réseau.
- la cote radier doit être supérieure à la plus haute cote piézométrique exigée dans le réseau.
- l'emplacement du réservoir doit être aussi choisi de telle façon à pouvoir satisfaire les consommateurs par une pression suffisante

IV.4. Classification des réservoirs :[1]

On peut classer les réservoirs en plusieurs catégories : D'après la nature des matériaux de construction, on distingue :

- Les réservoirs métalliques
- Les réservoirs en maçonnerie
- Les réservoirs en béton arme, ordinaire ou précontraint

D'après la situation des lieux, ils peuvent être :

- Enterrées
- Semi-enterrés
- Surélèves

D'après leurs formes :

- Circulaires
- Rectangulaires
- Ou d'une forme quelconque

IV.5. Aménagements interne des réservoirs :[3]

On doit éviter les zones mortes pour un renouvellement de l'eau meilleur et homogène pour tout le volume. Pour les éviter il faut :

- éloigner les points d'arrivée et de départ.
- créer des chicanes
- casser les angles horizontaux et verticaux par des goussets (15 x 15), ce qui facilite de plus les opérations de nettoyage.

Les radiers doivent présenter une forme de pente (1 à 1,5 %) afin d'évacuer totalement les eaux lors des vidanges et des opérations de nettoyage avec un puisard.

- *Remarque : de préférence il faut imposer une vidange et un nettoyage des réservoirs au moins une fois par an. Ces opérations doivent être suivies d'une désinfection de l'ouvrage et d'un contrôle de la qualité de l'eau après remise en eau.*

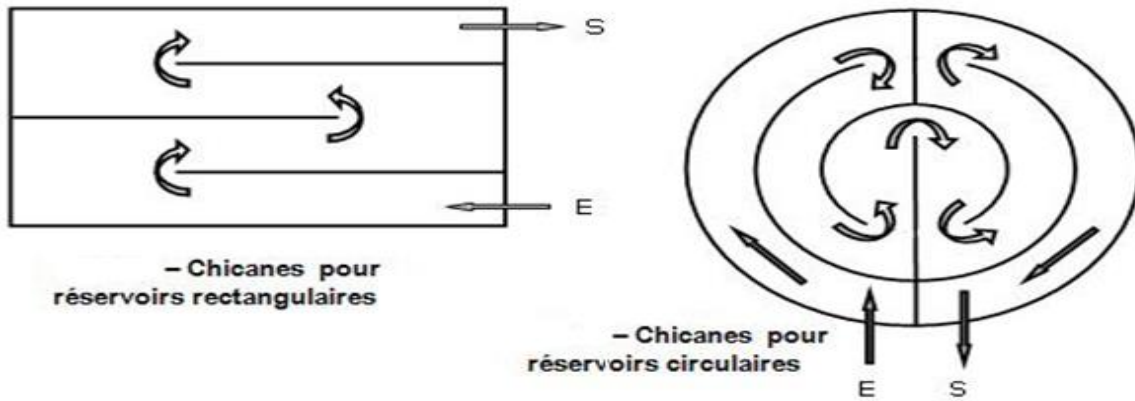


Figure IV.1 : Les chicanes

IV.6.Équipements des réservoirs :

Les réservoirs doivent comporter les équipements suivants :

- dispositifs d'alimentation et de départ.
- trop-plein et vidange.
- évent protégé.
- trappes d'accès et échelles.
- jauges et détecteurs de niveau.
- dispositifs anti-intrusion et de contrôle d'accès.
- robinets de prise d'échantillon en amont en en aval du réservoir.
- crépine coudée
- déversoir circulaire
- Manchon à deux brides
- Manchon à deux brides et à bout lisse
- joint Gibault
- robinet vanne à bride
- Té à trois brides
- Coudes à brides

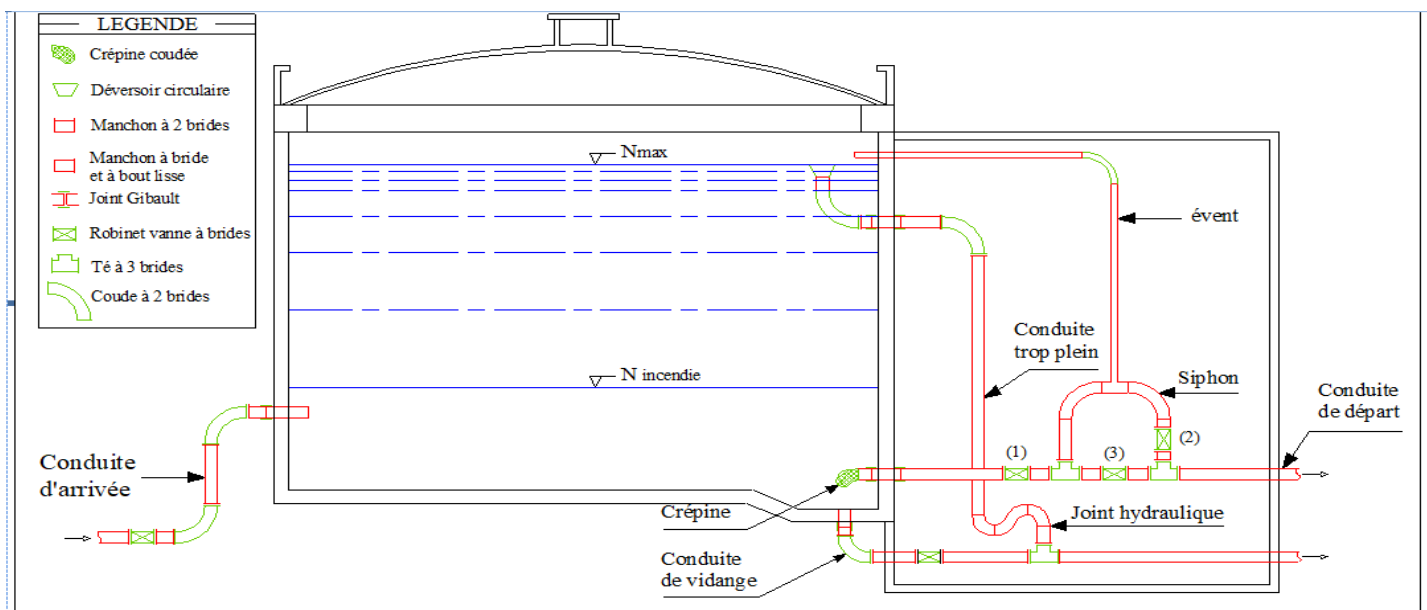


Figure IV.2 : Les équipements de réservoirs

IV.7.Recommandations diverses :[2]

- Limiter l'entrée de la lumière naturelle pour éviter les risques de prolifération d'algues.
- Éviter l'élévation de la température de l'eau par une bonne isolation thermique (talutage, pare-soleil), et ceci pour limiter l'activité biologique et protéger la structure contre les microfissurations.
- Aménager des évacuations pour les eaux pluviales.
- Prévoir des accès au réservoir empruntable par des véhicules en toute saison.
- le renouvellement de l'étanchéité extérieure afin de parer à toute infiltration d'eau pouvant contaminer l'eau stockée.
- la mise en œuvre d'une isolation thermique afin de maintenir à l'intérieur de l'ouvrage une température constante proche de celle de l'eau emmagasinée.
- la réfection du revêtement de la surface intérieure en contact avec l'eau potable.
- la séparation de la réserve d'eau et de la chambre à vannes.
- la modification du système d'aération de la cuve (élimination des chapeaux d'aération au-dessus du plan d'eau et mise en place d'un système d'aération avec bouche murale, filtres et gaines d'aération horizontales).
- la modification de l'accès aux cuves pour faciliter le travail du personnel en charge des travaux d'entretien, le renouvellement de la tuyauterie et de la robinetterie.

IV.8.Capacité de réservoir :

Le dimensionnement d'un réservoir doit prendre en compte l'évolution de la population et ses habitudes de consommation. Il doit être tenu compte du fait que l'eau ne doit pas stagner dans le réservoir plus de 24 heures. Pour estimer la capacité d'un réservoir, nous avons recouru soit à la méthode graphique, soit à la méthode analytique.

IV.8.1.La méthode graphique :[1]

La méthode graphique tient compte de la courbe de consommation totale (intégrale) et de la courbe d'apport du débit pompé en fonction de la durée de pompage. La capacité est déduite à partir des extremums des cumuls de la consommation vis-à-vis de celle des apports.

IV.8.2.La méthode analytique :[1]

Connaissant le régime de consommation de l'agglomération ainsi que le régime de travail de la station de pompage, nous déterminons analytiquement la capacité du réservoir.

En conséquence, la capacité sera déduite à partir des résidus entre le cumul d'apport et de départ d'eau pour chaque heure pendant 24 heures comme le montre le tableau

Le volume utile est donnée par :

$$V_u = \frac{a (\%) * Q_{\max,j}}{100} \quad (\text{IV.1})$$

a % : représente le maximum des restes de $Q_{\max,j}$

$Q_{\max,j}$: débit maximum journalier (m^3/j)

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

$$V_T = V_u + V_{inc} \quad (IV.2)$$

Le tableau suivant représente la capacité de stockage totale

Tableau IV.1 : Détermination de la capacité de stockage totale .

| Heurs | Refoulement | consommation | arrivé | départs | cumul |
|--------|-------------|--------------|--------|---------|-------|
| | % | % | % | % | % |
| 0 -1 | 0 | 1 | | 1 | -1 |
| 1 -2 | 0 | 1 | | 1 | -2 |
| 2 -3 | 0 | 1 | | 1 | -3 |
| 3 -4 | 0 | 1 | | 1 | -4 |
| 4 -5 | 0 | 2 | | 2 | -6 |
| 5 -6 | 6,25 | 3 | 3,25 | | -2,75 |
| 6 -7 | 6,25 | 5 | 1,25 | | -1,5 |
| 7 -8 | 6,25 | 6,5 | | 0,25 | -1,75 |
| 8 -9 | 6,25 | 6,5 | | 0,25 | -2 |
| 9 -10 | 6,25 | 5,5 | 0,75 | | -1,25 |
| 10 -11 | 6,25 | 4,5 | 1,75 | | 0,5 |
| 11 -12 | 6,25 | 5,5 | 0,75 | | 1,25 |
| 12 -13 | 6,25 | 7 | | 0,75 | 0,5 |
| 13 -14 | 6,25 | 7 | | 0,75 | -0,25 |
| 14 -15 | 6,25 | 5,5 | 0,75 | | 0,5 |
| 15 -16 | 6,25 | 4,5 | 1,75 | | 2,25 |
| 16 -17 | 6,25 | 5 | 1,25 | | 3,5 |
| 17 -18 | 6,25 | 6,5 | | 0,25 | 3,25 |
| 18 -19 | 6,25 | 6,5 | | 0,25 | 3 |
| 19 -20 | 6,25 | 5 | 1,25 | | 4,25 |
| 20 -21 | 6,25 | 4,5 | 1,75 | | 6 |
| 21 -22 | 0 | 3 | | 3 | 3 |
| 22 -23 | 0 | 2 | | 2 | 1 |
| 23 -24 | 0 | 1 | | 1 | 0 |

Ce tableau nous donne un résidu maximum égal à 12% sans prise en compte de la réserve d'incendie donc le volume du réservoir est donne par la relation suivante :

$$V_T = \frac{(Q_{\max j2019} * p\%)}{100} + V_{inc} = [((6+|-6|) * 1890,8695) / 100] + 120 = 346.904 m^3 \dots \text{à l'horizon 2019}$$

$$V_T = \frac{(Q_{\max j2050} * p\%)}{100} + V_{\text{inc}} = [(12 * 3920.241) / 100] + 120 = 590.43 \text{ m}^3 \quad \dots \text{à l'horizon 2050}$$

P% : représente le maximum des restes de $Q_{\max j}$ en pourcentage.

$$R_{\max} = |V^+| + |V^-| (\%) = |12| (\%) \quad (\text{IV.3})$$

V_{inc} : réserve d'incendie qui est égale à 120 m³.

IV.9. Besoins en stockages :

Les résultats obtenus sur les besoins sont trouvés sur le tableau ci-après

Tableau IV.1 : Besoins en stockages.

| Horizons | Actuel 2019 | Horizon d'étude 2050 |
|------------------------------------|-------------|----------------------|
| $Q_{\max j}$ (m ³ /j) | 1890.8695 | 3920,241 |
| V_u (m ³) | 226,904 | 470,429 |
| V_{inc} (m ³) | 120 | 120 |
| Besoin en stockage | 346,904 | 590,43 |

IV.10. Bilan de stockage :

Les résultats obtenus sur Bilan de comparaison sont trouvés sur le tableau ci-après

Tableau IV.2 : Bilan de stockage

| Horizons | 2019 | 2050 |
|---------------------------------------|---------|--------|
| Stockage actuel (m ³) | 1380 | 1380 |
| Besoins de stockage (m ³) | 346,904 | 590,43 |
| Déficit (m ³) | ---- | ---- |

IV.11. Conclusion :

Du point de vue capacité de stockage actuel le bilan de comparaison ne montre aucun déficit à l'horizon de calcul 2050. Nous concluons que les demandes à l'horizon actuel et à long termes est assuré par les réservoirs présentés précédemment.

Chapitre V :
Etude d'adduction et
de pompage

V.1.introduction :

Le but de ce présent chapitre, est de parvenir à satisfaire la demande des consommateurs et de combler le déficit en eau potable des différentes localités. Pour cela, on est appelé à faire une étude technico-économique pour dimensionner le réseau d'adduction

V.2.Définition:

L'adduction est le transport d'eau, consiste à étudier les voies et moyens technico-économique pour acheminer les eaux prélevées de la source d'alimentation (puits, forage, barrage, station ...), soit vers leur lieu d'accumulation (réservoirs), soit directement vers les zones de leur consommation (réseau de distribution).

En général elle ne comporte aucun piquage. L'adduction se fait à l'aide de canalisations soit par pompage ou gravitairement.

Une installation d'adduction en eau potable (AEP) comprend une source d'eau (un puits, forage, station de traitement), une pompe mécanique et des infrastructures : château d'eau et réseau de tuyauteries terminés par des borne-fontaine publiques complétées par quelques branchements individuels.

V.3.Classification :[3]

D'après leurs fonctionnements, les adductions peuvent être classées en trois groupes :

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

Adduction gravitaire :

L'écoulement de l'eau se fait par gravité suite à la différence de côtes : l'altitude de la source est supérieure celle du point de consommation.

Adduction par refoulement :

Quand la source se trouve à un niveau hydrauliquement bas par rapport au point d'arrivée, l'acheminement de l'eau d'un point à l'autre se fait à l'aide de pompes

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 conduites est assuré par un réservoir appelé réservoir tampon.

V.4.Matériau des conduites :

Plusieurs critères doivent être pris en considération pour le choix d'un tuyau. Il y a deux types de critères différents, les critères techniques et les critères financiers.

-Pour les critères techniques, on trouve principalement :

-Les pressions de service et maximales, voire les dépressions.

-La qualité des revêtements intérieurs et extérieurs Pour le revêtement intérieur, il s'agit de vérifier qu'il permet de transporter l'eau, dans des conditions sanitaires répondant aux normes de potabilité. Pour le revêtement extérieur, il s'agit là de vérifier qu'il protège le tuyau contre les agressions extérieures, principalement les attaques chimiques et électrochimiques, sources de corrosion. Les charges statiques et dynamiques dues au poids des terres et aux trafics usuels qui peuvent, suivant les cas, être importants. Il est donc nécessaire d'y prêter attention et de le préciser lors de la demande

-Pour les critères financiers, on considère coûts du transport, du levage, de montage qui peut être différents d'un matériau

V.4.1. Tuyaux en fonte ductile :

Ce tube a subi de nombreuses évolutions, principalement dans ses revêtements intérieurs et extérieurs. Il existe d'ailleurs aujourd'hui, plusieurs types de revêtements intérieurs et extérieurs. Les qualités principales de sont :

- une bonne connaissance de la qualité du produit après utilisations antérieures.
- une excellent résistance mécanique.

Ces principaux défauts sont :

- un poids élevé,
- un prix relativement élevé,
- une structure multicouche,
- une sensibilité à la corrosion.
- Rigidité

V.4.2. Poly éthylène :

Les qualités principales de ce tuyau sont :

- la résistance à la corrosion,
- la légèreté,
- la souplesse,
- le faible prix par rapport à la fonte à un certain diamètre..

Ces principaux défauts sont :

- un raccord nécessitant certaines précautions,
- une légèrement moins bonne résistance mécanique.

V.4.3.L'acier :[6]

Les tuyaux en acier possèdent de bonnes caractéristiques mécaniques et leur conductibilité est excellente, ce qui réduit cependant leur résistance à la corrosion par rapport aux tuyaux en fonte. Sans enveloppe ni protection cathodique anti corrosion, la durée d'exploitation des tuyaux en acier reste raisonnable et sa rentabilité économique. Les tuyaux en acier sont plus légers que les tuyaux en fonte, d'où économie sur le transport, mais plus lourds que les tuyaux en matières plastiques. Leur résistance aux contraintes (chocs, écrasement déplacement de terrains) est supérieure à celle des tuyaux en matières plastiques. Par contre leur résistance à la corrosion est due à la qualité de ses revêtements intérieur et extérieur mais le passage au balai électrique permet la détection, suivie d'une réparation, des éventuelles détériorations du revêtement extérieur au moment de la pose. Donc, le choix du matériau dépend principalement de l'aspect technico économique de la conception. D'un point de vue technique, la conduite doit résister à la pression de service. Les conduites en fonte ductile sont caractérisées par une pression nominale de 25 bars, ce qui oriente notre choix vers ce type de matériau notamment lorsqu'il s'agit de pression supérieure à la pression nominale des conduites en PEHD (16 bars) pour les faibles diamètres. Dans notre projet, on prévoit des conduites en fonte ductile caractérisées par une pression nominale de 25 bars pour le tracé principal, L'acier sera consacré aux tronçons soumis au fortes pressions notamment les franchissements des oueds et les conduites de refoulement.

V.5.Choix du matériau :

Puisque les débits transportés sont assez faibles et les pressions pas très importantes, le matériau le mieux adapté techniquement et économiquement c'est le PEHD.

V.6.Proposition de la variante :

Dans cette 1ere variante, on a trois tronçons :

- Station de pompage OUM TEBOUL vers le réservoir 1000 m³.
- Réservoir 1000 m³ vers la station de pompage ELBAYADA.
- Station de pompage ELBAYADA vers la bache à eau.
- Station de pompage ELBAYADA vers le réservoir 2*150.

V.7.Etude technico-économique de l'adduction :**V.7.1.Etude de l'adduction par refoulement :[1]**

Le dimensionnement de la conduite d'adduction s'établit en cherchant le diamètre économique qui permet de donner un coût de revient minimum entre les dépenses de

fonctionnement et celle d'investissement, donc une étude technico-économiques'avère indispensable. En effet, plus le diamètre de la conduite est petit pour un même débit à relever, plus les pertes de charge seront plus importantes. Il est donc impératif de déterminer un même diamètre économique pour la conduite de refoulement.

Le diamètre économique des conduites de refoulement sera déterminé comme suit :

V.7.1.1.Frais d'exploitation:

V.7.1.1.1. pertes de charge linéaires :

Pour un tronçon donné, les pertes de charge linéaires dépendent:

- Du diamètre D de la conduite en (m);
- Du débit Q en (m³/s);
- De la rugosité absolue K_s exprimée en mm;
- De la longueur du tronçon L en (m).

$$\Delta H_l = \lambda \frac{L V^2}{D 2 g} = I * 1 \quad (\text{V.1})$$

$$\lambda = (1,14 - 0,86 \ln \frac{\xi}{D})^{-2} \quad (\text{V.2})$$

Avec : La rugosité de la conduite, est prise égale à 0,001 mm

V.7.1.1.2. Pertes de charge singulières :

Elles sont générées par les singularités telles que les coudes, vannes, clapets, branchements, diaphragmes ...etc. Les pertes sont estimées de 10 % à 15des pertes de charge linaires (on prend 15% dans notre cas).

Elles sont données par la formule suivante :

$$\Delta H_s = 0,15 * \Delta H_l \quad (\text{V.3})$$

V.7.1.1.3. Pertes de charge totales (ΔH_t) :

C'est la somme des pertes de charge linéaires et les pertes de charge singulières :

$$\begin{aligned} \Delta H_t &= \Delta H_l + \Delta H_s \Leftrightarrow \Delta H_t = \Delta H_l + 0,15 * \Delta H_l \\ \Rightarrow \Delta H_t &= 1,15 * \Delta H_l \end{aligned} \quad (\text{V.4})$$

V.7.1.1.4.Calcul de la hauteur manométrique totale :

La hauteur manométrique totale est la somme de pertes de charge et de la hauteur géométrique.

$$HMT = Hg + \Delta H_t \quad (V.5)$$

Hg: la hauteur géométrique (m)

ΔH_t : pertes de charge totales (m)

V.7.1.1.5. Puissance absorbée par la pompe :

C'est la puissance fournie la pompe, définie comme suit:

$$P = \frac{\rho * g * Q * HMT}{\eta} \quad (V.6)$$

η : rendement de la pompe en (%) .

Q: débit refoulé par la pompe en (m³/s)

g: pesanteur (9.81 m/s²)

V.7.1.1.6. Energie consommée par la pompe :

$$E = P * t * 365 \text{ [KWh]} \quad (V.7)$$

t: c'est le temps de pompage par jour en (heure); dans notre cas t =16h

V.7.1.1.7. Dépense annuelle de l'énergie :

Les frais d'exploitation sont définis comme suit :

$$F_{ex} = E * e \text{ [DA]} \quad (V.8)$$

E: énergie consommée par la pompe en (KWH))

e: prix unitaire d'un KWh H imposé par la SONELGAZ.

V.7.1.2. Frais d'amortissement :

Les frais d'amortissement sont donnés comme suit:

$$F_{am} = P_{rc} * A \text{ [DA]} \quad (V.9)$$

P_{rc} : prix de la conduite en (DA)

A: Amortissement annuel. Il est donné par la formule suivante:

$$A = \frac{i}{(i+1)^n - 1} + i \quad (V.10)$$

i: Taux d'annuité annuel, i = 8 %

n: nombre d'années d'amortissement, n = 20ans

$$A = \frac{0,08}{(0,08+1)^{20} - 1} + 0,08 = 0,1018 = 10.18\%$$

$$A=10,18 \%$$

V.7.2.Etude de l'adduction gravitaire :[1]

Contrairement à l'adduction par refoulement, dans une adduction gravitaire le point de captage se situe à une altitude supérieure à celle du réservoir de desserte de l'agglomération. L'adduction gravitaire se fait par les conduites en charge.

La formule la plus utilisée pour le calcul de la perte de charge pour un écoulement dans une conduite est celle de Darcy-Weisbakh :

$$\Delta H_t = \frac{K' * L_e * Q^\beta}{D_{av}^m} \quad (\text{V.11})$$

ΔH_t : Perte de charge totale (m);

K' : Coefficient de perte de charge;

L_{eq} : Longueur équivalente de la conduite (m) ;

$$L_e = L_g + L_{e_e} \quad (\text{V.12})$$

L_g : Longueur géométrique de la conduite (m) ;

L_{e_e} : Longueur équivalente des pertes de charge singulière j(m) ;

Dans le cas des adductions, les pertes de charge singulières sont estimées à **15%** des pertes de charge linéaires.

$$\begin{aligned} \Delta H_t &= 1,15 * \Delta H_p^{lin} \\ \Rightarrow L_{eq} &= 1,15 * L_g \end{aligned} \quad (\text{V.13})$$

ΔH_t : Perte de charge totale (m) ;

ΔH_p^{lin} : Perte de charge linéaire (m).

Q : Débit véhiculé par la conduite (m³/s) ;

D_{av} : 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 on choisit les coefficients K' , m et β sont donnés dans le tableau

Tableau V.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 | 2 |

On déduit alors le diamètre calculé de la conduite gravitaire :

$$D_{av} = \sqrt[m]{\frac{K' * L_e * Q^\beta}{\Delta H_t}} \quad (\text{V.14})$$

Dans notre cas, on prend : $K' = 0,001735$; $\beta = 2$; $m = 5,3$ (matériaux : PEHD).

➤ La vitesse d'écoulement

Dans le cas des adductions, la vitesse optimale de l'écoulement varie de 0,5 à 2 m/s.

On détermine la vitesse d'écoulement dans la conduite gravitaire moyennant l'équation de continuité :

$$Q = V * S \quad (\text{V.15})$$

$$Q = V * \frac{\pi * D^2}{4} \quad (\text{V.16})$$

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2} \quad (\text{V.17})$$

Avec :

Q : débit véhiculé par l'adduction (m^3/s) ;

S : section de la canalisation (m^2) ;

V : vitesse d'écoulement (m/s) ;

D : diamètre nominal de la conduite (m)

V.7.3. Détermination de diamètre économique des conduite de refoulement :

V.7.3.1. Tronçon SP OUM TEBOUL –RV 1000 m^3 :

- Q = 0.045 m^3/s
- L = 3200m
- Hg = 69.12m
- DC_{Bonnin} = 0.213m

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont regroupés dans les tableaux suivants:

Tableau V.2: Calcul de la HMT du tronçon SP OUM ETBOUL- RV100 m³

| Diamètre (mm) | Vitesse (m/s) | λ | Longueur s (m) | $\Delta H l$ (mce) | $\Delta H s$ (mce) | $\Delta H t$ (mce) | Hg (m) | HMT (mce) |
|---------------|---------------|-----------|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|-----------|
| 160 | 2.25 | 0.0367 | 3200 | 190.711 | 28.607 | 219.318 | 69.12 | 288.438 |
| 200 | 1.44 | 0.0342 | 3200 | 58.235 | 8.73 | 66.971 | 69.12 | 136.09 |
| 250 | 0.92 | 0.0318 | 3200 | 17.743 | 2.66 | 20.405 | 69.12 | 89.525 |
| 315 | 0.58 | 0.0297 | 3200 | 5.218 | 0.78 | 6.001 | 69.12 | 75.12 |
| 400 | 0.36 | 0.0277 | 3200 | 1.474 | 0.22 | 1.695 | 69.12 | 70.81 |
| 500 | 0.23 | 0.0261 | 3200 | 0.455 | 0.068 | 0.523 | 69.12 | 69.64 |

Le tableau suivant représente les frais d'amortissement du tronçon OUM ETBOUL - RV1000m³

Tableau V.3: Calcul des frais d'amortissement du tronçon SP OUM ETBOUL-RV1000 m³

| Diamètre (mm) | prix de ml (DA) | Longueur de la conduite (m) | Prix totale de la conduite (DA) | Annuité (%) | Frais d'amortissement (DA) |
|---------------|-----------------|-----------------------------|---------------------------------|-------------|----------------------------|
| 160 | 2072.388 | 3200 | 6631641,6 | 0,1018 | 675101,115 |
| 200 | 3254.412 | 3200 | 10414118,4 | 0,1018 | 1060157,25 |
| 250 | 5035.128 | 3200 | 16112409,6 | 0,1018 | 1640243,3 |
| 315 | 7982.52 | 3200 | 25544064 | 0,1018 | 2600385,72 |
| 400 | 8249.74 | 3200 | 26399168 | 0,1018 | 2687435,3 |
| 500 | 9125.96 | 3200 | 29203072 | 0,1018 | 2972872,73 |

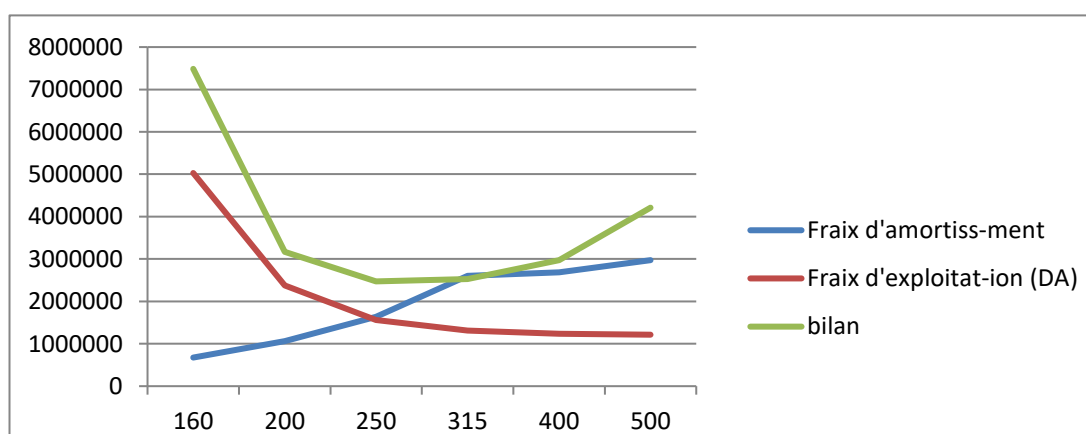
Le tableau si dessous représente les Frais d'exploitation du tronçon SPOUMETBOUL- RV1000m³ :

Tableau V.4 : Calcul des frais d'exploitation du SP OUM ETBOUL-RV1000 m³

| diamètre (mm) | Puissance kw | Energie kwh | e (DA) | Frais d'exploitation (DA) |
|---------------|--------------|-------------|--------|---------------------------|
| 160 | 156,5692 | 914363,88 | 1.604 | 5029001,363 |
| 200 | 73,87237 | 431414,66 | 1.604 | 2372780,652 |
| 250 | 48,59572 | 283799,03 | 1.604 | 1560894,663 |
| 315 | 40,77693 | 238137,28 | 1.604 | 1309755,063 |
| 400 | 38,43969 | 224487,78 | 1.604 | 1234682,799 |

Tableau V.5 : Bilan du tronçon SP OUM ETBOUL-RV1000m³

| diamètre (mm) | Frais d'exploitation (DA) | Frais d'exploitation (DA) | Bilan (DA) |
|---------------|---------------------------|---------------------------|------------|
| 160 | 5029001,363 | 675101,115 | 7485959,89 |
| 200 | 2372780,652 | 1060157,25 | 3168824,82 |
| 250 | 1560894,663 | 1640243,3 | 2472114,35 |
| 315 | 1309755,063 | 2600385,72 | 2527992,33 |
| 400 | 1234682,799 | 2687435,3 | 2975608,73 |

**Figure V.1:** Bilan des frais d'amortissement et d'exploitation
(Tronçon SP OUM ETBOUL-RV1000m³)**Conclusion :**

Selon la combinaison des frais d'amortissement et d'exploitation, le diamètre économique est de 250 mm, avec une vitesse de 0.92 m/s

V.7.3.2. Tronçon SP BAYADA-RV 2*150 m³

- $Q = 0,0136\text{m}^3/\text{s}$
- $L = 2022\text{m}$
- $H_g = 60\text{m}$
- $D_{c\text{ Bonnin}} = 0,116\text{m}$

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont regroupés dans les tableaux suivants:

Tableau V.6 : Calcul de la HMT du tronçon SP BAYADA-RV 2*150m³

| Diamètre (mm) | Vitesse (m/s) | Λ | Longueurs (m) | $\Delta H l$ (mce) | $\Delta H s$ (mce) | $\Delta H t$ (mce) | Hg (mmce) | HMT (mce) |
|---------------|---------------|-----------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------|------------|
| 90 | 2,140748 | 0,0447 | 2022 | 234,5731868 | 35,18597802 | 269,759165 | 60 | 329,759165 |
| 110 | 1,433063 | 0,0417 | 2022 | 80,23355239 | 12,03503286 | 92,2685852 | 60 | 152,268585 |
| 125 | 1,109764 | 0,0399 | 2022 | 40,51410252 | 6,077115378 | 46,5912179 | 60 | 106,591218 |
| 160 | 0,677346 | 0,0367 | 2022 | 10,84549911 | 1,626824867 | 12,472324 | 60 | 72,472324 |
| 200 | 0,433502 | 0,0342 | 2022 | 3,311765059 | 0,496764759 | 3,80852982 | 60 | 63,8085298 |
| 250 | 0,277441 | 0,0318 | 2022 | 1,009044847 | 0,151356727 | 1,16040157 | 60 | 61,1604016 |
| 315 | 0,174755 | 0,0261 | 2022 | 0,260778108 | 0,039116716 | 0,29989482 | 60 | 60,2998948 |

Le tableau suivant représente les frais d'amortissement du tronçons SPBAYADA-RV2*150

Tableau V.7: Calcul des frais d'amortissement du tronçon SP BAYADA-RV2*150m³

| Diamètre (mm) | prix de ml (DA) | Longueur de la conduite (m) | Prix totale de la conduite (DA) | Annuité (%) | Frais d'amortissement (DA) |
|---------------|-----------------|-----------------------------|---------------------------------|-------------|----------------------------|
| 90 | 660,1 | 2022 | 1334722,2 | 0,1018 | 135874,72 |
| 110 | 979,39 | 2022 | 1980326,58 | 0,1018 | 201597,2458 |
| 125 | 1267,99 | 2022 | 2563875,78 | 0,1018 | 261002,5544 |
| 160 | 2072,39 | 2022 | 4190372,58 | 0,1018 | 426579,9286 |
| 200 | 3254,41 | 2022 | 6580417,02 | 0,1018 | 669886,4526 |
| 250 | 5035,13 | 2022 | 10181032,9 | 0,1018 | 1036429,145 |
| 315 | 7982,52 | 2022 | 16140655,4 | 0,1018 | 1643118,724 |

Le tableau suivant représente les frais d'exploitation du tronçons SPBAYADA-RV2*150 :

Tableau V.8: Calcule des frais d'exploitation du SPBAYADA- RV2*150m³

| Diamètre (mm) | Puissance kw | Energie kwh | e (DA) | Frais d'exploitation (DA) |
|---------------|--------------|-------------|--------|---------------------------|
| 90 | 53.7 | 313606.6 | 1.604 | 1724836.15 |
| 110 | 24.8 | 144810 | 1.604 | 796455.07 |
| 125 | 17.36 | 101370 | 1.604 | 557353 |
| 160 | 11.8 | 68922.4 | 1.604 | 379173 |
| 200 | 10.39 | 60683 | 1.604 | 33756.48 |
| 250 | 9.96 | 58164 | 1.604 | 319905.2 |
| 315 | 9.82 | 57346.2 | 1.604 | 3154504.24 |

Le tableau suivant représente les frais d'exploitation du tronçons SPBAYADA-RV2*150 :

Tableau V.9:Bilan du tronçon SPBAYADA- RV 2*150m³

| Diamètre (mm) | Fraix d'amortissement (DA) | Fraix d'exploitation (DA) | Bilan |
|---------------|----------------------------|---------------------------|------------|
| 90 | 142029,324 | 3101101,17 | 3243130,49 |
| 110 | 201817,4942 | 1152609,14 | 1354426,63 |
| 125 | 287905,7901 | 570361,63 | 858267,42 |
| 160 | 423206,2176 | 409563,95 | 832770,16 |
| 200 | 464168,298 | 334804,95 | 798973,25 |
| 250 | 567293,9376 | 320134,24 | 887428,18 |
| 315 | 747815,2668 | 316213,48 | 1064028,74 |

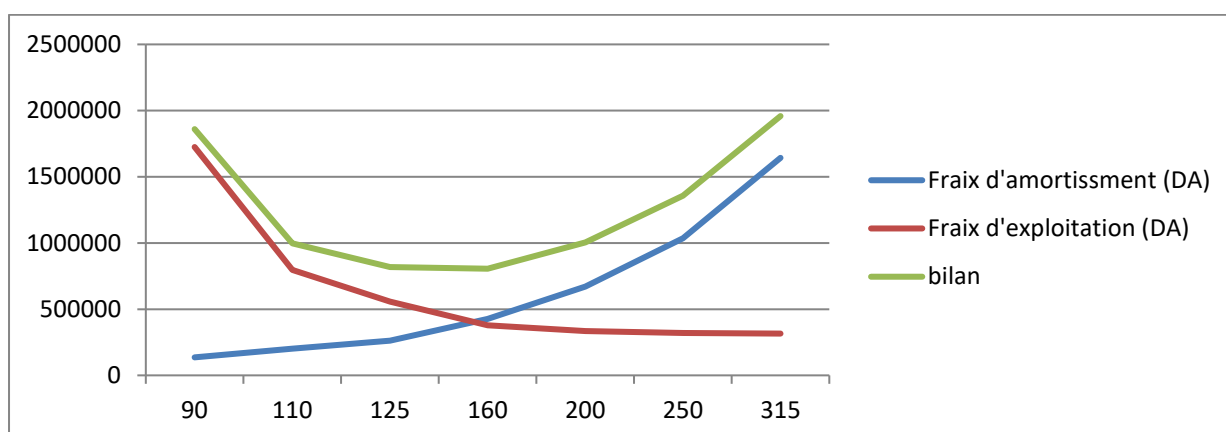


Figure V.2: Bilan des frais d'amortissement et d'exploitation
(Tronçon SP BAYADA- RV2*150m³)

Conclusion :

Selon la combinaison des frais d'exploitation et d'exploitation, le diamètre économique est de 160mm, avec une vitesse de 0.67 m/s

V.7.3.2. Tronçons SP BAYADA –RV 80m³ :

- $Q = 0,00363\text{m}^3/\text{s}$
- $L = 2100\text{m}$
- $H_g = 64\text{m}$
- $D_{c \text{ Bonnin}} = 0,0602 \text{ m}$

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont regroupés dans les tableaux suivants:

Tableau V.10: Calcul de la HMT du tronçon SP BAYADA-RV 80sm³

| Diamètre (mm) | Vitesse (m/s) | λ | Longueurs (m) | $\Delta H l$ (m) | $\Delta H s$ (m) | $\Delta H t$ (m) | Hg (m) | HMT (m) |
|---------------|---------------|-----------|---------------|------------------|------------------|------------------|--------|---------|
| 50 | 1.84 | 0,055 | 2100 | 161,870 | 24,280 | 186,150 | 64 | 250,150 |
| 63 | 1.16 | 0,049 | 2100 | 34,222 | 5,133 | 39,355 | 64 | 103,355 |
| 75 | 0.82 | 0,045 | 2100 | 10,298 | 1,545 | 11,843 | 64 | 75,843 |
| 90 | 0.57 | 0,042 | 2100 | 3,150 | 0,472 | 3,622 | 64 | 67,622 |
| 110 | 0.38 | 0,039 | 2100 | 1,175 | 0,176 | 1,352 | 64 | 65,352 |
| 125 | 0.29 | 0,036 | 2100 | 0,257 | 0,039 | 0,296 | 64 | 64,296 |
| 160 | 0.18 | 0,033 | 2100 | 0,077 | 0,012 | 0,089 | 64 | 64,089 |

Le tableau suivant représente les frais d'amortissement

Tableau V.11: Calcul des frais d'amortissement du tronçon SPBAYADA-RV80m³

| Diamètre (mm) | prix de ml (DA) | Longueur de la conduite (m) | Prix totale de la conduite (DA) | Annuité (%) | Frais d'amortissement |
|---------------|-----------------|-----------------------------|---------------------------------|-------------|-----------------------|
| 50 | 475,89 | 2100 | 999369 | 0,1018 | 101736 |
| 63 | 690 | 2100 | 1449000 | 0,1018 | 147508 |
| 75 | 980,46 | 2100 | 2058966 | 0,1018 | 209603 |
| 90 | 1398,7 | 2100 | 2937249 | 0,1018 | 299012 |
| 110 | 2056 | 2100 | 4317600 | 0,1018 | 439532 |
| 125 | 2255 | 2100 | 4735500 | 0,1018 | 482074 |
| 160 | 2756 | 2100 | 5787600 | 0,1018 | 589178 |

Le tableau suivant représente les frais d'exploitation du SP BAYADA-RV80m³.

Tableau V.12: Calcul des frais d'exploitation du SPBAYADA -RV80m³

| Diamètre (mm) | Puissance (kw) | Energie(kwh) | e (DA) | Frais d'exploitation (DA) |
|---------------|----------------|--------------|--------|---------------------------|
| 50 | 10,862877 | 63439,2 | 1.604 | 348915,6 |
| 63 | 4,4882478 | 26211,367 | 1.604 | 144162,52 |
| 75 | 3,2935242 | 19234,181 | 1.604 | 105788 |
| 90 | 2,9365174 | 17149,262 | 1.604 | 94320,94 |
| 110 | 1.235893 | 17236.26 | 1.604 | 92350.36 |
| 125 | 1.13542 | 16235..30 | 1.604 | 73265.26 |
| 160 | 1.03256 | 15.23652 | 1.604 | 63654.25 |

Le tableau suivant représente le bilan du tronçons SPBAYADA-RV80m³

Tableau V.13 :Bilan du tronçon SPBAYADA-RV80m³

| Diamètre (mm) | Fraix d'amortissement | Fraix d'exploitation (DA) | bilan |
|---------------|-----------------------|---------------------------|------------|
| 50 | 101735,764 | 348915,599 | 450651,364 |
| 63 | 147508,2 | 144162,519 | 291670,719 |
| 75 | 209602,739 | 105787,998 | 315390,736 |
| 90 | 299011,948 | 94320,9404 | 393332,889 |
| 110 | 439531,68 | 91154,1149 | 530685,795 |
| 125 | 482073,9 | 89681,7759 | 571755,676 |
| 160 | 589177,68 | 89392,844 | 678570,524 |

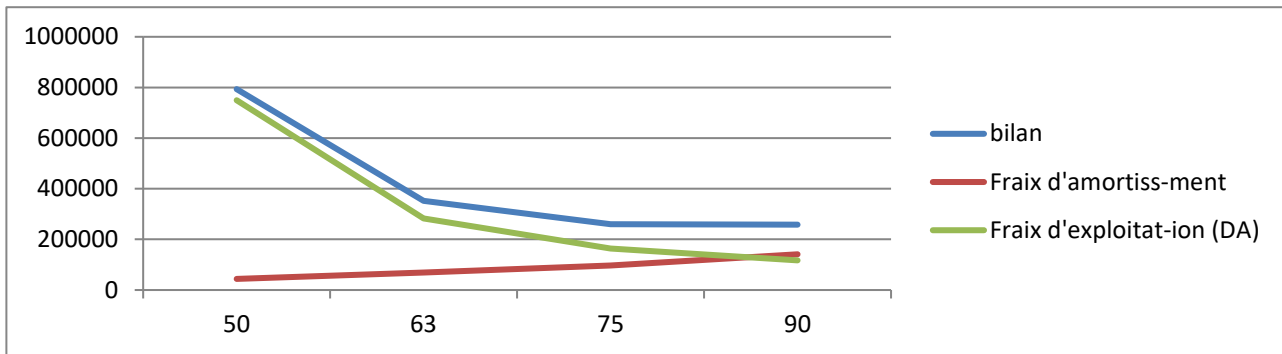


Figure V.3:Bilan des frais d’amortissement et d’exploitation
(Tronçon SPBAYADA- RV80m³)

Conclusion :

Selon la combinaison des frais d’amortissement et les frais d’exploitation, le diamètre économique est de 90 mm, avec une vitesse de 0.573 m/s.

V.7.4.Calcul des diamètres avantageux de la conduite gravitaire (Tronçons RV1000m³- SP BAYADA) :

V.7.4.1.Charge disponible:

$$\Delta H_d = Cp_{RV1000} - CTP_{SPBAYADA}$$

$$\Delta H_d = 104.74 - 43 = 62,74m$$

Nous avons : $\Delta H_d = \Delta H_t \implies \Delta H_d = \frac{K' * L_e * Q^\beta}{D_{av}^m}$

$$\implies D_{av} = \sqrt[m]{\frac{K' * L_e * Q^\beta}{\Delta H_d}}$$

Tableau V.14: représente les caractéristiques de la conduit gravitaire (Tronçons RV1000m³-SP BAYADA) :

| Tronçon | Débit (m/s) | Longueur géométrique | Longueur équivalente | Diamètre Calculé (mm) | Diamètre normalisé (mm) | Vitesse (m/s) |
|----------------|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|---------------|
| RV100-SPBAYADA | 0.0454 | 3200 | 3680 | 202.3 | 200 | 1.445 |

V.8.Conclusion:

A travers l'étude d'adduction nous avons pu faire le dimensionnement de notre réseau d'adduction, nous avons opté pour une adduction mixte qui répond à la marge souhaitée. Pour les vitesses nous avons obtenu des valeurs qui se situent entre 1 à 1.7m/s et cela pour éviter l'accumulation de dépôts.

V.9. Étude de pompage :

V.9.1.Introduction:

Les stations de pompages sont des ouvrages hydraulique servant à relever l'eau a un niveau supérieure.

Dans notre projet, nous avons deux stations de pompage à dimensionner.

V.9.2.Choix de la pompe :

Le choix de la pompe se fait à base des courbes caractéristiques, ces dernières permettent de choisir les types de pompes en évitant les phénomènes de cavitation et aussi satisfaire les critères suivantes :

- Assurer le débit appelé Q_{app} et la hauteur HMT.
- Meilleur rendement.
- Vérifier la condition de non cavitation.
- Encombrement et poids les plus faibles.
- Vitesse de rotation la plus élevée.
- Puissance absorberminimal.
- Etre fabriquée en series.

V.9.3.Point de fonctionnement de la pompe :

Le point de fonctionnement d'une pompe est l'intersection entre la courbe caractéristique de la pompe installéeet en fonctionnement $[H-Q]$ et la courbe caractéristique de la conduite refoulant un débit de la pompe en fonctionnement $[H_c-Q]$.

La courbe caractéristique de la pompe est donnée par le constructeur ou par les essais de pompage tandis que la courbe caractéristique de la conduite est déterminée par l'installateur de la pompe.

La pompe fonctionnera dans de bonnes conditions si le point de fonctionnement se trouve dans la zone non cavitationnelle et le débit lui correspondant dans plage de bon Fonctionnement pour un rendement optimal.

V.9.4.Courbe caractéristiques de la conduite de refoulement :

la courbe caractéristique de la conduite est une parabole dont l'équation est la suivante :

$$H_c = H_g + \Delta h_t \quad (\text{V.18})$$

Avec :

H_g : hauteur géométrique (m) ; Δh_t : Perte de charge totale occasionnée par la conduite (m) ;

$$\Delta h_t = 1,1 * \Delta h_p^{lin} \quad (\text{V.19})$$

Δh_p^{lin} : Perte de charge linéaire (m) ;

$$\Delta h_p^{lin} = \frac{8 * \lambda * L_{ref} * Q^2}{\pi^2 * g * D_{ec}^{5,3}} \tag{V.20}$$

λ : Coefficient de frottement qui est en fonction de la rugosité de la paroi interne de la conduite et du régime d'écoulement ;

- L_{ref} : longueur de la conduite de refoulement (m) ;
- Q_e : débit refoulé par la pompe (m3/s) ;
- D_{ec} : diamètre économique de la conduite de refoulement (m) ;
- g : accélération de la pesanteur (m/s²).

V.9.5.Station de pompage OUM-ETBOUL :

Le tableau suivant représente les caractéristiques des pompes

Tableau V.15 :les caractéristiques des pompes

| Variante | Q (l/s) | Type de pompe | HMT (m) | η % | Pabs (kw) | NPSHr (m) |
|----------|---------|----------------|---------|----------|-----------|-----------|
| 1 | 73.6 | PM150 | 89.5 | 78.3 | 83.6 | 2.6 |
| 2 | 61.7 | MEC-A3/100 | 83.5 | 79.9 | 63.9 | 5.4 |
| 3 | 70.7 | MEC-AZRBH2/125 | 90.7 | 72.7 | 85.8 | 3.59 |

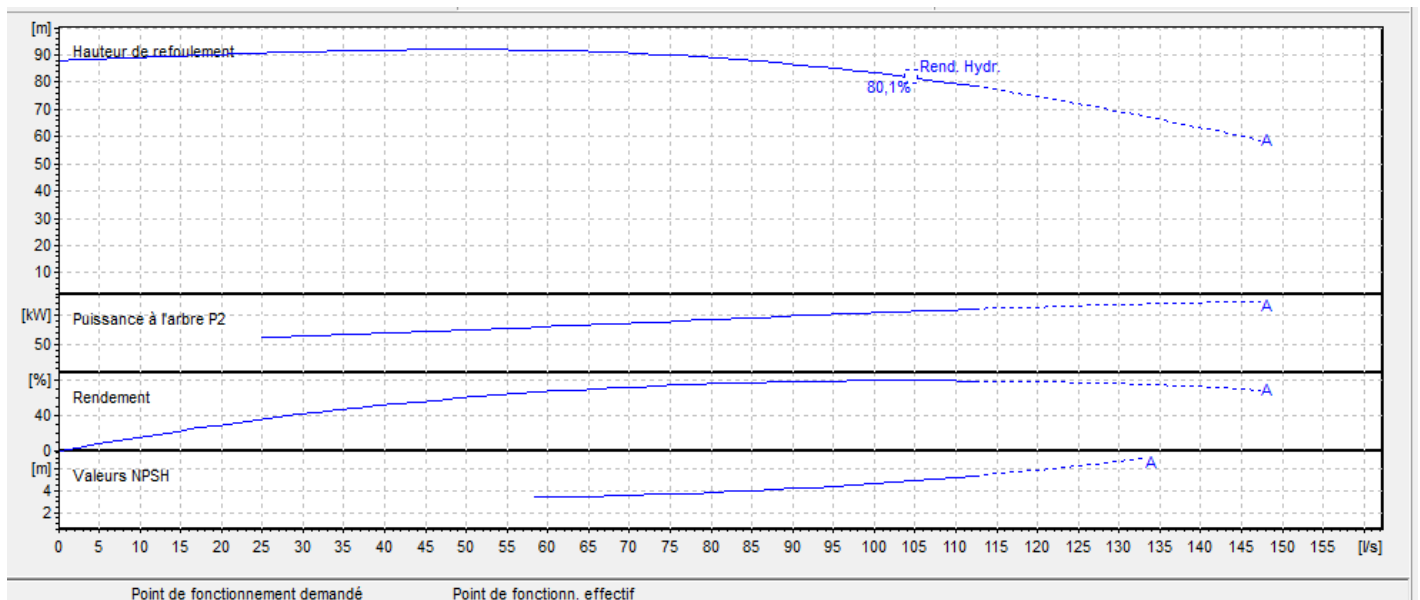
Résultat :

Nous optons pour la pompe de la 3eme variante

V.9.6.Courbes caractéristiques de la pompe:

Les courbe caractéristiques de la pompe sont retirer a partir de logiciel CAPRARI, elles sont présentées comme suite :

Figure V.4: les courbes caractéristiques de la pompe choisie



V.9.7.Courbe caractéristiques de la conduite de refoulement :

Le tableau suivant représente les caractéristiques de la conduite de refoulement

Tableau V.16 : les caractéristiques de la conduite de refoulement

| Q (l/s) | Hg (mce) | Lref (m) | Dec (mm) | λ | Δh_p^{lin} | Δh_t | Hc |
|---------|----------|----------|----------|-----------|--------------------|--------------|-------|
| 0 | 69,12 | 3200 | 0,315 | 0,031 | 0 | 0 | 69,12 |
| 40 | 69,12 | 3200 | 0,315 | 0,031 | 4,23292 | 4,6562 | 73,78 |
| 45 | 69,12 | 3200 | 0,315 | 0,031 | 5,3573 | 5,893 | 75,01 |
| 50 | 69,12 | 3200 | 0,315 | 0,031 | 6,61395 | 7,2753 | 76,40 |
| 55 | 69,12 | 3200 | 0,315 | 0,031 | 8,00287 | 8,8032 | 77,92 |
| 60 | 69,12 | 3200 | 0,315 | 0,031 | 9,52408 | 10,476 | 79,60 |
| 65 | 69,12 | 3200 | 0,315 | 0,031 | 11,1776 | 12,295 | 86,42 |
| 69,54 | 69,12 | 3200 | 0,315 | 0,031 | 12,7935 | 14,073 | 90,19 |
| 75 | 69,12 | 3200 | 0,315 | 0,031 | 14,8814 | 16,37 | 92,49 |
| 80 | 69,12 | 3200 | 0,315 | 0,031 | 16,9317 | 18,625 | 97,74 |

La courbe caractéristique de la conduite de refoulement et le point de fonctionnement de la pompe sont donnés sur la figure

Le débit et la hauteur manométrique totale correspondant au point de fonctionnement (Pf)

$$\text{sont : } \begin{cases} Q_{Pf} = 70.1l / s > Q_{app} = 68.06l / s \\ H_{Pf} = 90.7m > H_{app} = 89.52m \end{cases}$$

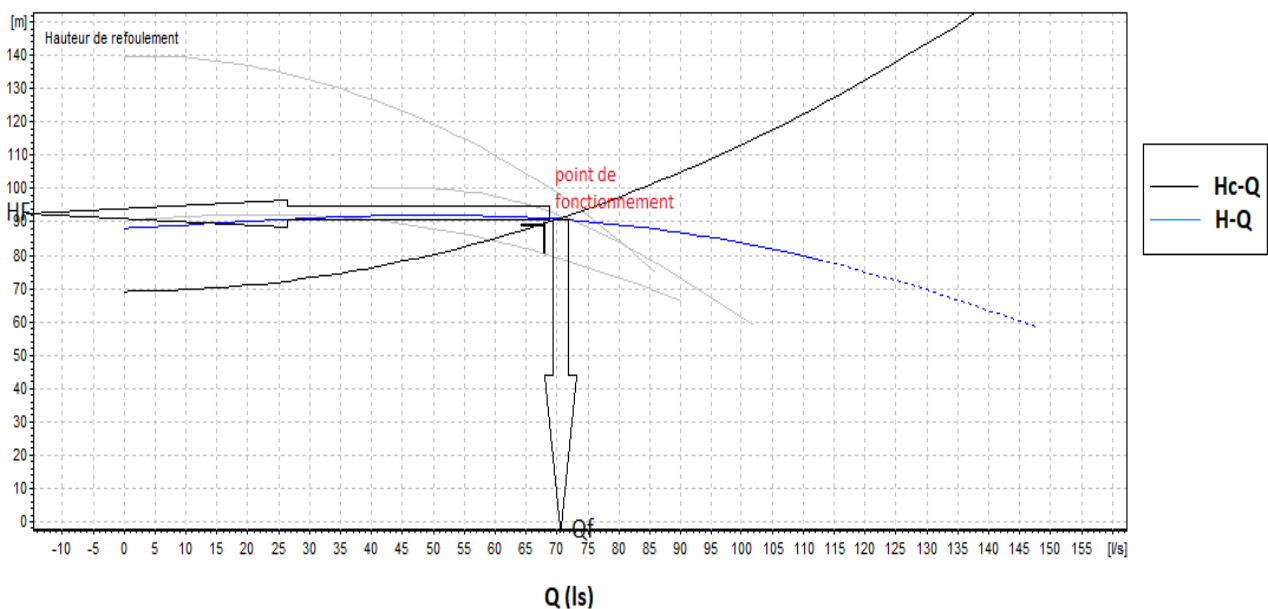


Figure V.5 : la courbe caractéristique de la pompe (H-Q) et de la conduite (Hc-Q)

Résultat :

Le débit correspondant au point de fonctionnement est supérieur au débit appelé, la hauteur manométrique correspondant au point de fonctionnement est supérieure à la hauteur manométrique appelé, une adaptation des pompes aux conditions de fonctionnement s'impose

V.9.Station de pompage EL-BAYADA :

V.9.8.Refolement SPBAYADA –RV2*150m³ :

Nous notons les types et les caractéristiques des pompes dans le tableau :

TableauV.17 : les caractéristiques des pompes

| Variante | Q(l/s) | Type de pompe | Hmt (m) | Pabs (kwh) | η% | NPSH r |
|----------|--------|---------------|---------|------------|------|--------|
| 1 | 21.7 | PM80 | 86.5 | 24.5 | 74.8 | 3.2 |
| 2 | 21 | HV65 | 85.1 | 24 | 73 | 3.773 |
| 2 | 20.2 | PM100 | 83.6 | 21.9 | 75.5 | 1.93 |

Résultat :

Nous optons pour une pompe de la 1ere variante

V.9.9Courbes caractéristiques de la pompe:

Les courbe caractéristiques de la pompe sont retirer a partir de logiciel CAPRARI, elles sont présentées comme suite :

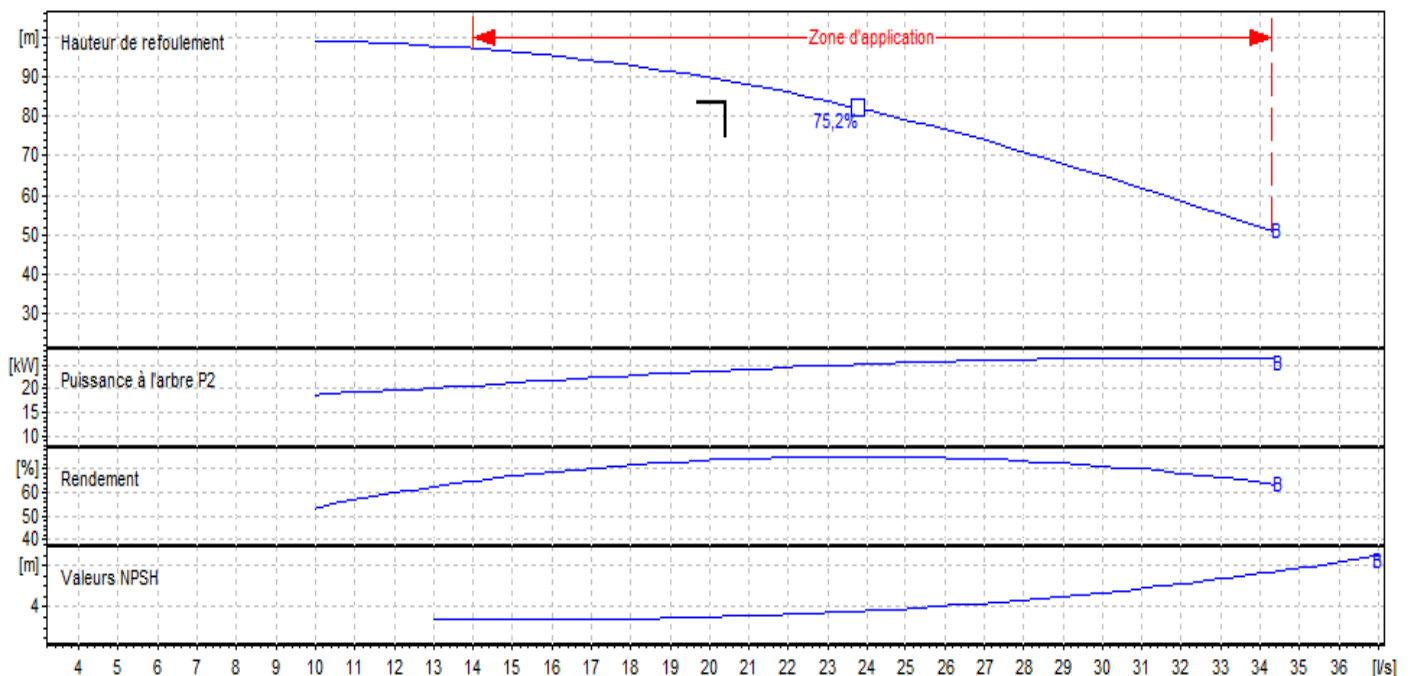


Figure V.6: les courbes caractéristiques de la pompe choisie

V.9.10. Courbe caractéristiques de la conduite de refoulement :

Le tableau suivant représente les caractéristiques de la conduite de refoulement

Tableau V.18 : les caractéristiques de la conduite de refoulement

| Q (l/s) | Hg(mce) | Lref (m) | Dec (mm) | λ | Δh_p^{lin} | Δh_t | Hc (mce) |
|---------|---------|----------|----------|-----------|--------------------|--------------|----------|
| 0 | 64 | 2100 | 0,09 | 0,045 | 0 | 0 | 64 |
| 3 | 64 | 2100 | 0,09 | 0,045 | 15,023 | 15,248 | 74,13 |
| 6 | 64 | 2100 | 0,09 | 0,045 | 14,090 | 15,0991 | 76.2 |
| 9 | 64 | 2100 | 0,09 | 0,045 | 20,203 | 20,2231 | 81,17 |
| 12 | 64 | 2100 | 0,09 | 0,045 | 20,360 | 20,3965 | 82,08 |
| 15 | 64 | 2100 | 0,09 | 0,045 | 20,563 | 20,6196 | 83,25 |
| 18 | 64 | 2100 | 0,09 | 0,045 | 20,811 | 20,8922 | 84,69 |
| 21 | 64 | 2100 | 0,09 | 0,045 | 21,104 | 21,2144 | 86,38 |
| 22 | 64 | 2100 | 0,09 | 0,045 | 21,212 | 21,3328 | 87,00 |

La courbe caractéristique de la conduite de refoulement et le point de fonctionnement de la pompe sont donnés sur la figure. Le débit et la hauteur manométrique totale correspondant au

point de fonctionnement (Pf) sont :

$$\begin{cases} Q_{Pf} = 21.7l / s > Q_{app} = 20.42l / s \\ H_{Pf} = 86.5m > H_{app} = 83.92m \end{cases}$$

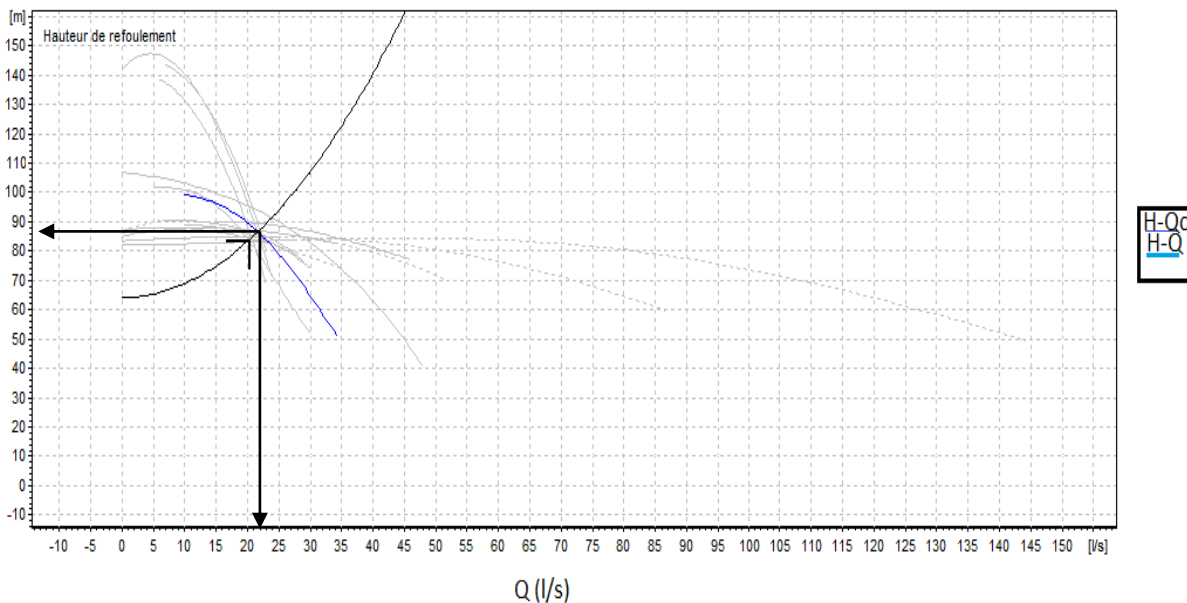


Figure V.7: la courbe caractéristique de la conduite et la Courbe caractéristique de la pompe

Résultat :

Le débit correspondant au point de fonctionnement est supérieur au débit appelé, la hauteur manométrique correspondant au point de fonctionnement est supérieure à la hauteur manométrique appelée, une adaptation des pompes aux conditions de fonctionnement s'impose

V.9.11.Refolement SPBAYADA –RV80m³ :

Nous notons les types et les caractéristiques des pompes dans le tableau :

Tableau V.19 : les caractéristiques des pompes

| variante | Q (l/s) | Type de pompe | Hmt (m) | Pabs (kw) | η% | NPSHr (m) |
|----------|---------|---------------|---------|-----------|------|-----------|
| 1 | 5.64 | HMU40-1 | 73.5 | 6.16 | 65.7 | 2.32 |
| 2 | 5.28 | HMU-50-1 | 71.7 | 5.35 | 70.2 | 1.63 |
| 3 | 5.96 | HMU40-2 | 75 | 6.01 | 69.3 | 1.96 |

Résultat :

Nous optons pour une pompe de la variante 1

V.9.12.Courbes caractéristiques de la pompe :

Les courbe caractéristiques de la pompe sont retirer a partir de logiciel CAPRARI, elles sont présentées comme suite :

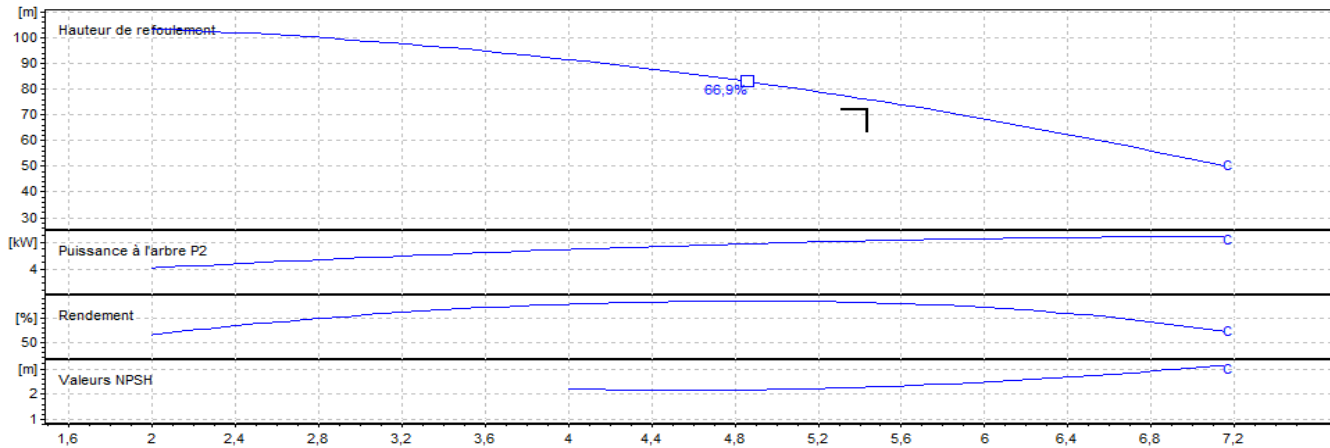


Figure V.8: les courbes caractéristiques de la pompe choisie

V.9.13.Courbe caractéristiques de la conduite de refolement :

Le tableau suivant représente les caractéristiques de la conduite de refolement

Tableau V.20 :les caractéristiques de la conduite de refolement

| Q (l/s) | Hg (mce) | Lref (m) | Dec | λ | Δh_p^{lin} | Δh_t | Hc (mce) |
|---------|----------|----------|------|-----------|--------------------|--------------|----------|
| 0 | 60 | 2022 | 0,16 | 0,0367 | 0 | 0 | 60 |
| 0,5 | 60 | 2022 | 0,16 | 0,0367 | 0,0001 | 0,0002 | 60,000 |
| 1 | 60 | 2022 | 0,16 | 0,0367 | 1,0006 | 1,1006 | 61,001 |
| 1,5 | 60 | 2022 | 0,16 | 0,0367 | 3,0013 | 3,3014 | 63,001 |
| 2 | 60 | 2022 | 0,16 | 0,0367 | 5,0023 | 5,5026 | 65,003 |
| 2,5 | 60 | 2022 | 0,16 | 0,0367 | 6,2037 | 6,8040 | 66,804 |
| 3 | 60 | 2022 | 0,16 | 0,0367 | 7,4153 | 8,158 | 68,156 |
| 3,5 | 60 | 2022 | 0,16 | 0,0367 | 10,0072 | 11,0079 | 71,008 |
| 5 | 60 | 2022 | 0,16 | 0,0367 | 10,2146 | 11,2161 | 71,216 |
| 5,5 | 60 | 2022 | 0,16 | 0,0367 | 12,2177 | 12,2195 | 73,419 |
| 6 | 60 | 2022 | 0,16 | 0,0367 | 13,0211 | 14,3232 | 74,323 |

La courbe caractéristique de la conduite de refoulement et le point de fonctionnement de la pompe sont donnés sur la figure. Le débit et la hauteur manométrique totale correspondant au point de fonctionnement (Pf) sont :

$$\text{point de fonctionnement (Pf) sont : } \begin{cases} Q_{Pf} = 5.64 \text{ l/s} > Q_{app} = 5.44 \text{ l/s} \\ H_{Pf} = 73.5 \text{ m} > H_{app} = 72.47 \text{ m} \end{cases}$$

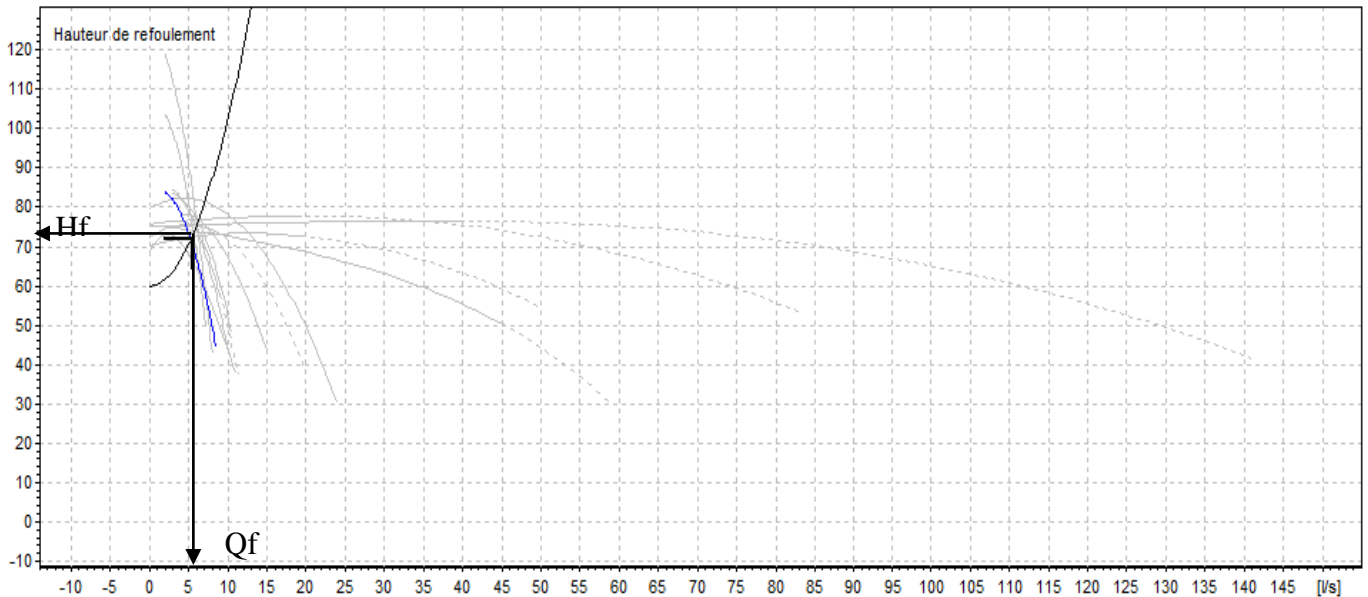


Figure V.9: la courbe caractéristique de la pompe et la courbe de la conduite

Résultat :

Le débit correspondant au point de fonctionnement est supérieur au débit appelé, la hauteur manométrique correspondant au point de fonctionnement est supérieure à la hauteur manométrique appelé, une adaptation des pompes aux conditions de fonctionnement s'impose.

V.9.14. Conclusion :

D'après l'étude de la station de pompage OUM ETBOUL et ELBAYAD

- La station de pompage OUM ETBOUL est équipée d'une pompe principale, plus une pompe de secours,
- La station de pompage EL-BAYADA équipée de deux pompes principales, plus une pompe de secours.

Chapitre VI :

Protection de la

conduite

VI.1.Introduction :

Lors de la conception d'un réseau, les risques éventuels de coup de bélier doivent être étudiés et quantifiés le degré du risque, dans le but de mettre en œuvre les outils de protections qui s'impose. Dans ce chapitre avons analysé le phénomène transitoire théoriquement puis physiquement et étudié des moyens propres à limiter ses risques.

VI.2.Définition du coup de bélier :[1]

Le coup de bélier étant une phase exceptionnelle du régime transitoire, est un phénomène oscillatoire qui se manifeste dans les conduites en charge à écoulement gravitaire ou par refoulement. On entend aussi sous le terme « coup de bélier » un écoulement permanent du liquide accompagné des variations pratiquement sensibles de la pression qui peuvent devenir dangereuses pour la tuyauterie. Ces variations résultent d'une perturbation des conditions permanentes d'écoulement.

VI.3.La protection des conduites contre le coup de bélier**VI.3.1.Causes de coup de bélier :**

Les causes les plus fréquentes du coup de bélier sont :

- L'ouverture ou la fermeture des vannes dans les conduites en charge à écoulement gravitaires ; La mise en marche ou l'arrêt des pompes dans les conduites en charge par refoulement ;
- Le remplissage ou la vidange d'un système d'AEP ;
- La modification de la vitesse d'une pompe ;
- L'interruption de l'alimentation électrique dans une station de pompage est la cause la plus répandue du coup de bélier.

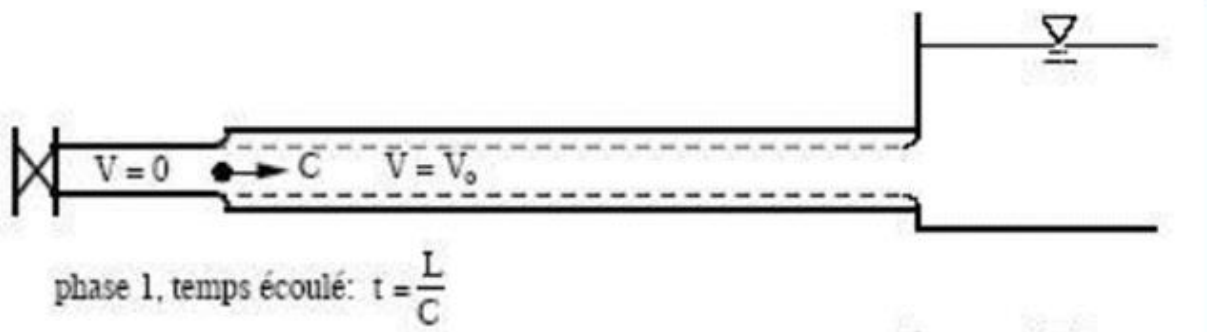
VI.3.2.Les risques dus au coup de bélier :[9]

- Risque de forte pression : le coup de bélier provoque des surpressions qui s'ajoutent à la pression initiale. Si la somme de la surpression et la pression initiale dépasse la pression maximale admissible (PMA) des conduites, il peut y avoir fissuration de ces derniers et dislocation des joints.
- Pression négative : cette dépression apparait soit à la suite d'une forte pression, soit à la suite d'un arrêt brusque de la pompe. Si cette pression devient inférieure à -10 m.c.e, il peut être créé une implosion de la conduite, aspiration des joints et la détérioration du revêtement interne des tuyauteries.
- Fatigue des conduites : le régime transitoire engendre une alternance des surpressions et des dépressions qui provoquent la fatigue du matériau de la canalisation.

VI.3.3Description du phénomène :[9]

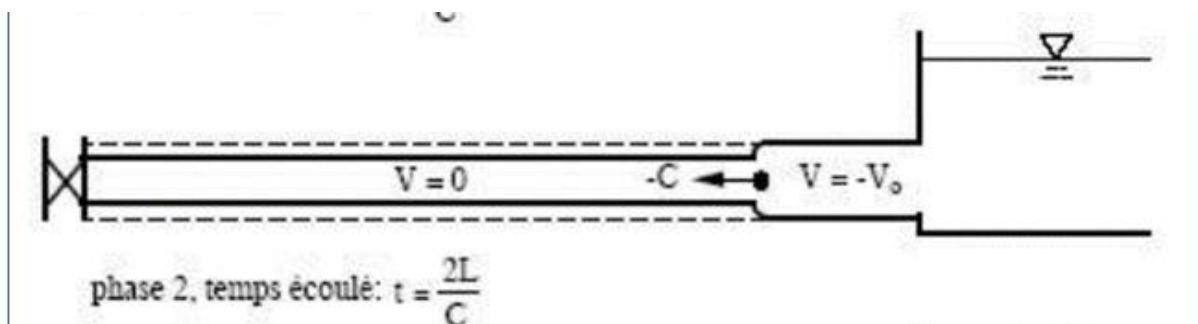
Quatre phases peuvent être envisagées, suite à l'arrêt brusque du groupe électropompe :

→ **Phase 1** : après l'arrêt de la pompe, l'eau va suivre son chemin ascendant. Une onde de dépression prend naissance au départ de la pompe et se propage jusqu'au réservoir suivant une distance (L) avec une célérité (a). Le temps mis par cette onde pour atteindre le réservoir est L/a. Au bout ce temps la conduite est en dépression sur toute la longueur.



FigureVI.1

→ **Phase 2** : Par la suite de son élasticité la conduite reprend son diamètre initial. A partir du réservoir, les tranches successives de conduite se décontractent si bien que l'eau redescend dans la conduite et au bout du temps arrêté par le clapet de protection de la pompe qui bien sûr s'est fermé.



FigureVI.2

→ **Phase 3** : La première tranche de fluide en contact avec le clapet va être comprimée par les tranches suivantes provoquant une dilatation de la conduite dans le sens pompe-réservoir. Au bout du temps L/a (c'est-à-dire $3L/a$ depuis l'origine), toute la conduite est dilatée avec l'eau immobile et sous pression.

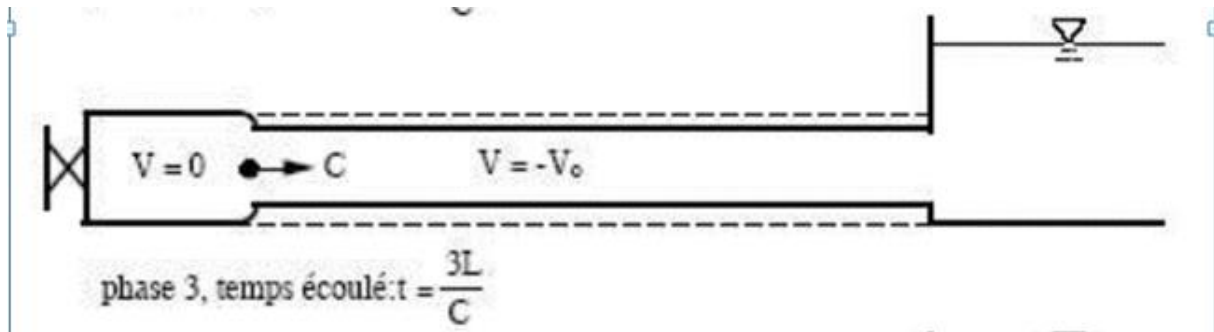


Figure VI.3

→ **Phase 4** : Grâce à l'élasticité de la conduite celle-ci agissant à la manière d'un ressort reprend son diamètre initial de proche en proche à partir du réservoir en allant vers la pompe. Les tranches d'eau successives reprenant leurs dimensions premières au bout d'un temps L/a c'est-à-dire $4L/a$ depuis l'origine nous nous retrouvons dans la même situation qu'au moment de l'arrêt brusque de la pompe. La période de mouvement est donc $4L/a$.

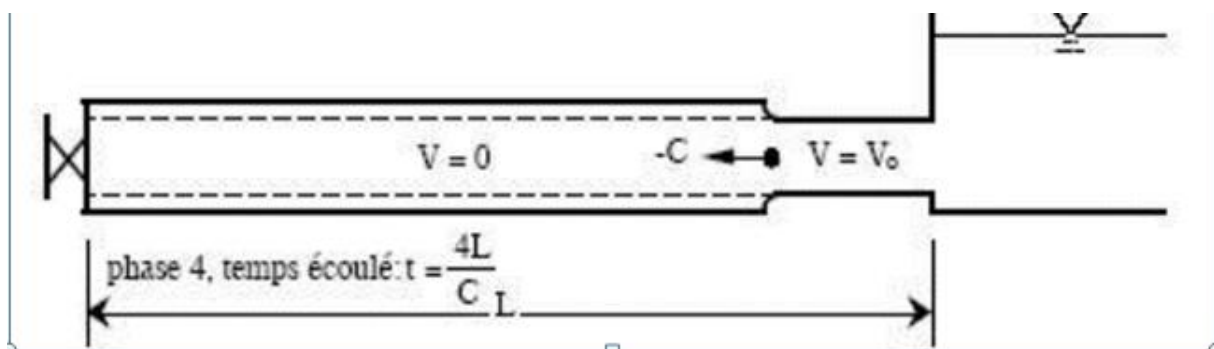


Figure VI.4

VI.3.4. Protection de la conduite gravitaire contre le coup de bélier :

Pour la protection de la conduite gravitaire contre le phénomène du coup de bélier, on se contentera de la détermination du temps de fermeture de la dernière vanne sur cette conduite. Il s'agit en fait d'avantage, de limiter l'intensité du coup de bélier qui se produit.

VI.3.4.1 Protection de la conduite de refoulement :

Il existe différents dispositifs de protection contre le coup de bélier, les plus courants sont :

- **Réservoir d'air :**

L'alimentation continue de la veine liquide après disjonction du groupe peut être effectuée à l'aide d'une réserve d'eau accumulée sous pression dans une capacité métallique disposé à la station immédiatement à l'aval du clapet. Cette capacité contient de l'eau et de l'air. Il est nécessaire d'installé un organe d'étranglement afin d'amorti le phénomène par les pertes de charges. Les organes d'étranglement :

- Diaphragme.
- Tuyère.
- Clapet à battant percé.

- **Cheminée d'équilibre**

C'est un réservoir à l'air libre sous forme d'un tube piézométrique vertical. Cette cheminée joue le même rôle que le réservoir d'air, dans le cas de hauteur de refoulement moyenne.

- **Soupape de décharge :**

Utilisé comme protection contre la surpression. Ces appareils font intervenir un organe mécanique, un ressort à boudin ordinairement qui, par sa compression, obture un orifice placé sur la conduite au point à protéger en exploitation normale, c'est-à-dire où la surpression à craindre est maximale et libère, le cas échéant, le débit de retour de conduite correspondant à la valeur de la surpression admissible. Il y a lieu de prévoir l'évacuation vers l'extérieur, de l'eau ainsi libérée.

- **Volant d'inertie : [9]**

Le volant d'inertie est un dispositif qui contient une masse tournante liée à l'arbre de la pompe ; c'est un moyen d'augmenter le temps de ralentissement de la pompe, grâce à l'énergie cinétique accumulée.

Lorsque la pompe cesse d'être alimentée en énergie, elle continue à fonctionner par l'énergie cinétique de sa roue (généralement très faible) et de celle de l'eau, qui le plus souvent ne suffit pas pour assurer l'écoulement pendant un temps suffisant.

Le volant d'inertie est donc un moyen de mettre progressivement en réserve, lors du démarrage de l'installation, une quantité d'énergie supplémentaire, sous forme cinétique, celle-ci est ensuite rendue à l'eau à travers la pompe au ralentissement progressif du volant et de celle-ci. Le volant d'inertie ne peut guère être utilisé économiquement que pour des pompes de puissance faible et pour des temps d'arrêt admissible assez faible, c'est-à-dire en fait pour des conduites d'adduction assez courte.

VI.4. Dimensionnement des réservoirs d'air :

Le calcul du réservoir d'air permet de déterminer les valeurs de la surpression et de la dépression maximales dans les conduites de refoulement et le volume du réservoir d'air, et comme méthodes de calcul on distingue deux :

- Méthode de VIBERT.
- Méthode de PEUH et MEUNIER.

VI.5. Volume du réservoir d'air par la méthode de PEUCH ET MEUNIER :

On commence par le calcul la célérité d'onde à l'aide de la formule améliorée par B.SALAH pour les conduites enterrée [1]

$$C = \frac{\sqrt{\frac{K}{\rho}}}{\sqrt{1 + K \frac{2r_i(1-\nu_m^2)(1-\nu_s)}{(1-\nu_m^2)r_i E_s + E_m e_m(1-\nu_s)}}} \quad (\text{VI.1})$$

Avec :

C: célérité d'onde en (m/s)

K : Coefficient d'élasticité de l'eau ; $K = 2,07 \cdot 10^9$ Pascal.

ρ : Masse volumique de l'eau ; $\rho = 1000$ kg / m³

E_m : module de Young du matériau de la conduite. PEHD : $2 \cdot 10^3$ MPa

E_s : module de Young du sol ; $E_s = 2 \cdot 10^8$ Pascal.

ν_m : coefficient de poisson du matériau., $\nu_m = 0,3$ (PEHD)

ν_s : coefficient de poisson du sol entourant la conduite. $\nu_s = 0,33$

e_m : Epaisseur de la conduite (m).

r_i : rayon intérieur de la conduite (m).

VI.5.1. Protection de la conduite en refoulement contre la dépression : [9]

Pour la protection contre le phénomène transitoire, on va calculer les volumes des réservoirs anti-bélier (réservoir d'air) par la méthode de PEUCH et MEUNIER.

Cette dernière utilise trois nombres adimensionnels qui sont :

- K : caractérise les pertes de charge (dépend de la nature de la conduite) ;

$$K = \frac{H_{\text{abs}} - H_0}{H_0} \quad (\text{VI-2})$$

- H_0 : pression statique absolue :

- $H_0 = H_g + 10$ (m) (VI-3)

- H_{abs} : la pression de service absolue (m) :

- $H_{\text{abs}} = H_g + \sum \Delta h + 10 = \text{HMT} + 10$ (VI-4)

- A : caractérise la conduite de refoulement ;

$$A = \frac{c.V_0}{g.H_0} \quad \text{(VI-5)}$$

- V_0 : vitesse d'écoulement en régime permanent (m/s) ;
- C : célérité (C) en (m/s) ;

➤ B : caractérise le volume d'air du réservoir anti-bélier.

$$B = \frac{V_0^2}{g.H_{abs}} \times \frac{U_{cdt}}{U_0} \quad \text{(VI-6)}$$

- U_{cdt} : volume de la conduite : $V_{cdt} = L.S$
- L : longueur total de la conduite de refoulement (m) ;
- S : section de la conduite de refoulement (m^2) ;
- U_0 : volume d'air initial (m^3) ;
- g : accélération de la pesanteur (m/s^2).

Ayant calculé K et A , nous superposerons la famille de courbe B au profil en long absolu de la conduite, et nous choisirons la courbe qui laisse au moins une sécurité de 3m de pression absolue au-dessus du point le plus défavorable du profil, la valeur de B permettant de calculer U_0 sera ainsi déterminé (voir Figure VI.05).

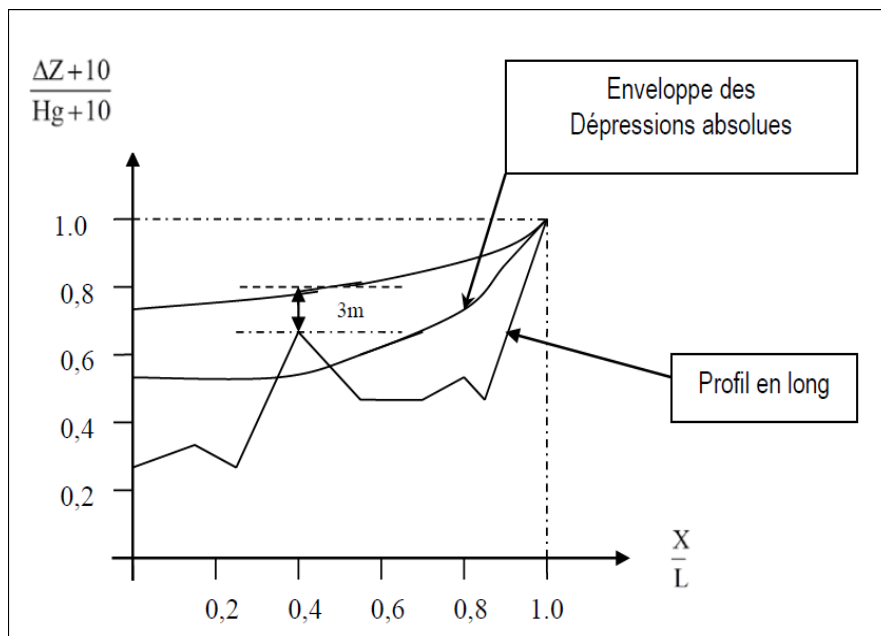


Figure.VI.05 : Profil en long et l'enveloppe des dépressions .

Après l'obtention du B

Le volume d'air en fonctionnement normal est donné par la relation suivante :

$$U_0 = \frac{v_0^2 \times L \times S}{g \times H_{abs} \times B} \quad (\text{VI-7})$$

Le volume d'air maximum est assimilé à la pression minimale, Sur le graphique obtenu, on peut obtenir la valeur de P_{min} / H_0 .

Avec l'évolution du volume d'air, nous aurons :

$$P_{min} * U_{max}^{1.2} = H_{abs} * U_0^{1.2} \quad (\text{VI.8})$$

Ce qui donne :

$$U_{max} = U_0 * \left(\frac{H_{abs}}{P_{min}} \right)^{1.2} \quad (\text{VI.9})$$

- U_{max} étant le volume d'air en fin de détente,
- P_{mini} : pression minimale (m),
- H_{abs} : la pression de service absolue (m),

La capacité totale du réservoir d'air est de :

$$V_{max} = 1,2 \times U_{max} \quad (\text{VI.10})$$

Le tableau suivant représente Les caractéristiques des différents tronçons de l'adduction de refoulement

Tableau VI.1 : Les caractéristiques des différents tronçons de l'adduction de refoulement

| Station | Matériau | Diamètre (mm) | Section (m ²) | Longueur (m) | Vitesse (m/s) | Hg (mce) | Hmt (mce) | C (m/s) |
|---------------------------------|----------|---------------|---------------------------|--------------|---------------|----------|-----------|---------|
| SP OUM ETBOUL | PEHD | 250 | 0,0706 | 3200 | 0,67 | 69,12 | 89.52 | 1411,39 |
| SP BAYADA RV2*150m ³ | PEHD | 160 | 0,017 | 2022 | 0,77 | 60 | 83.92 | 1422,9 |

VI.5.1.2. Détermination des valeurs A et K pour chaque tronçon :

Les valeurs de A et K sont données dans le tableau suivant :

Tableau.VI.2 : Détermination des valeurs K pour chaque tronçon.

| tronçon | Hg (mce) | Hmt (mce) | H ₀ (mce) | H _{abs} (mce) | K _{cal} | K _{pris} |
|-----------------------------------|----------|-----------|----------------------|------------------------|------------------|-------------------|
| SPOUM ETBOUL-RV1000m ³ | 69.12 | 89.52 | 79.12 | 99.52 | 0.25 | 0.4 |
| SP BAYADA -RV2*150 | 60 | 83.92 | 70 | 93.92 | 0.34 | 0.4 |

Tableau.VI.3 : Détermination des valeurs A pour chaque tronçon.

| tronçon | Hg (mce) | H ₀ (mce) | V ₀ (m/s) | c(m/s) | A _{cal} | A _{pris} |
|-----------------------------------|----------|----------------------|----------------------|---------|------------------|-------------------|
| SPOUM ETBOUL-RV1000m ³ | 69.12 | 79.12 | 0.67 | 1411,39 | 1.27 | 2 |
| SP BAYADA -RV2*150 | 60 | 70 | 0.77 | 1422,9 | 1.59 | 2 |

VI.5.1.3. Détermination de la famille de courbes B de chaque tronçon :

En basant sur les abaques de PUECH et MEUNIER les résultats de calcul sont donnés dans les tableaux suivants :

Tableau.VI.4 : Détermination du B pour le tronçon SPOUMETBOUL-RV100m³

| | | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| côte (m) | 47.75 | 50.71 | 53.5 | 49.75 | 76.75 | 99.75 |
| L (m) | 0 | 800 | 1600 | 2400 | 2700 | 3200 |
| ($\Delta Z+10$)/H0 | 0.04 | 0.06 | 0.063 | 0.05 | 0.31 | 0.33 |
| X/L | 0 | 0.25 | 0.5 | 0.75 | 0.84 | 1 |

Tableau.VI.5 : Détermination du B pour le tronçon: SPbayada-RV2*150

| | | | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| côte (m) | 40.18 | 46.08 | 73.38 | 77.50 | 68.97 | 92.71 | 99.60 |
| L (m) | 0 | 800 | 1011 | 1300 | 1516.5 | 1900 | 2022 |
| ($\Delta Z+10$)/H0 | 0.22 | 0.53 | 0.20 | 0.02 | 0.48 | 0.3 | 0.24 |
| X/L | 0 | 0.4 | 0.5 | 0.64 | 0.75 | 0.93 | 1 |

De l'abaque on choisi les courbes de B adéquate pour chaque tronçon, et on obtient les valeurs de P_{\min} associés, tel que :

$$\frac{\Delta Z + 10}{H_g + 10} = \frac{(P_{\min})_{abs}}{H_g + 10} \quad (\text{VI.11})$$

Le volume du réservoir d'air donné par la formule :

$$U_0 = \frac{v_0^2 \times L \times S}{g \times H_{abs} \times B} \quad (\text{VI.12})$$

Le volume d'air maximum est donné par la relation suivante

$$U_{\max} = U_0 * \left(\frac{H_{abs}}{P_{\min i}}\right)^{1/1.2} \quad (\text{VI.13})$$

Tableau.VI.6 : Calcul des volumes d'air pour chaque tronçon.

| Tronçon | V0 | L | D | S | g | Habs | B | U0 |
|-----------------------------------|------|------|-----|--------|------|-------|---|-------|
| SPOUM TBOUL-RV1000 m ³ | 0,67 | 3200 | 250 | 0,0706 | 9.81 | 99.52 | 4 | 0.026 |
| SPbayada-Rv 2*150 | 0,77 | 2022 | 160 | 0,017 | 9.81 | 93.92 | 1 | 0.1 |

Tableau.VI.7 Calcul des volumes d'air maximal pour chaque tronçon.

| Tronçon | U0 | P min/H0 | H0 | P min | H abs | Habs/P min | U max |
|-----------------------------------|-------|----------|-------|-------|-------|------------|-------|
| SPOUM TBOUL-RV1000 m ³ | 0.026 | 0.26 | 79.12 | 20.57 | 99.52 | 4.83 | 0.1 |
| SPbayada-Rv 2*150 | 0.1 | 0.55 | 70 | 38.5 | 93.92 | 2.44 | 0.2 |

Si on veut qu'il reste encore 20% d'eau lors de la plus grande dépression, il nous faut prévoir un ballon de volume $V_{\max} = 1,2 * U_{\max}$.

Tableau.VI.8: Choix des réservoirs d'air à volume normalisé pour chaque tronçon.

| Tronçon | U max | V max (m ³) |
|----------------------------------|-------|-------------------------|
| SPOUMETBOUL-RV1000m ³ | 0.1 | 0.12 |
| SPbayada-RV2*150 | 0.2 | 0.24 |

Tableau.VI.9 : les volumes du réservoir d'air normalisés.

| Tronçon | V normalisé (L) |
|---------------------|-----------------|
| SPOUMETBOUL-RV1000m | 160 |
| SP02-R01 | 250 |

VI.5.2. Protection contre la surpression :[9]

Pour la protection contre la surpression, il est convenable que le diaphragme à bord vif destiné à faire chuter la pression ait un diamètre optimum « d ».

Nous nous servant de l'abaque de Dubin et Guéneau , cette méthode néglige les pertes de charge dans le sens de la sécurité.

En utilisant A et B on tire $\alpha \frac{V_0^2}{H_0}$ et $\frac{P_{max}}{H_0}$;

Les résultats trouvés sont mentionné dans le tableau suivant :

Tableau VI.11: résultats tirés de l'abaque de Dubin et Guéneau

| Tronçon | A | B | P_{max}/H_0 | $\alpha.V_0^2 /H_0$ |
|--|---|---|---------------|---------------------|
| Sp oumetboul- RV1000 m ³ | 2 | 4 | 1.13 | 5.57 |
| Sp bayada- RV1000m ³ | 2 | 1 | 1.09 | 6.4 |

$$\text{Avec} \quad \alpha = \frac{1}{2g} * \left[\frac{D^2}{0.6*d^2} - 1 \right]^2 \quad (\text{VI-14})$$

Le diamètre du diaphragme :

$$d = \sqrt{\frac{D^2}{(2.g.\alpha)^{1/2}+1} * \frac{1}{0.6}} \quad (\text{VI-15})$$

A partir de la formule précédente on calcule « d » qui est le diamètre optimum du diaphragme.

Tableau VI.11:Caractéristique des conduits de refoulement

| Tronçon | H ₀ (m) | V ₀ (m/s) | D (mm) | $\alpha V_0^2/H_0$ | d (m) | P_{max}/H_0 | Pmax (m) | Pmax (bar) | PN (bar) |
|--|-----------------------|-------------------------|-----------|--------------------|-------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| Sp oumetboul- RV1000 m ³ | 79.12 | 0.67 | 250 | 5.57 | 0.235 | 1.13 | 89.4 | 8.94 | 10 |
| Sp bayada- RV1000m ³ | 70 | 0.77 | 160 | 6.4 | 0.177 | 1.09 | 76.3 | 7.63 | 10 |

VI.6. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons vu le moyen de protection contre le régime transitoire toute on prévoyant l'installation, juste à la sortie des stations de pompage (SP OUM ETBOUL) ,(SP BAYADA) deux réservoirs d'air des capacité 20 litres d'air et 100 litres d'air respectivement .

Chapitre VII :

Management du

projet

VIII.1.Introduction

Le management des projets est l'ensemble des outils, techniques et méthodes qui permettent au chef de projet et à son équipe de conduire, coordonner et harmoniser les diverses tâches exécutées dans le cadre du projet .Dans l'hydraulique urbaine, nous intéressons sur la pose des canalisations.

VIII.2 Les différents types de pose de la canalisation :

Il existe plusieurs variantes de pose de conduites[6] :

- la Pose en terre;
- la Pose en mauvais terrains ;
- la Pose en galerie ;
- la Pose en pentes ;
- la Pose des conduites traversées des routes et voies ferrées
- la Pose en immersion (cours d'eau) ;
- la Pose à proximité d'une conduite d'assainissement
- la Passage de ponts
- la Pose sans tranchée ouverte

Le choix s'effectue en fonction de : la topographie du terrain et la nature du matériau de la canalisation et les différents obstacles qui peuvent être rencontrés. Selon ces facteurs nous optons pour les poses suivantes :

VII.3.Les différents travaux de mises en place des canalisations : [6]

VII.3.1.Implantation du tracé des tranchées sur le terrain :

VII.3.1.1.Matérialisation :

On matérialise l'axe de la tranchée sur le terrain avec des jalons placés en ligne droite et espacées de 50 m. On effectue ce travail en mesurant sur le plan leurs distances par des repères fixés où des bornes. La direction des axes et leurs extrémités sont ainsi bien déterminée.

VII.3.1.2.Nivellement :

Le nivellement est la mesure des différences d'altitudes entre deux où plusieurs points situés sur une pente uniforme. Lorsque le terrain compte des obstacles on procède au nivellement par cheminement et par un simple calcul, on détermine la hauteur de chaque point ainsi la profondeur de tranchée en point.

VII.3.1.3. Excavation des tranchées :

Cette opération se divise en deux étapes :

VII.3.1.3.1. Enlèvement de la couche végétale :

Avant d'entamer l'excavation des tranchées, on doit tout d'abord commencer toujours par l'opération de décapage des terres végétales sur des faibles profondeurs. Le volume de la couche à décapier est donné par la formule suivant :

$$V_{cr} = L . b . e$$

Avec :

V_{cr} : volume de la terre décapée en (m³) ;

L : longueur totale des tranchées en (m);

b : largeur de la couche végétale (m);

e : épaisseur de la couche en (m), e =10 cm ;

Pour la réalisation de cette opération, on opte pour un dozer

VII.3.1.3.2. Réalisation des fouilles :[6]

La réalisation de la tranchée et le remblaiement dépendent des paramètres suivants :

- Environnement ;
- Caractéristiques de la conduite (type de joint et diamètre) ;
- Nature du terrain (avec ou sans eau) ;
- Profondeur de pose.

Selon les caractéristiques du terrain l'excavation sera réalisée mécaniquement ou manuellement, la profondeur minimale de la tranchée à excaver atteint 0.6 m pour :

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

La largeur de la tranchée doit être telle qu'un homme puisse travailler sans difficulté et elle augmente avec les diamètres des conduites à mettre en place.

L'excavation des tranchées s'effectue par tronçons successive en commençant par les points hauts pour assurer s'il y lieu l'écoulement naturel des eaux d'infiltrations.

Pour la réalisation de cette opération, on opte pour une pelle mécanique

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

- La largeur de la tranchée (b) ;
- La profondeur de la tranchée (Htr) ;

a. Largeur de la tranchée :

Elle doit être au minimum 0.60 m pour faciliter les travaux. Elle sera calculée en fonction du diamètre de la conduite, en laissant 0.30 m d'espace de chaque côté de celle-ci.. La largeur de la tranchée est donnée par la formule suivante :

$$B = D + (2 \times 0,30) \quad (\text{VII.1})$$

B : largeur de la tranchée (m) ;

D : diamètre de la conduite (m) ;

b. La profondeur de la tranchée :

La profondeur doit être suffisante. Elle varie de 0.60 m à 1.50 m pour assurer la protection de la conduite contre les variations de la température et le risque d'écrasement sous l'effet des charges et des surcharges .

On peut calculer la profondeur de la tranchée en utilisant la formule suivante :

$$H_{tr} = D + H1 + H2 \quad (\text{VII.2})$$

Avec :

Htr : la profondeur de la tranchée (m);

H1: épaisseur de lit de pose prise égale à 0.2 m ;

H2: distance verticale séparant la génératrice supérieure de la conduite à la surface du sol (m), elle est entre 80 et 120cm ; on prend $H2 = 0.9$ m

D : diamètre de la conduite (mm).

Donc :

$$H_{tr} = D + 1.1 \quad (\text{VII.3})$$

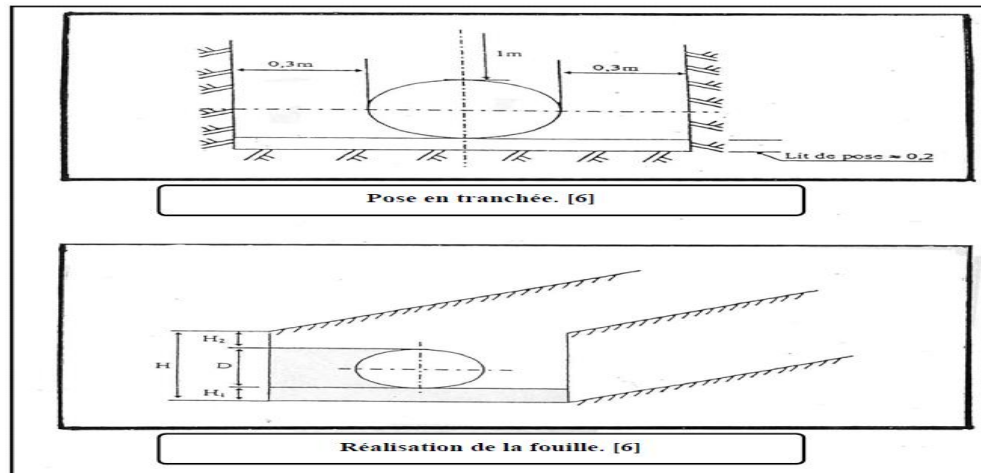


Figure VII.1: Schéma d'une tranchée avec une conduite circulaire

VII.3.1.3.2.1. la section de la tranchée:

Les sections des tranchées sont de forme rectangulaire dont l'aire est :

$$\text{Str} = \text{Htr} \times b \quad \text{(VII.4)}$$

Avec :

Str : la sections de tranchée (m²) ;

Htr : la profondeur de la tranchée (m) ;

b : largeur de la tranchée (m) ;

VII.3.1.3.2.2. le volume de déblai :

Le volume de déblai (volume à excaver) est donné par la formule suivant :

$$\text{Vd} = \text{Str} \times \text{L} \quad \text{(VII.5)}$$

Avec :

Vd : volume de déblai (m³) ;

Str : la section de tranchée (m²) ;

L : la longueur de la tranche (la longueur de la conduite) ;

Tableau VII.1 : volume déblai et volume décapé

| Linéaire (ml) | Diamètre (m) | Largeur (m) | Htr(m) | V, deblais (m ³) | V, deblais Foisonné (m ³) | V, decapé (m ³) |
|------------------|-----------------|----------------|--------|---------------------------------|---|--------------------------------|
| 3200 | 0,25 | 0,75 | 1 | 2400 | 2688 | 240 |
| 0 | 0,2 | 0,7 | 1 | 1407,12 | 1575,974 | 0 |
| 2132 | 0,16 | 0,66 | 1 | 62,5 | 70 | 140,712 |
| 100 | 0,125 | 0,625 | 1 | 746,03 | 835,5536 | 6,25 |
| 1223 | 0,11 | 0,61 | 1 | 2009 | 2250,08 | 74,603 |
| 4100 | 0,09 | 0,49 | 1 | 2992,5 | 3351,6 | 200,9 |
| 6300 | 0,075 | 0,475 | 1 | 392,04 | 439,0848 | 299,25 |
| 1200 | 0,063 | 0,363 | 0,9 | 1575 | 1764 | 43,56 |
| 5000 | 0,05 | 0,35 | 0,9 | 336,6 | 376,992 | 175 |
| 1100 | 0,04 | 0,34 | 0,9 | 11920,79 | 13351,28 | 37,4 |
| totale | | | | 23841,58 | 26702,57 | 1217,675 |

VII.3.1.3.2. Lit de pose :

Avant la pose de conduite, nous procédons à la pose d'un lit de sable de 0,15 m à 0,2 m d'épaisseur nivelée suivant les côtes du profil en long. Dans notre projet on prend 0.2 m.

→ **Le volume de lit de sable :**

Le volume de lit de sable est comme suit :

$$V_{\text{sable}} = S_s \times L \quad (\text{VII.6})$$

S_s : la section de lit de sable est égale $S_s = e \times b$ (m²) ;

L : longueur de la tranchée (m) ;

e : épaisseur de lit de sable, $e = 0.2$ m ;

b : largeur de la tranchée (m) ;

→ **Calcul Le volume de remblai :**

Le volume de remblai est calculé par la formule suivant :

$$V_R = V_d - \left[\left(\frac{\pi D^2}{4} \times L \right) + V_{\text{sable}} \right] \quad (\text{VII.7})$$

V_R : volume de remblai

V_d : volume de déblai (m³) ;

V_{sable} : volume de lit de sable (m³) ;

D : diamètre de la conduite (m) ;

L : longueur de la conduite ;

Tableau VII.2 : volume remblais et du sable

| diamètre(m) | Linéaire(m) | V,lit du sable m ³ | V,remblais m ³ |
|-------------|-------------|----------------------------------|------------------------------|
| 0,25 | 3200 | 240 | 1080 |
| 0,2 | 0 | 0 | 0 |
| 0,16 | 2132 | 140,712 | 759,8448 |
| 0,125 | 100 | 6,25 | 35,9375 |
| 0,11 | 1223 | 74,603 | 440,1577 |
| 0,09 | 4100 | 200,9 | 1225,49 |
| 0,075 | 6300 | 299,25 | 1870,3125 |
| 0,063 | 1200 | 43,56 | 233,9172 |
| 0,05 | 5000 | 175 | 962,5 |
| 0,04 | 1100 | 37,4 | 209,44 |
| total | | 1217,675 | 6817,5997 |

VII.3.1.4. Définitions des engins de terrassement utilisés :

Le matériel utilisé est le matériel classique des chantiers de travaux publics. L'utilisation de gros engins mécaniques va réduire considérablement le prix et le temps des terrassements dont l'incidence, dans la construction des chantiers, se trouve ainsi sensiblement diminuée. [3]

Les engins que nous allons utiliser sont :

- Une pelle hydraulique ;
- Un dozer ;
- Un chargeur ;
- Un vibreur du sol pour le compactage des fouilles et des tranchées.

→ **Pelle hydraulique :**

Les pelles sont des engins de terrassement qui conviennent à tous les terrains même durs, La pelle peut porter divers équipement qui en font un engin de travail à plusieurs fins : Godet normal pour travail en butée. Godet rétro pour travail en fouille et en tranché. Godet niveleur pour travail de décapage ou de nivelage. Benne preneuse pour terrassement en fouille ou déchargement de matériaux (sable, pierres...).



Figure VII.2: Pelle hydraulique

→ **Chargeur :**

C'est un tracteur à pneus muni de godet de chargement et de déchargement à l'avant, on l'utilisera pour remblayer les fouilles, les casiers et la tranchée après pose de la conduite.



Figure VII.3: Chargeur

→ **Dozer :**

Le bulldozer est une pelle niveleuse montée sur un tracteur à chenille ou à pneus. l'outil de terrassement est une lame profilée portée par deux bras articulés qu'un mécanisme hydraulique

permet d'abaisser ou de lever. Si la lame est en position basse l'engin fait des terrassements par raclage avec une profondeur de coupe de 20 à 30cm.

En mettant la lame en position intermédiaire, on peut régaler des tas de déblais en couche d'épaisseur de 20 à 30cm également.

La position haute est une position de transport (hauteur de la lame au dessus du sol de 75cm à 1m).



Figure VII.4: Bulldozer.

→ **Compacteur (vibrateur de sol) :**

C'est un engin peu encombrant, composé de deux petits cylindres d'environ 30 cm de diamètre muni d'un guidon. Cet engin sert au compactage des remblais des surfaces étroites telles que les fouilles des semelles, les casiers entre ceintures inférieures du bâtiment et les tranchées.

VII .4. EVALUATION DU PROJET :

Cette évaluation consiste à déterminer les quantités de toutes les opérations effectuées sur le terrain pour la réalisation du projet, ensuite les multiplier par le prix unitaire correspondant, et en fin, on trouve le coût totale du projet.

Les tableaux suivants montrent le devis estimatif de l'établissement du système d'alimentation en eau potable de notre zone d'étude.

VII .5.1 Devis estimatif et quantitatives : le tableau suivant représente le devis estimatif et quantitatif

Tableau VII.3 : Devis estimatif et quantitatives de canalisation

| N° | DESIGNATION DES TRAVAUX | UNITE | QUATITE | PRIX UNITAIRE (DA) | MONTANT ESTIMATIF (DA) |
|--------------------------------|--|----------------|-----------|--------------------|------------------------|
| 1 | Terrassement | | | | |
| | Décapage | m ³ | 1217,675 | 300 | 365302.5 |
| | Déblai | m ³ | 26702,57 | 300 | 8010771 |
| | Pose de lit de sable | m ³ | 1217,675 | 400 | 487070.4 |
| | Remblai | m ³ | 6817,5997 | 300 | 2045279.91 |
| 2 | Diamètres des conduites d'adduction et distribution (PEHD PN10) | | | | |
| Distribution + Adduction | 40 | ML | 1100 | 159 | 174900 |
| | 50 | ML | 5000 | 247 | 1235000 |
| | 63 | ML | 1200 | 550 | 660000 |
| | 75 | ML | 6300 | 420,14 | 504168 |
| | 90 | ML | 4100 | 632,39 | 2592799 |
| | 110 | ML | 1223 | 772,36 | 944596.28 |
| | 125 | ML | 100 | 1336,43 | 2849268.76 |
| | 160 | ML | 2132 | 3036,15 | 6473071.8 |
| | 250 | ML | 3200 | 4789,47 | 15326304 |
| 3 | Réalisation de regards de sectionnement en béton armé avec tampon en fonte série lourde avec la pose de vanne de sectionnement et pièces spéciales de raccordement (tés, coudes, réductionetc) | | | | |
| Nœuds 01 | / | U | 1 | 600 000 | 600 000 |
| Nœuds 02 | / | U | 1 | 250 000 | 250 000 |
| Nœuds 03 | / | U | 1 | 250 000 | 250 000 |
| Nœuds 04 | / | U | 1 | 490 000 | 490 000 |
| Nœuds 05 | / | U | 1 | 490 000 | 490 000 |
| Nœuds 06 | / | U | 1 | 490 000 | 490 000 |
| Nœuds 07 | / | U | 1 | 600 000 | 600 000 |
| Nœuds 08 | / | U | 1 | 280 000 | 280 000 |

Tableau VII.4 : Devis estimatif et quantitatives de canalisation et de l'ouvrage de stockage (suite)

| N° | DESIGNATION DES TRAVAUX | UNITE | QUATITE | PRIX UNITAIRE (DA) | MONTANT ESTIMATIF (DA) |
|----------------------|---|-------|---------|--------------------|------------------------|
| La bouche d'incendie | / | U | 10 | 50000 | 500000 |
| 9 | Les pompes des deux stations de pompage | | | | |
| 3 pompes | / | U | 3 | 1000000 | 3000000 |
| Totale HT | | | | | 22276304 |
| TVA 19 % | | | | | 4232497,76 |
| TOTALE TTC | | | | | 26508801,8 |

VII.6.Conclusion :

Dans ce chapitre on a défini les étapes nécessaires de pose des canalisations d'AEP et déterminé les engins nécessaires pour faciliter l'opération de pose.

Nous avons estimé aussi le cout totale de projet est de 26508801,8 DA (vingt-six million cinq cent huit mille huit cent un virgule huit dinars algérien).

Conclusion générale

Conclusion Générale

A travers cette étude, nous avons essayé d'apporter une contribution au projet d'approvisionnement du réseau de distribution d'eau potable de la localité EL-AIOUN. Notre étude a englobé tous les points qui touchent à la réalisation d'un projet d'alimentation en eau potable. Elle a été menée sur deux volets, une partie basée sur la récolte de l'information et des diverses recommandations ; et une partie qui a consisté à établir le schéma du réseau de l'alimentation en eau potable de la région d'étude et le schéma de la d'adduction. A travers ces étapes nous avons :

Examiné tout d'abord la zone d'étude et estimé ses besoins en eau, par la suite dimensionné le nouveau réseau de distribution en utilisant des conduites en PEHD. La simulation et le dimensionnement de ce réseau est faite au moyen d'un logiciel de simulation hydraulique WATER CAD.

Aussi, nous avons calculé les diamètres des conduites d'adduction d'un point de vue technico-économique avec un choix convenable du tracé.

Afin d'assurer l'approvisionnement en eau potable nous avons choisie des pompes qui repend aux exigences techniques en termes de charge et de débit.

Dans le but de garantir la pérennité des conduites et d'assurer leur bon fonctionnement, une protection contre le coup de bélier a été envisagée en installant deux réservoir d'air anti-bélier pour chaque station de pompage.

Enfin, nous avons estimées le cout de la réalisation du projet en question.

Référence bibliographique

Références bibliographique

- [1] **SALAH Boualem** (E.N.S.H 1994) : Cour d'alimentation en eau potable
- [2] **Jacque Bonvin** : Hydraulique urbaine I Captages- Réseaux d'adduction-réservoirs
Réseaux de distribution-Equipements- pompes – petites centrales hydrauliques (Version
(2005))
- [3] **BURGEAP** (octobre 2000) : guide des projets adduction d'eau potable en milieu rural
- [4] **Guide** technique de réalisation de tranches DINEPA (juin 2013)
- [5] **Règles de pose des canalisations en plastique destinées aux projets d'alimentation en eau potable** : Ministère des ressources en eau
- [6] La pose des canalisations pour l'adduction et la distribution en eau potable. Fondation de l'eau 1990
- [7]. **Anonyme** : Catalogue technique des tubes polyéthylène (PE) et accessoires Chiali.
- [8] **Montpellier** : Guide technique de l'eau potable (Octobre2017).
- [9] **Michel A. Morel** : exercice de mécanique des fluides (Décembre 1993)

ANNEXE

ANNEXE

- **Annexe(1) :**

Répartition horaire des pourcentages du débit maximum journalier

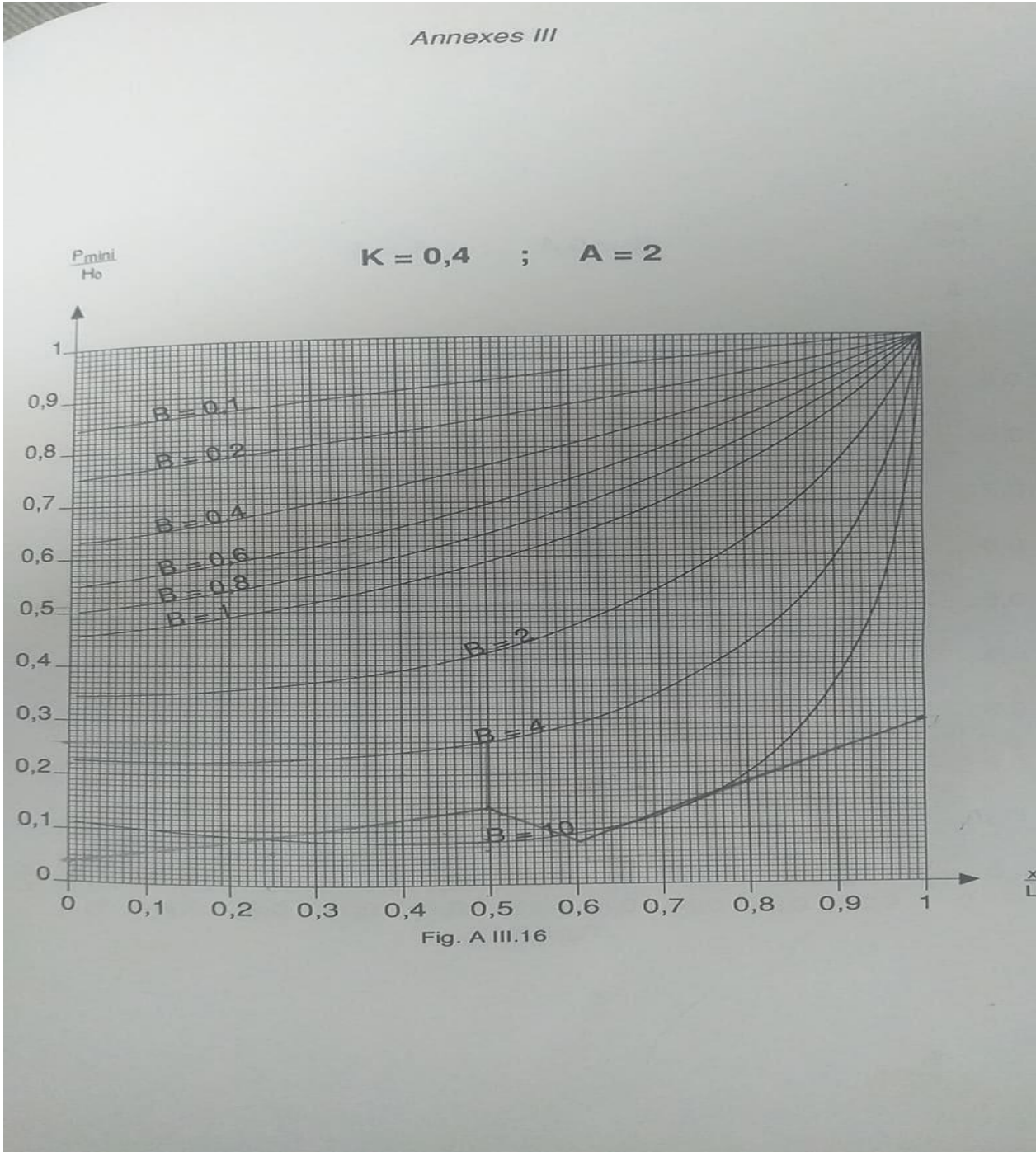
| heures | Nombres d'habitants | | | | |
|--------|---------------------|-----------------|------------------|---------------|----------------------|
| | Moins de 10000 | De10001 à 50000 | De 50001à 100000 | Plus de100000 | Agglo. de type rural |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0_1 | 1 | 1,5 | 3 | 3,35 | 0,75 |
| 1_2 | 1 | 1,5 | 3,2 | 3,25 | 0,75 |
| 2_3 | 1 | 1,5 | 2,5 | 3,3 | 1 |
| 3_4 | 1 | 1,5 | 2,6 | 3,2 | 1 |
| 4_5 | 2 | 2,5 | 3,5 | 3,25 | 3 |
| 5_6 | 3 | 3,5 | 4,1 | 3,4 | 5,5 |
| 6_7 | 5 | 4,5 | 4,5 | 3,85 | 5,5 |
| 7_8 | 6,5 | 5,5 | 4,9 | 4,45 | 5,5 |
| 8_9 | 6,5 | 6,25 | 4,9 | 5,2 | 3,5 |
| 9_10 | 5,5 | 6,25 | 5,6 | 5,05 | 3,5 |
| 10_11 | 4,5 | 6,25 | 4,8 | 4,85 | 6 |
| 11_12 | 5,5 | 6,25 | 4,7 | 4,6 | 8,5 |
| 12_13 | 7 | 5 | 4,4 | 4,6 | 8,5 |
| 13-14 | 7 | 5 | 4,1 | 4,55 | 6 |
| 14-15 | 5,5 | 5,5 | 4,2 | 4,75 | 5 |
| 15-16 | 4,5 | 6 | 4,4 | 4,7 | 5 |
| 16-17 | 5 | 6 | 4,3 | 4,65 | 3,5 |
| 17-18 | 6,5 | 5,5 | 4,1 | 4,35 | 3,5 |
| 18-19 | 6,5 | 5 | 4,5 | 4,4 | 6 |
| 19-20 | 5 | 4,5 | 4,5 | 4,3 | 6 |
| 20-21 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4,3 | 6 |
| 21-22 | 3 | 3 | 4,8 | 4,2 | 3 |
| 22-23 | 2 | 2 | 4,6 | 3,75 | 2 |
| 23-24 | 1 | 1,5 | 3,3 | 3,7 | 1 |

• **Annexe (2) : Tableau des vitesses et débits des diamètres PE 100 , PN10**

| D=160 mm | | D=200 mm | | D=250 | | D=315 mm | |
|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| Di=141 mm | | Di=176,2 | | Di=220,4 | | Di=277,6 | |
| Vitesse(m/s) | debit (l/sec) | Vitesse(m/s) | debit (l/sec) | Vitesse(m/s) | debit (l/sec) | Vitesse(m/s) | debit (l/sec) |
| 0.20 | 3.12 | 0.20 | 4.87 | 0.20 | 7.63 | 0.20 | 12.10 |
| 0.30 | 4.68 | 0.30 | 7.31 | 0.30 | 11.44 | 0.30 | 18.15 |
| 0.40 | 6.24 | 0.40 | 9.75 | 0.40 | 15.25 | 0.40 | 24.20 |
| 0.50 | 7.80 | 0.50 | 12.19 | 0.50 | 19.07 | 0.50 | 30.25 |
| 0.60 | 9.36 | 0.60 | 14.62 | 0.60 | 22.88 | 0.60 | 36.30 |
| 0.70 | 10.92 | 0.70 | 17.06 | 0.70 | 26.69 | 0.70 | 42.35 |
| 0.80 | 12.49 | 0.80 | 19.50 | 0.80 | 30.51 | 0.80 | 48.39 |
| 0.90 | 14.05 | 0.90 | 21.93 | 0.90 | 34.32 | 0.90 | 54.44 |
| 1.00 | 15.61 | 1.00 | 24.37 | 1.00 | 38.13 | 1.00 | 60.49 |
| 1.10 | 17.17 | 1.10 | 26.81 | 1.10 | 41.95 | 1.10 | 66.54 |
| 1.20 | 18.73 | 1.20 | 29.25 | 1.20 | 45.76 | 1.20 | 72.59 |
| 1.30 | 20.29 | 1.30 | 31.68 | 1.30 | 49.57 | 1.30 | 78.64 |
| 1.40 | 21.85 | 1.40 | 34.12 | 1.40 | 53.39 | 1.40 | 84.69 |
| 1.50 | 23.41 | 1.50 | 36.56 | 1.50 | 57.20 | 1.50 | 90.74 |
| D=75 mm | | D=90 | | D=110 | | D=125 | |
| Di=66 | | Di=79,2 mm | | Di=96,8mm | | Di=110,2 | |
| Vitesse(m/s) | débit (l/sec) | Vitesse(m/s) | débit (l/sec) | Vitesse(m/s) | débit (l/sec) | Vitesse(m/s) | débit (l/sec) |
| 0.20 | 0.68 | 0.20 | 0.98 | 0.20 | 1.47 | 0.20 | 1.91 |
| 0.30 | 1.03 | 0.30 | 1.48 | 0.30 | 2.21 | 0.30 | 2.86 |
| 0.40 | 1.37 | 0.40 | 1.97 | 0.40 | 2.94 | 0.40 | 3.81 |
| 0.50 | 1.71 | 0.50 | 2.46 | 0.50 | 3.68 | 0.50 | 4.77 |
| 0.60 | 2.05 | 0.60 | 2.95 | 0.60 | 4.41 | 0.60 | 5.72 |
| 0.70 | 2.39 | 0.70 | 3.45 | 0.70 | 5.15 | 0.70 | 6.67 |
| 0.80 | 2.74 | 0.80 | 3.94 | 0.80 | 5.88 | 0.80 | 7.63 |
| 0.90 | 3.08 | 0.90 | 4.43 | 0.90 | 6.62 | 0.90 | 8.58 |
| 1.00 | 3.42 | 1.00 | 4.92 | 1.00 | 7.36 | 1.00 | 9.53 |
| 1.10 | 3.76 | 1.10 | 5.42 | 1.10 | 8.09 | 1.10 | 10.49 |
| 1.20 | 4.10 | 1.20 | 5.91 | 1.20 | 8.83 | 1.20 | 11.44 |
| 1.30 | 4.45 | 1.30 | 6.40 | 1.30 | 9.56 | 1.30 | 12.39 |
| 1.40 | 4.79 | 1.40 | 6.89 | 1.40 | 10.30 | 1.40 | 13.35 |

| | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|-------|------|-------|
| 1.50 | 5.13 | 1.50 | 7.39 | 1.50 | 11.03 | 1.50 | 14.30 |
|------|------|------|------|------|-------|------|-------|

- **Annexe (3) : Abaque PEUCHE ET MENIER**



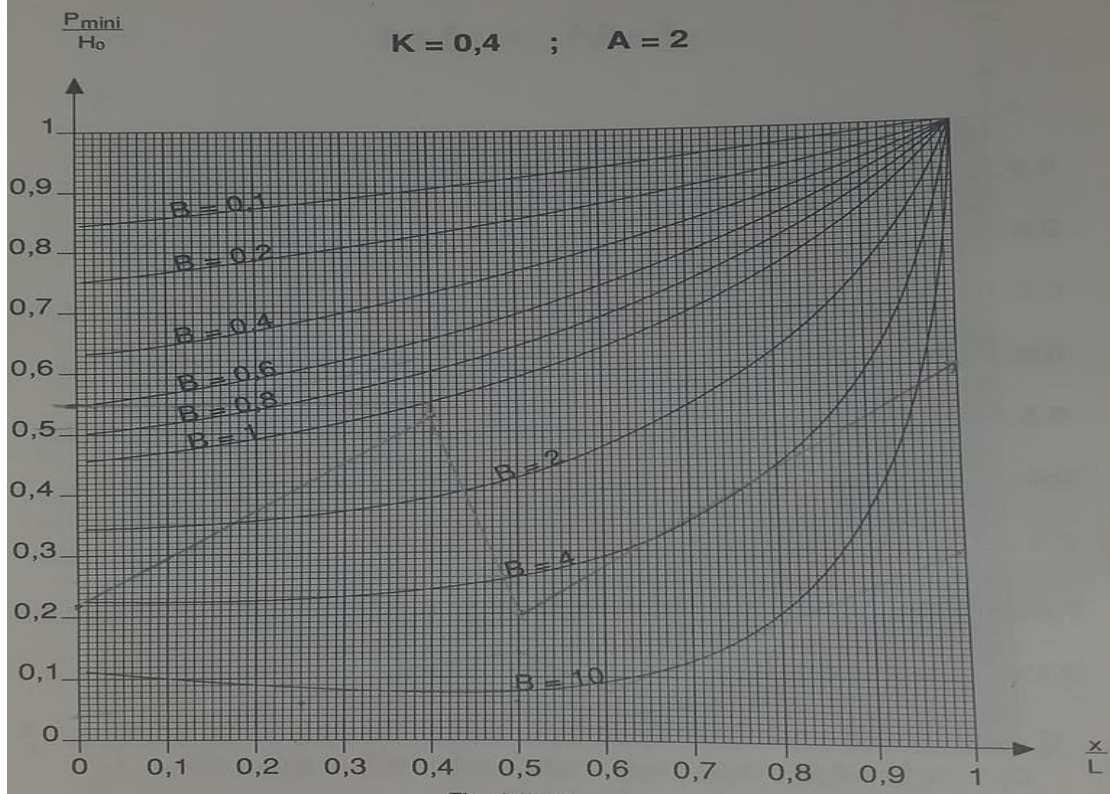


Fig. A III.16

- Annexe (4) : Abaque de Dubin et Guéneau

