

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Réhabilitation de réseau d'alimentation en eau potable de la commune de Rebaia (w. Medea).

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0016-20

APA Citation (توثيق APA):

Chehat, Abd el Ghani (2020). Réhabilitation de réseau d'alimentation en eau potable de la commune de Rebaia (w. Medea)[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Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...)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، مبداعات، 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: SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

THEME :

**REHABILITATION DE RESEAU D'ALIMENTATION
EN EAU POTABLE DE LA COMMUNE DE REBAIA
(W.MEDEA)**

Présenté par :

CHEHAT ABD EL GHANI

Devant les membres du jury

| Nom et Prénoms | Grade | Qualité |
|--------------------------|--------------|----------------|
| M. BOUFEKANE ABDELMADJID | M.C.A | Président |
| Mme. MOKRANE WAHIBA | M.A.A | Examineur |
| M. HACHEMI ABDELKADER | M.C.B | Examineur |
| Mr. AMMARI ABD EL HADI | M.C.A | Promoteur |

Session 2019/ 2020

Remerciements

D'abord je remercie dieu tout puissant pour m'avoir permis d'accomplir dans les meilleures conditions ce travail et toutes mes études.

Mon remerciement va plus particulièrement à :

*Mon promoteur **Mr AMMARI Abdelhadi** pour sa disponibilité et son aide.*

A L'ensemble des enseignants qui m'ont suivi durant mon cycle d'étude.

Mon respect aux membres du jury qui me feront l'honneur d'apprécier mon travail

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à toutes les personnes qui m'ont aidé tout au long de mon travail.

CHEHAT Abdelghani

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail en signe de remerciement et de respect :

A mon grand-père que dieu le bénisse dans son vaste paradis

A ma très chère mère et mon cher père

A ma sœur

A mes frères

A toute ma grande famille

A ma chère

A tous mes amis

A toute ma famille de HEC

A toute ma famille de l'ENSH

CHÉHAT Abdelghani

ملخص :

الغرض من دراستنا هو إنشاء تشخيص لشبكة إمدادات مياه الشرب لمدينة الربيعة (ولاية المدية). من خلال هذه الدراسة التي سنقدمها ، سنقدم أولاً نظرة عامة على الوضع الحالي لمختلف الموارد الهيدروليكية وشبكة ومرافق تخزين مختلفة ، ثم ننقل إلى تقدير الاحتياجات المائية لسكان مدينة ريبايا حتى عام 2050 ، ونظراً للطبيعة المتداعية لنظام التوزيع ، سنخطط لخزانين جديدين. مكنا التشخيص الفيزيائي والمحاكاة الهيدروليكية من الكشف عن أسباب الأعطال و النفاثات التي سجلتها الشبكة ، أبرزها نقص المياه في عدة أماكن وارتفاع معدل التسربات التي كشفت عنها كثرة التدخلات على الشبكة. المرحلة التالية هي إعادة تأهيل شبكة التوزيع حيث نقوم بتجديد جميع الأنابيب غير تلك المنجزة حديثاً بالـ (PEHD) ، و ذلك لأن الأنابيب الأخرى في وضعية سيئة للغاية ، الحفاظ على ذلك في (PEHD) قمنا أيضا بإنشاء أجزاء أخرى للوصول من الشبكة في المناطق لم تغطي بعد بشبكة المياه.

ناقشنا أيضاً إدارة المشروع ؛ تنفيذ الأعمال ، اختيار العتاد حجم أعمال الحفر ، تخطيط العمل وتقدير التكلفة ؛ من أجل ضمان حسن تنفيذ أعمال إنجاز المشروع.

الكلمات المفتاحية : الربيعة. تشخيص. إعادة تأهيل. امدادات مياه الشرب.

Résumé :

L'objet de notre étude consiste à établir un diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de REBAIA (Wilaya de MEDEA). A travers cette étude, nous allons donner en premier lieu un aperçu général sur la situation actuelle des différentes ressources hydraulique, réseau et des différents ouvrages de stockage, puis nous allons passer à l'estimation des besoins en eaux de la population de la ville REBAIA jusqu'à l'année 2050 et vue la vétusté du système de distribution nous allons projeter deux nouveaux réservoirs. Le diagnostic physiques et hydraulique nous a permis de déceler les causes des défaillances enregistrées par le réseau, principalement le manque d'eau dans plusieurs endroits et le taux de fuites important révélé par le nombre important d'interventions sur le réseau. La phase qui suit c'est celle de la réhabilitation du le réseau de distribution où on a renouvelé la totalité des conduites autres que celle en PEHD car en très mauvais état physique, et étendre le réseau à d'autres zones pas encore desservies.

Nous avons abordé aussi le management de projet ; l'exécution des travaux, le choix des engins, le volume de terrassements, planification des travaux et l'estimation des coûts ; afin de garantir une bonne exécution des travaux de réalisation du projet.

Mots clés : REBAIA, Diagnostic, Réhabilitation, Alimentation en eau potable.

Abstract:

The purpose of our study is to establish a diagnosis of the drinking water supply network of REBAIA town (Wilaya of MEDEA). Through this study, we will firstly give a general overview of the actual situation of the various available hydraulic resources, water supply network and various storage structures, then estimated the water needs of the population of REBAIA until the year 2050, regarding the situation of the existing reservoirs, we planned two new ones. The physical and hydraulic diagnosis of the water supply network enabled us to detect all anomalies and the main failure causes recorded in the network, resulting in a lack of water in several zones and a high rate of leaks revealed by the large number of interventions on the network. The next step was the rehabilitation of the water supply network where we renew all the pipes other than (HDPE) because highly deteriorated we changed it with (HDPE) and project other parts to reach areas not yet served.

We also discussed project management; the execution of the works, the choice of engines, the volume of earthworks ,work planning and cost estimation; in order to guarantee a good execution of the project.

Key words: REBAIA, Diagnostic, Rehabilitation, Drinking water supply

Sommaire

| | |
|---|----|
| Introduction générale | 1 |
| Chapitre I : Présentation de la zone d'étude | |
| I.1. Introduction | 2 |
| I.2. Présentation de la zone d'étude | 2 |
| I.2.1. Situation géographique | 3 |
| I.2.2. Climatologie | 5 |
| I.2.3. L'Hydrologie | 5 |
| I.2.4. L'Hydrogéologie | 6 |
| I.2.5. Géologie | 7 |
| I.2.6. Séismicité | 8 |
| I.2.7. Géotechnique | 8 |
| Chapitre II : Evaluation de besoin en eau | |
| II.1. Introduction | 10 |
| II.2. Evolution démographique | 10 |
| II.2.1. Répartition de la population résidente de la commune de REBAIA | 10 |
| II.2.2. Estimation de la population future (Chef-Lieu) | 11 |
| II.3.1. Catégories des besoins | 12 |
| II.3.2. Estimation des besoins | 12 |
| II.3.3. Choix de la norme unitaire de la consommation | 13 |
| II.4. Besoins journaliers moyens | 14 |
| II.4.1. Besoins domestiques | 15 |
| II.4.2. Besoins publics | 16 |
| II.4.3. Besoins scolaires | 16 |
| II.4.4. Besoins commerciaux | 16 |
| II.4.5. Besoins d'arrosage | 17 |
| II.5. Récapitulation de la consommation en eau moyenne totale | 17 |
| II.6. Etude des variations des débits | 18 |
| II.6.1. Calcul des consommations journalières maximales | 18 |

| | |
|--|----|
| II.6.2. Coefficient d'irrégularité journalière minimale | 18 |
| II.6.3. Coefficient d'irrégularité horaire | 19 |
| II.6.4. Calcul du débit de pointe | 20 |
| II.6.5. Calcul de la consommation horaire | 21 |

Chapitre III : Diagnostic du réseau existant

| | |
|--|-----|
| III.1. Introduction | 25 |
| III.2. Descriptif de la structure d'alimentation en eau potable | 25 |
| III.3. Les ressources | 25 |
| III.3.1. Les ressources superficielles | 25 |
| III.3.2. Les ressources souterraines | 28 |
| III.4. La Station de Traitement | 31 |
| III.5. La Station de Pompage KRIMA | 31 |
| III.6. Diagnostic des ouvrages de stockage | 32 |
| III.7. Descriptif du système de conduites | 35 |
| III.7.1. L'adduction | 35 |
| III.7.2. Le réseau de distribution | 37 |
| III.7.3. Autres pièces | 40 |
| III.8. Bilans hydrauliques | 45 |
| III.8.1. Diagnostic hydraulique | 45 |
| III.8.1.1. Calcul hydraulique du réseau actuel et en long terme | 45 |
| III.8.1.1.a. Cas de pointe | 47 |
| III.8.1.1.b. Cas de pointe plus incendie | 58 |
| III.8.1.2. Les résultats de calcul | 71 |
| III.9. Récapitulation de les tronçons à changer et maintiens | 116 |

Chapitre IV : Réservoir

| | |
|---|-----|
| IV.1. Introduction | 121 |
| IV.2. Rôle des réservoirs | 121 |
| IV.3. Emplacement des réservoirs | 122 |
| IV.4. Principe de fonctionnement | 122 |

| | |
|---|-----|
| IV.4.1. Fonctions techniques d'un réservoir | 122 |
| IV.4.2. Fonctions économiques d'un réservoir..... | 122 |
| IV.5. Classifications des réservoirs | 123 |
| IV.5.1. Classification selon le matériau de construction | 123 |
| IV.5.2. Classification selon la situation des lieux | 123 |
| IV.5.3. Classification selon l'usage | 123 |
| IV.5.4. Classification selon des considérations esthétiques | 123 |
| IV.5.5. Classification selon la forme géométrique | 123 |
| IV.6. Choix du type de réservoir | 124 |
| IV.7. Détermination de la capacité | 124 |
| IV.7.1. Principe de calcul | 124 |
| IV.7.2. Détermination analytique de la capacité du réservoir d'alimentation | 124 |
| IV.7.3. Équipements du réservoir | 126 |

Chapitre V : Réhabilitation du système d'AEP (Le réseau d'AEP projeté)

| | |
|---|-----|
| V.1. Description du réservoir | 129 |
| V.2. Description du réseau de distribution projeté | 130 |
| V.2.1. Calcul hydraulique du nouveau système d'AEP | 130 |
| V.2.2. Les résultats de calcul | 140 |
| V.3. Appareils et accessoires du réseau | 155 |
| V.3.1. Robinets vannes | 155 |
| V.3.2. Les poteaux d'incendie | 156 |
| V.3.3. Régulateurs de pression aval | 157 |
| V.3.4. Régulateurs de pression amont | 157 |
| V.4. Récapitulation des caractéristiques finales des tronçons | 158 |

Chapitre VI : Management de projet

| | |
|---|-----|
| VI.1. Introduction | 163 |
| VI.2. Les contraintes exercées sur les conduites | 163 |
| VI.3. Exécution des travaux | 163 |
| VI.3.1. Vérification, manutention des canalisations | 164 |

| | |
|--|-----|
| VI.3.2. Décapage de la couche de terre végétale ou supérieure | 164 |
| VI.3.3. Excavation des tranchées | 164 |
| VI.3.3.1 : calcul de la largeur de tranchée | 164 |
| VI.3.3.2. calcul de la profondeur de tranchée | 165 |
| VI.3.4. Pose du lit de sable | 165 |
| VI .3.5. Pose de canalisation | 165 |
| VI.3.5.1. Principe de pose des canalisations | 165 |
| VI.3.5.2. Pose de canalisation dans un terrain ordinaire | 166 |
| VI.3.5.3. Pose de canalisation dans un mauvais terrain | 167 |
| VI.3.5.4. Pose de canalisation en galerie (Traversée d'une route) | 167 |
| VI.3.5.5. Traversée d'une rivière ou oued | 168 |
| VI.3.6. Les Conduites en PEHD | 169 |
| VI.3.6.1. Aménagement du lit de pose des conduites | 169 |
| VI.3.6.2. Introduction de la canalisation | 169 |
| VI.3.7. Essai sur la canalisation en place | 170 |
| VI.3.7.1. L'épreuve des joints et canalisations principales | 170 |
| VI.3.8. Remblaiement des tranchées | 170 |
| VI.4. Choix des engins | 171 |
| VI.4.1. L'engin Pour l'excavation des tranchées | 171 |
| VI.4.2. L'engin Pour le remblaiement des tranchées | 172 |
| VI.5. Calcul du volume de terrassements | 173 |
| VI.5.1. Décapage de la couche végétale ou supérieure | 173 |
| VI.5.2. Calcul du volume des déblais | 174 |
| VI.5.3. Calcule du volume de lit de sable | 175 |
| VI.5.4. Calcul du volume des remblais | 176 |
| VI.5.5. Calcul les foisonnements initiaux et finals | 177 |
| VI.6. Devis quantitatif et estimatif | 177 |
| VI.7. Planification des travaux | 179 |

Conclusion général 131

Liste des figures

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

| | |
|---|---|
| Figure I. N°1 : Image satellite non traité des communes de la wilaya de MEDEA | 2 |
| Figure I. N°2 : Localisation de la commune de REBAIA dans la wilaya de MEDEA | 3 |
| Figure I. N°3 : Image satellite non traité de la commune de REBAIA | 4 |
| Figure I. N°4 : la carte d'ALGERIE «BENI SLIMANE» (échelle 1/50 000): NJ-31-IV-7 OUEST | 6 |

Chapitre II : Evaluation de besoin en eau

| | |
|---|----|
| Figure II. N°01 : Répartition de la population de la commune de REBAIA | 10 |
| Figure II. N°02 : Evolution Démographique de la commune de REBAIA | 12 |
| Figure II. N°03 : Graphe représente le besoin en eau de la commune de REBAIA | 15 |
| Figure II. N° 4 : diagramme à barres représentant la consommation en eau | 23 |
| Figure II. N°5 : Variation de débit maximum journalier (HORIZON 2050) | 23 |

Chapitre III : Diagnostic du réseau existant

| | |
|--|----|
| Figure III.1 : Synoptique des conduits d'adduction | 26 |
| Figure III.2 : Barrage d'OUED R'HOUB | 27 |
| Figure III.3 : Chambre de vanne 01 | 27 |
| Figure III.4 : Réservoir d'eau brut | 27 |
| Figure III.5 : Puit P01 | 28 |
| Figure III.6 : Puit P02 | 29 |
| Figure III.7 : Puit P03 | 30 |
| Figure III.8 : Une station de traitement | 31 |
| Figure III.9 : Bâche d'eau 50 m ³ de la station de pompage SP KRIMA | 31 |
| Figure III.10 : Station de pompage SP KRIMA | 32 |
| Figure III.11 : Réservoir R200 | 33 |
| Figure III.12 : Conduite d'adduction vers R200 | 33 |

| | |
|--|----|
| Figure III.13 : Branchements illicites dans la conduite de vidange de R100 | 34 |
| Figure III.14 : R100 M ³ | 34 |
| Figure III.15 : Chambre des vannes de R100 | 34 |
| Figure III.16 : Conduite de PEHD 160mm reliant la station de pompage SP KRIMA à Chambre des vannes 02 | 36 |
| Figure III.17 : Conduite d'adduction vers R200 | 36 |
| Figure III.18 : R200, vers nœud N72 | 38 |
| Figure III.19 : R200, vers nœud N1 | 38 |
| Figure III.20 : Conduite d'arrivé PVC110 R200 | 38 |
| Figure III.21 : Fuite à la Conduite de distribution R100 | 39 |
| Figure III.22 : Les Conduites de R50 | 39 |
| Figure III.23 : Branchement de distribution R50 | 39 |
| Figure III.24 : Vanne de vidange au la Conduite d'adduction de 200mm | 41 |
| Figure III.25 : Vanne de branchement au niveau de la Conduite d'adduction de 200mm Fraction Oulad SAYFIA | 41 |
| Figure III.26 : Chambre de vanne 02 | 41 |
| Figure III.27 : Vannes de distribution R200 | 42 |
| Figure III.28 Vannes de distribution R200 vers nœud N72 | 42 |
| Figure III.29 : Vannes de distribution R200 vers nœud N1 | 42 |
| Figure III.30 : Chambre de vanne 03 | 42 |
| Figure III.31 : Les vannes de distribution R100 | 42 |
| Figure III.32 : Les vannes de distribution R50 | 43 |
| Figure III.33 : Chambre de vanne 03 | 43 |
| Figure III.34 : Vannes de distribution N55 | 43 |
| Fig. III.N°35 : Variation de vitesse et de pression dans le réseau R200 (cas de pointe actuel) | 74 |
| Fig. III.N°36 : Variation de vitesse et de pression dans le réseau R100 (cas de pointe actuel) | 79 |
| Fig. III.N°37 : Variation de vitesse et de pression dans le réseau R50 (cas de pointe actuel) | 82 |

| | |
|---|-----|
| Fig. III.N°38 : Variation de vitesse et de pression dans le réseau R200 (cas de pointe+ incendie actuel) | 85 |
| Fig. III.N°39 : Variation de vitesse et de pression dans le réseau R100 (cas de pointe+ incendie actuel) | 90 |
| Fig. III.N°40 : Variation de vitesse et de pression dans le réseau R50 (cas de pointe+ incendie actuel) | 93 |
| Fig. III.N°41 : Variation de vitesse et de pression dans le réseau R200 (cas de pointe long terme) | 96 |
| Fig. III.N°42 : Variation de vitesse et de pression dans le réseau R100 (cas de pointe long terme) | 101 |
| Fig. III.N°43 : Variation de vitesse et de pression dans le réseau R50 (cas de pointe long terme) | 104 |
| Fig. III.N°44 : Variation de vitesse et de pression dans le réseau R200 (cas de pointe + incendie long terme) | 107 |
| Fig. III.N°45 : Variation de vitesse et de pression dans le réseau R100 (cas de pointe + incendie long terme) | 112 |
| Fig. III.N°46 : Variation de vitesse et de pression dans le réseau R50 (cas de pointe + incendie long terme) | 115 |

Chapitre IV : Réservoir

| | |
|---|-----|
| Figure IV. N° 01 : les différents équipements d'un réservoir | 127 |
|---|-----|

Chapitre V : Réhabilitation du système d'AEP

| | |
|---|-----|
| Figure IV. N°1 : Emplacement des réservoirs | 129 |
| Fig. IV. N °02 : Variation de vitesse et de pression dans le réseau (cas de pointe long terme) | 147 |
| Fig. V. N °03 : Variation de vitesse et de pression dans le réseau (cas de pointe plus incendie long terme) | 154 |
| Figure V.4: Les différents types de vannes | 155 |

| | |
|---|------------|
| Figure V.5 : poteau d'incendie | 156 |
| La figure IV. N°06 : les proportions du linéaire total maintenir, projeté et modifié | 161 |

Chapitre VI : Management de projet

| | |
|--|------------|
| Figure VI. N°1 : pose de canalisation dans un terrain ordinaire (B.Salah) | 166 |
| Figure VI. N°2 : Pose de conduite dans mauvais terrain (B. Salah) | 167 |
| Figure VI. N°3 : Pose de canalisation en galerie (B. Salah) | 167 |
| Figure VI. N°4 : la traversé d'une rivière ou oued avec un pont-route | 168 |
| Figure VI. N°5 : la traversé d'une rivière ou oued sans un pont-route (B.Salah) | 168 |
| Figure VI. N°6 : Pelle équipée en rétro | 171 |
| Figure VI. N°7 : Chargeur | 172 |
| Figure VI. N°8 : réseau à nœud | 181 |

Liste des tableaux

Chapitre II : Evaluation de besoin en eau

| | |
|--|----|
| Tableau II. N°1 : Répartition de la population | 10 |
| Tableau II. N°2 : Population à l'horizon d'étude | 11 |
| Tableau II. N°3 : Normes unitaires de dotation | 13 |
| Tableau II. N°4 : Normes unitaires de la consommation | 14 |
| Tableau II. N°5 : Besoins en eau en question des différents horizons | 15 |
| Tableau II. N°6 : détermination des besoins publics | 16 |
| Tableau II. N°7 : Détermination des besoins scolaires (CL) | 16 |
| Tableau II. N°8 : Détermination des besoins commerciaux | 16 |
| Tableau II. N° 9 : Détermination des besoins d'arrosage | 17 |
| Tableau II. N°10 : Récapitulation de la bossions en eau des équipements | 17 |
| Tableau II. N°11 : Récapitulation de la bossions en eau moyenne totale | 17 |
| Tableau II. N°12 : Besoins maximums en question des différents horizons | 18 |
| Tableau II. N°13 : Les valeurs de β en fonction de la population | 19 |
| Tableau II. N°14 : Répartition des débits horaires en fonction du nombre d'habitants | 21 |
| Tableau II. N°15 : variation des débits horaires | 22 |

Chapitre III : Diagnostic du réseau existant

| | |
|--|----|
| Tableau III.N° 1 : Evolution de la Production en eaux de barrage | 27 |
| Tableau III.N° 2 : Les caractéristiques des puits | 28 |
| Tableau III.N°3 : Caractéristique de la Station de Pompage | 32 |
| Tableau III. N° 4 : Les caractéristiques des réservoirs | 32 |
| Tableau III.N° 5 : Description du réseau d'adduction | 35 |
| Tableau III.N° 6 : Répartition linéaire du réseau d'adduction par nature de matériau | 37 |
| Tableau III.N° 7 : Répartition linéaire du réseau de distribution par nature de matériau ... | 40 |
| Tableau III.N° 8 : Les pièces spéciales du réseau d'adduction et de distribution | 40 |
| Tableau III.N°9 : Détermination de débit spécifique | 46 |

| | |
|--|----|
| Tableau III.N°10 : détermination des débits aux nœuds (R200) (cas de pointe) | 47 |
| Tableau III.N°11 : détermination des débits aux nœuds (R100) (cas de pointe) | 48 |
| Tableau III.N°12 : détermination des débits aux nœuds (R100) (la suite) | 49 |
| Tableau III.N°13 : détermination des débits aux nœuds (R100) (la suite) | 50 |
| Tableau III.N°14 : détermination des débits aux nœuds (R50) (cas de pointe) | 51 |
| Tableau III.N°15 : détermination des débits aux nœuds (R200) (cas de pointe) | 53 |
| Tableau III.N°16 : détermination des débits aux nœuds (R100) (cas de pointe) | 54 |
| Tableau III.N°17 : détermination des débits aux nœuds (R100) (la suite) | 55 |
| Tableau III.N°18 : détermination des débits aux nœuds (R100) (la suite) | 56 |
| Tableau III.N°19 : détermination des débits aux nœuds (R50) (cas de pointe) | 55 |
| Tableau III.N°20 : détermination des débits aux nœuds (R200) (cas de pointe+ incendie) | 59 |
| Tableau III.N°21 : détermination des débits aux nœuds (R100) (cas de pointe+ incendie) | 60 |
| Tableau III.N°22 : détermination des débits aux nœuds (R100) (la suite) | 61 |
| Tableau III.N°23 : détermination des débits aux nœuds (R100) (la suite) | 62 |
| Tableau III.N°24 : détermination des débits aux nœuds (R50) (cas de pointe+ incendie) | 63 |
| Tableau III.N°25 : détermination des débits aux nœuds (R200) (cas de pointe+ incendie) | 65 |
| Tableau III.N°26 : détermination des débits aux nœuds (R100) (cas de pointe+ incendie) | 66 |
| Tableau III.N°27 : détermination des débits aux nœuds (R100) (la suite) | 67 |
| Tableau III.N°28 : détermination des débits aux nœuds (R100) (la suite) | 68 |
| Tableau III.N°29 : détermination des débits aux nœuds (R50) (cas de pointe+ incendie) | 69 |
| Tableau III.N°30 : Calcul des paramètres hydrauliques R200 (cas de pointe actuel) | 72 |
| Tableau III.N°31 : Calcul des paramètres hydrauliques R200 (cas de pointe actuel) | 73 |
| Tableau III.N°32 : Calcul des paramètres hydrauliques R100 (cas de pointe actuel) | 75 |
| Tableau III.N°33 : Calcul des paramètres hydrauliques R100 (la suite) | 76 |

| | |
|---|-----|
| Tableau III.N°34 : Calcul des paramètres hydrauliques R100 (cas de pointe actuel)..... | 77 |
| Tableau III.N°35 : Calcul des paramètres hydrauliques R100 (la suite) | 78 |
| Tableau III.N°36 : Calcul des paramètres hydrauliques R50 (cas de pointe actuel) | 80 |
| Tableau III.N°37 : Calcul des paramètres hydrauliques R50 (cas de pointe actuel) | 81 |
| Tableau III.N°38 : Calcul des paramètres hydrauliques R200 (cas de pointe + inc actuel) | 83 |
| Tableau III.N°39 : Calcul des paramètres hydrauliques R200 (cas de pointe + inc actuel) | 84 |
| Tableau III.N°40 : Calcul des paramètres hydrauliques R100 (cas de pointe + inc actuel) | 86 |
| Tableau III.N°41 : Calcul des paramètres hydrauliques R100 (la suite) | 87 |
| Tableau III.N°42 : Calcul des paramètres hydrauliques R100 (cas de pointe + inc actuel)..... | 88 |
| Tableau III.N°43 : Calcul des paramètres hydrauliques R100 (la suite) | 89 |
| Tableau III.N°44 : Calcul des paramètres hydrauliques R50 (cas de pointe + inc actuel) | 91 |
| Tableau III.N°45 : Calcul des paramètres hydrauliques R50 (cas de pointe + inc actuel) | 92 |
| Tableau III.N°46 : Calcul des paramètres hydrauliques R200 (Cas de pointe long terme) | 94 |
| Tableau III.N°47 : Calcul des paramètres hydrauliques R200 (Cas de pointe long terme)..... | 95 |
| Tableau III.N°48 : Calcul des paramètres hydrauliques R100 (Cas de pointe long terme) | 97 |
| Tableau III.N°49 : Calcul des paramètres hydrauliques R100 (la suite) | 98 |
| Tableau III.N°50 : Calcul des paramètres hydrauliques R100 (Cas de pointe long terme) | 99 |
| Tableau III.N°51 : Calcul des paramètres hydrauliques R100 (la suite) | 100 |
| Tableau III.N°52 : Calcul des paramètres hydrauliques R50 (Cas de pointe long terme) | 102 |

| | |
|---|-----|
| Tableau III.N°53 : Calcul des paramètres hydrauliques R50 (Cas de pointe long terme) | 103 |
| Tableau III.N°54 : Calcul des paramètres hydrauliques R200 (Cas de pointe + inc long terme) | 105 |
| Tableau III.N°55 : Calcul des paramètres hydrauliques R200 (Cas de pointe + inc long terme)..... | 106 |
| Tableau III.N°56 : Calcul des paramètres hydrauliques R100 (Cas de pointe + inc long terme) | 108 |
| Tableau III.N°57 : Calcul des paramètres hydrauliques R100 (la suite) | 109 |
| Tableau III.N°58 : Calcul des paramètres hydrauliques R100 (Cas de pointe + inc long terme) | 110 |
| Tableau III.N°59 : Calcul des paramètres hydrauliques R100 (la suite) | 111 |
| Tableau III.N°60 : Calcul des paramètres hydrauliques R50 (Cas de pointe + inc long terme) | 113 |
| Tableau III.N°61 : Calcul des paramètres hydrauliques R50 (Cas de pointe long terme) | 114 |
| Tableau III.N°62 : Tronçons à changer et maintiens(R200) | 116 |
| Tableau III.N°63 : Tronçons à changer et maintiens(R100) | 117 |
| Tableau III.N°64 : Tronçons à changer et maintiens(R100). (La suite) | 118 |
| Tableau III.N°65 : Tronçons à changer et maintiens(R50) | 119 |

Chapitre IV : Réservoir

| | |
|--|-----|
| Tableau IV. N° 01 : Détermination de la capacité du réservoir | 125 |
|--|-----|

Chapitre V : Réhabilitation du système d'AEP

| | |
|--|-----|
| Tableau V. N°01 : Détermination de débit spécifique | 130 |
| Tableau V. N°02 : détermination des débits aux nœuds (cas de pointe) | 131 |
| Tableau V. N°03 : détermination des débits aux nœuds (cas de pointe) la suite | 132 |
| Tableau V. N°04 : détermination des débits aux nœuds (cas de pointe) la suite | 133 |
| Tableau V. N°05 : détermination des débits aux nœuds (cas de pointe) la suite | 134 |
| Tableau V. N°06 : détermination des débits aux nœuds (cas de pointe) la suite | 135 |

| | |
|---|-----|
| Tableau V. N°07 : détermination des débits aux nœuds (cas de pointe+ inc) | 136 |
| Tableau V. N°08 : détermination des débits aux nœuds (cas de pointe+ inc) la suite | 137 |
| Tableau V. N°09 : détermination des débits aux nœuds (cas de pointe+ inc) la suite | 138 |
| Tableau V. N°10 : détermination des débits aux nœuds (cas de pointe+ inc) la suite | 139 |
| Tableau V. N°11 : détermination des débits aux nœuds (cas de pointe+ inc) la suite | 140 |
| Tableau V. N°12 : Calcul des paramètres hydrauliques (cas de pointe) | 141 |
| Tableau V. N°13 : Calcul des paramètres hydrauliques. (La suite) | 142 |
| Tableau V. N°14 : Calcul des paramètres hydrauliques. (La suite) | 143 |
| Tableau V. N °15 : Calcul des paramètres hydrauliques (cas de pointe) | 144 |
| Tableau V. N °16 : Calcul des paramètres hydrauliques (la suite) | 145 |
| Tableau V. N °17 : Calcul des paramètres hydrauliques (la suite) | 146 |
| Tableau V. N°18 : Calcul des paramètres hydrauliques (cas de pointe+ inc) | 148 |
| Tableau V. N°19 : Calcul des paramètres hydrauliques. (La suite) | 149 |
| Tableau V. N°20 : Calcul des paramètres hydrauliques. (La suite) | 150 |
| Tableau V. N °21 : Calcul des paramètres hydrauliques (cas de pointe+ inc) | 151 |
| Tableau V. N °22 : Calcul des paramètres hydrauliques (la suite) | 152 |
| Tableau V. N °23 : Calcul des paramètres hydrauliques (la suite) | 153 |
| Tableau V. N °24 : caractéristiques finales des tronçons | 158 |
| Tableau V. N °25 : caractéristiques finales des tronçons (la suite) | 159 |
| Tableau V. N °26 : Tronçons à projeter | 160 |
| Tableau V. N °27 : linéaire totale maintenir, projeté et modifié | 161 |

Chapitre VI : Management de projet

| | |
|---|-----|
| Tableau VI. N°1 : calcul du volume de la couche végétale ou supérieure | 173 |
| Tableau VI. N°2 : calcul du volume des déblais pour le réseau | 174 |
| Tableau VI. N°3 : calcul du volume de lit de sable | 175 |
| Tableau VI. N°4 : calcul du volume de remblai pour le réseau | 176 |
| Tableau VI. N°5 : devis quantitatif et estimatif | 178 |
| Tableau VI. N°6 : devis quantitatif et estimatif (la suite) | 179 |
| Tableau VI. N°7 : détermination de chemin critique | 180 |

Introduction générale

Le développement d'une région dans tous les domaines dépend essentiellement du développement du secteur d'hydraulique, puisque celui-ci est lié à, toutes les branches de l'économie.

Alors l'eau est un élément vital et le principal moyen de l'hygiène publique, cependant mal traitée ou polluée, elle devient un dangereux agent de propagation épidémique c'est la raison essentielle de l'utilité de cette ressource dans la plupart des secteurs d'activité humaine. Il y a des multiples efforts qui sont à entreprendre pour sa mobilisation afin de la rendre disponible pour tous.

Vu que la quantité d'eau disponible est limitée, donc il faut trouver des solutions et des stratégies rigoureuses pour assurer les besoins d'eau journalière nécessaire aux populations urbaines et rurales. Mais ce n'est pas seulement lorsqu'on assure la demande qu'on n'a pas de problème de l'eau

C'est ce qui c'est passé dans notre pays. Actuellement on recherche des solutions qui peuvent nous coûter beaucoup plus chères par rapport à des préventions qu'on aurait du prendre en considération.

Chez nous en Algérie on a la quantité d'eau suffisante mais on n'a pas les moyens pour l'exploiter, nous n'avons pas la bonne gestion qui permet d'avoir le minimum de gaspillage, le minimum de pertes au niveau des réseaux aussi bien d'adduction que de distribution.

L'objet de notre étude consiste de faire une étude approfondie de diagnostic du système d'alimentation en eau potable pour améliorer l'approvisionnement en eau potable de la ville de REBAIA, et le rendre plus performant.

Pour cela nous allons procéder tout d'abord à :

- La présentation du système actuel d'alimentation en eau potable.
- Son diagnostic hydraulique tout en donnant les défaillances existantes.
- Préconiser des solutions pour y remédier.

Notre travail est présenté en six chapitres : Dans premier chapitre nous allons présenter la zone d'étude qu'est la ville de REBAIA.

Puis au deuxième chapitre sera consacré à l'estimation des besoins en eau de l'agglomération.

Quant au chapitre trois ; Il est destiné au diagnostic du réseau existant.

Par la suite ; l'estimation des capacités de stockage, ensuite le chapitre cinq sera consacré principalement à la réhabilitation du système d'AEP.

Enfin, le chapitre six traitera du management de projet.

On estime que les solutions qui seront proposées pourront résoudre les problèmes de fonctionnement du réseau et garantir cela jusqu'à l'horizon d'étude.



Chapitre I: Présentation de la zone d'étude



I.1. Introduction :

L'objectif dans ce chapitre, est de connaître la situation géographique, climatique, hydrologique et hydrogéologique ainsi que géologique de la zone d'étude. Pour l'établissement d'un tracé général du système d'alimentation en eau potables de la commune de EL-REBAIA d'une part, et mise en place d'une orientation à moyen et à long terme pour améliorer la qualité, la fiabilité et la capacité du réseau d'AEP en d'autre part. Il convient de faire ressortir les caractéristiques propres qui prévalent au niveau de la ville.

I.2. Présentation de la zone d'étude :

Avec une superficie de 15 432 Ha, La commune de REBAIA se situent dans la wilaya de MEDEA, elle est à 60 km de son chef-lieu de la wilaya et de 36 km de son chef-lieu de Daïra de BERROUGHIA.

La figure suivante présente les communes de la wilaya de MEDEA par une image satellite :

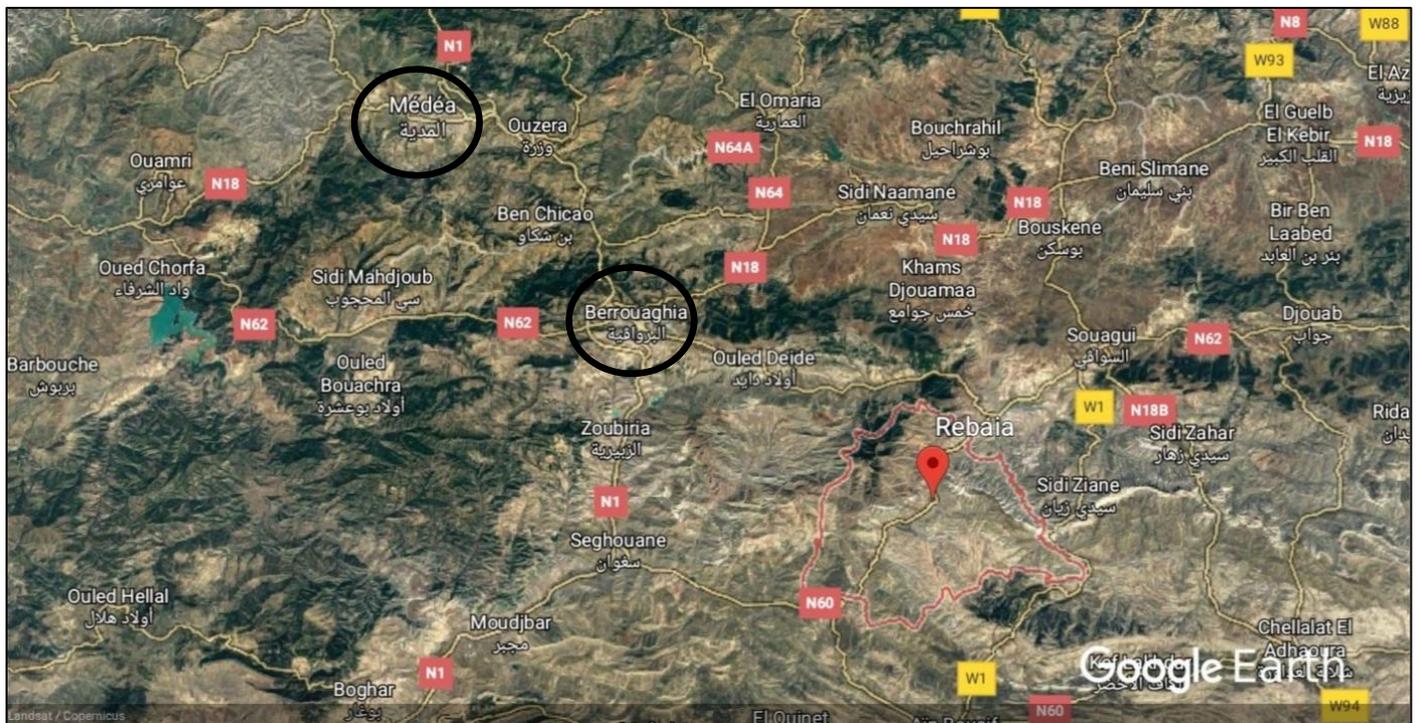


Figure I. N°1 : Image satellite non traité des communes de la wilaya de MEDEA (source : Google Earth)

I.2.1. Situation géographique :

Cette commune est limitrophe aux communes de Souagui de Sidi Ziane et la commune de Ain Boucif au sud elle est traversée par une seule route d'importance régionale c'est la C.W 64 qui repart au Nord la C.W 20 et la RN 60 au sud.

Elle est limitée par :

- La commune d'Ouled Deid au Nord-Ouest ;
- La commune de Souagui au Nord-est ;
- La commune d'Ain Boucif au sud ;
- La commune de Tlatat des Douairs à l'Ouest ;
- La commune de Sidi Ziane à l'Est.

Les coordonnées se situent notre site d'étude sont :

Latitude = 36° 01' 49''

Longitude = 3° 08' 26''

Situé à plus 800 mètres d'altitude sur le versant de l'Atlas Tellien.

La figure suivante représente le localisation de la commune de REBAIA dans la wilaya de MEDEA.



- 1- Commune d'Ouled Deid ;
- 2- Commune de Tlatat des Douairs ;
- 3- Commune d'Ain Boucif au sud ;
- 4- Commune de Sidi Ziane ;
- 5- commune de Souagui

Figure I. N°2 : Localisation de la commune de REBAIA dans la wilaya de MEDEA (source la wilaya de MEDEA)

Cette figure montre la commune de REBAIA



Figure I. N°3 : Image satellite non traité de la commune de REBAIA (source : google maps)

I.2.2. Climatologie :

Le climat de la région est de type continental ,sub-humide avec une pluviométrie de 500-600 mm par an tombant surtout pendant les mois d'Hiver, une influence de climat saharien règne pendant le reste de l'année, mais les extrêmes sont adoucis grâce aux altitudes assez élevées de l'ensemble de la région :entre 800 et 1100m. (PDAU.REBAIA, 2018)

Tableau I.N° 1: Précipitation annuelle

| MOIS | Janv | Fév | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil | Aout | Sept | Oct | Nov | Déc |
|-------------------|------|-----|------|-------|-----|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| Pluie (mm) | 97 | 60 | 51 | 45 | 43 | 19 | 05 | 08 | 37 | 30 | 72 | 83 |
| Nb/J | 10 | 07 | 08 | 06 | 06 | 05 | 02 | 03 | 05 | 05 | 09 | 09 |

Source : PDAU

Le tableau dessus présente la précipitation annuelle et il montre que 550 mm/an répartis en 74 jours/an

Les températures maximales sont de 34.2°C en juillet, et les températures minimales sont de 0.6°C en janvier.

Le Gelé dure pendant tout l'hiver, alors que la neige tombe en moyenne de 12 jours par an.

(PDAU.REBAIA, 2018)

I.2.3. L'Hydrologie :

La commune de REBAIA possède deux oueds importants, l'un est l'Oued EL MALLAH passant par son milieu et l'oued Khrerza qui à limite à l'Est.

De nombreuses chaabats, forment un chevelu important, drainant les eaux de ruissellement à partir des reliefs élevées et se jettent dans l'oued El Mallah qui à son tour se déverse dans l'oued Isser, Le réseau est très hiérarchisé.

Notons que l'eau de l'oued El MALLAH a un degré de salinité élevé posant un problème dans l'irrigation des terres agricoles à rendement moyen. (PDAU.REBAIA, 2018)

La figure dans la page suivante présente les chaabats et les oueds de la commune de REBAIA :

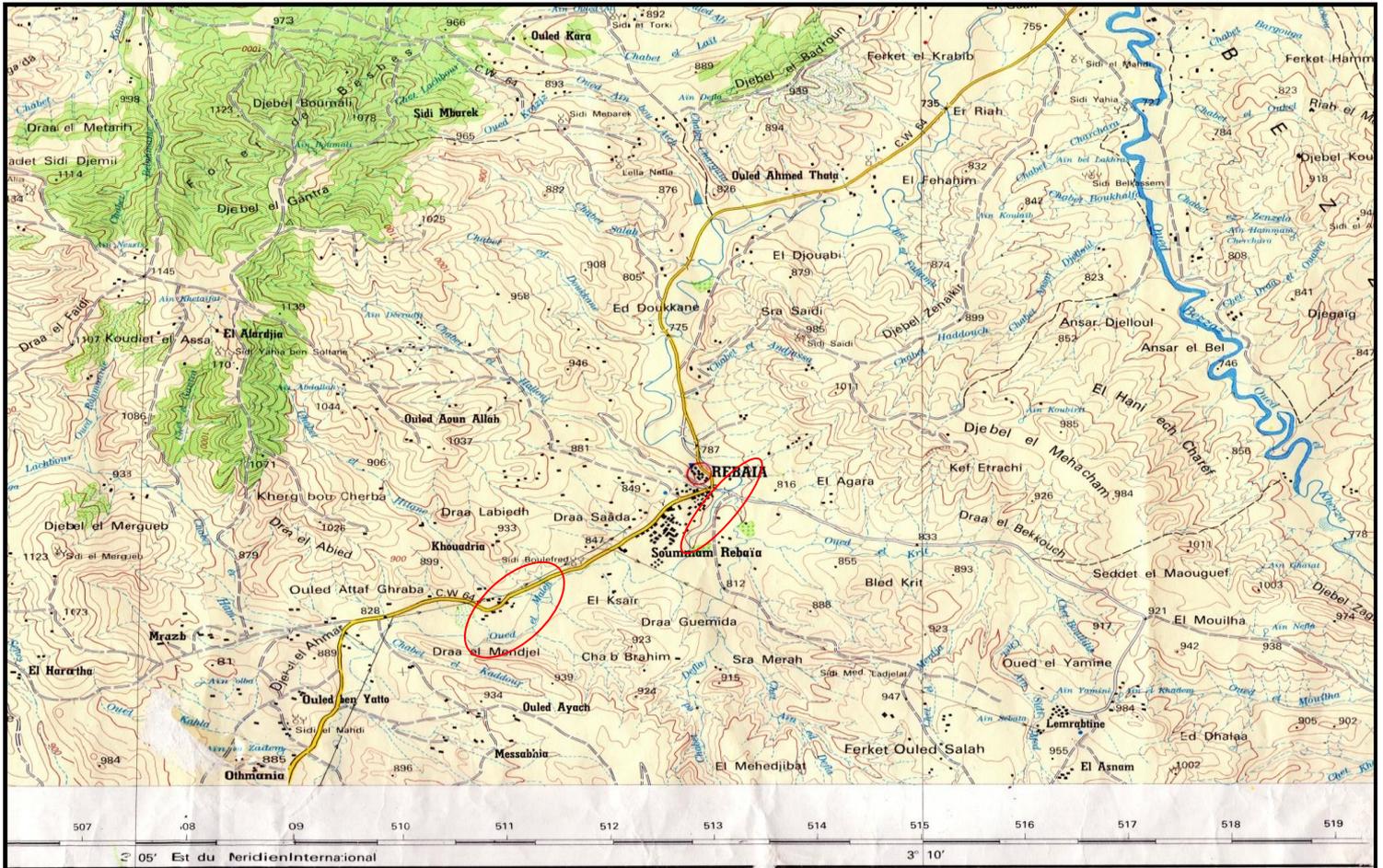


Figure I. N°4 : la carte d'ALGERIE « BENI SLIMANE » (échelle 1/50 000): NJ-31-IV-7 OUEST (source : Institut National de cartographie)

I.2.4. L'Hydrogéologie :

Les couches géologiques plus favorables à l'emmagasinement des eaux en profondeur sont les faciès gréseux (OB) de l'oligocène et les formations miocène argilo-caillouteuses.

La première s'étend au Sud-Est et la seconde au Nord-Ouest de la commune.

Le compartimentage parfois faible des massifs provoque l'apparition des sources de résurgence alignées le long des accidents au nombre de 85. il reste le chef-lieu de REBAIA.

Une nappe souterraine contenue dans les alluvions récentes, mais elle a des potentialités faibles.

Deux puits servent à l'alimentation en AEP de la ville le pompage durant 1 heure/jours en raison des réserves limitées de l'horizon aquifère

Pour renforcer ce débit, la source d'Ain-Mallouf a été captée, mais le déficit persiste toujours.

(PDAU.REBAIA, 2018)

I.2.5. Géologie :

La géologie de la commune de REBAIA, est de type secondaire, tertiaire avec un recouvrement quaternaire, correspondant à l'Atlas Tellien ou s'individualisent certaines montagnes de Bibans.

La stratigraphie se lit du faciès le plus récent au plus ancien.

✓ **La Quaternaire :**

Les alluvions récentes (a2) occupent les fonds des Oueds EL MALLAH et Kherza, ce sont des alluvions torrentielles formées de terre hétérogènes, de graviers et de cailloux. Notons qu'au Sud-Ouest du site, ce faciès occupe une grande surface à Bled Taia.

✓ **Les alluvions anciennes (q) :**

Sont des terrasses caillouteuses à éléments grossières. Surélevées de plus de 50m au-dessus du lit mineur des oueds, ou se trouve parfois sous la forme d'îlots situés à diverses altitudes.

Les éboulis (A) occupent une superficie importante, au Nord-Ouest de la commune, où ils dessinent une sorte de mains.

Ce sont des gros blocs de calcaires ou de grès emballés dans les argiles.

Certains indices de solifluctions peuvent apparaître sur les versants pentus.

✓ **Le tertiaire :**

- **Marnes grises (mib) :**

Ce sont des marnes d'origine marine, entre occupées de blocs de gré calcaireux, situés au Nord, et Nord-Ouest de la commune.

- **Argiles rouges sableuses (mia) :**

C'est une formation d'une grande épaisseur d'origine continentale où les argiles rouges alternent avec les lits de cailloutis ; elle se trouve en contrebas des éboulis, (grès) (OB) dit (de BOGHURI) occupent la région Sud-est de la commune, d'une manière presque uniforme, c'est une série épaisse : degrés grossières à huitres et de grès fins.

- **Marnes brunes (e1b) :**

A lit calcaire marneux jaunâtre, apparaît sous forme de lentille à la limite Sud-Ouest, et près de DRAA DJADIDA au sud de la commune.

- **Marnes bleues noires à boules jaunes (e1) :**

Calcairifère, se situent au Nord de l'oued Kourit près de la rive orientale de l'oued El Mallah.

- **Calcaires marneux à sillons noirs (eW.II) :**

Se présente sous forme d'une bande, longeant à l'Est le faciès de marnes bleu-noir (e1).

✓ **Secondaire :**

- **Argile et marne feuilletées (c8-10) :**

Elles possèdent des lits de calcaires, noirs et des lits minces de microgrès.

Nous avons sur le site deux grandes étendues l'une à la limite Nord-est à l'Est de l'oued Kherza, et une autre longeant la limite Sud-ouest, pénétrant à l'intérieur de la commune, selon une direction Sud-ouest-Nord-est.

- **Marnes grises et calcaires marneux (c 8-9) :**

Ce faciès affleure au Nord de notre site.

- **Iyseh (c 2-1) :**

Lambeau unique à Draa Djadida et Mont El Kherrouba au sud de la commune.

- **Trias (T) :**

Il jalonne les contacts anormaux sous forme de masse de gypse blanc, d'argile barriolée, de bloc de dolomites et de cargneules. (PDAU.REBAIA, 2018)

I.2.6. Séismicité :

La séismicité dans la région de REBAIA est moyenne, des secousses d'intensité IV à IX de degré sur l'échelle de Mercalli ont été enregistrées sur un rayon de 60 km, sans jamais créer des désordres au niveau de la commune, toutefois des règles de sécurité parasismique, doivent être suivies au niveau des ouvrages importants. (PDAU.REBAIA, 2018)

I.2.7. Géotechnique :

L'étude des trois paramètres principaux qui sont les pentes, la géologie, et l'hydrogéologie nous permet grâce au croisement de ces derniers, d'aboutir à un zonage géotechnique qui fera apparaître les plages de terrain avec leurs caractéristiques.

Nous avons pu déterminer quatre classes :

- ✓ une classe favorable ;
- ✓ une classe moyenne ;

- ✓ une classe à, propriété variable ;
- ✓ une classe médiocre à défavorable.

- **La classe favorable ;**

Elle comprend les conglomérats et les grés (mia) pour la pente de 0 à 15%, les marnes et les grés de l'oligocène (OB) pour les pentes de 0 à 10%, les terrasses caillouteuses (q) et les marnes calcaires (2 IV-II).

Les terrains favorables se situent surtout au Nord-Ouest, et au Sud de l'agglomération de RE-BAIA ,l'assise de fondation possède de bonnes caractéristiques mécaniques et géotechnique.les grés ,les cailloutis et les marnes calcaires offrent de bonne possibilités de se fonder sur un substratum sain, à faible profondeur et à faible cout.

- **La classe moyennement favorable ;**

Elle comprend :

- ✚ les alluvions récentes pour les terrains situés en dehors du périmètre du lit de l'oued ;
- ✚ les marnes calcaires (c8-10) pour les pentes de 0 à 15% ;
- ✚ Les marnes et grés (OB) pour les terrains supérieurs à 15%.

Ce sont des terrains à potentialités moyennes. Des précautions doivent être prise pour les alluvions récentes qui sont constituées par des remous sableux plus ou moins argileux, car on constate la présence de gypse (étude CEM-LNTPB) qui pourrait causer des désordres en relations avec des circulations d'eau dans le voisinage immédiat des fondations.

- **La classe médiocre à défavorable :**

Comprend les terrains qui ont de mauvaise caractéristique géotechnique, des terrains pentus, les zones de faibles, les instructions volcaniques du trias et les fonds d'oueds.

Les facies sont :

- ✚ Les alluvions récentes limoneuses de fond d'oued surtout l'oued El Mallah ;
- ✚ Les massifs élevés à près de 1000 m ;
- ✚ Les argiles et les marnes pour les pentes supérieures à 15% ;
- ✚ Les roches métamorphiques et volcaniques.

(PDAU.REBAIA, 2018)

Conclusion :

Les données géographiques, topographiques, climatologie, hydrauliques, et géologiques du site d'étude sont ceux qui orientent notre travail et nous montrent la difficulté du point de vue relief de notre région d'étude.



Chapitre II :

Evaluation de besoin en eau



II.1. Introduction :

L'estimation des besoins en eau de notre agglomération exige de fixer une norme pour chaque catégorie de consommateur. Cette norme unitaire (dotation) est définie en fonction des besoins de chaque consommateur et de la capacité de la ressource.

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

II.2. Evolution démographique :

Le calcul de la population s'inspire pré recensement de 2008.

Pour l'estimation de la population, on utilise la formule de la croissance géométrique :

II.2.1. Répartition de la population résidente de la commune de REBAIA :

Le recensement 2008 d'après l'APC de REBAIA :

Tableau II. N°01 : Répartition de la population.

| Agglomération | Nombre d'habitant actuel |
|--------------------|--------------------------|
| Chef-Lieu | 4 311 |
| Zone Eparsé | 2 251 |
| Total | 6 562 |

(Source : PDAU2016)

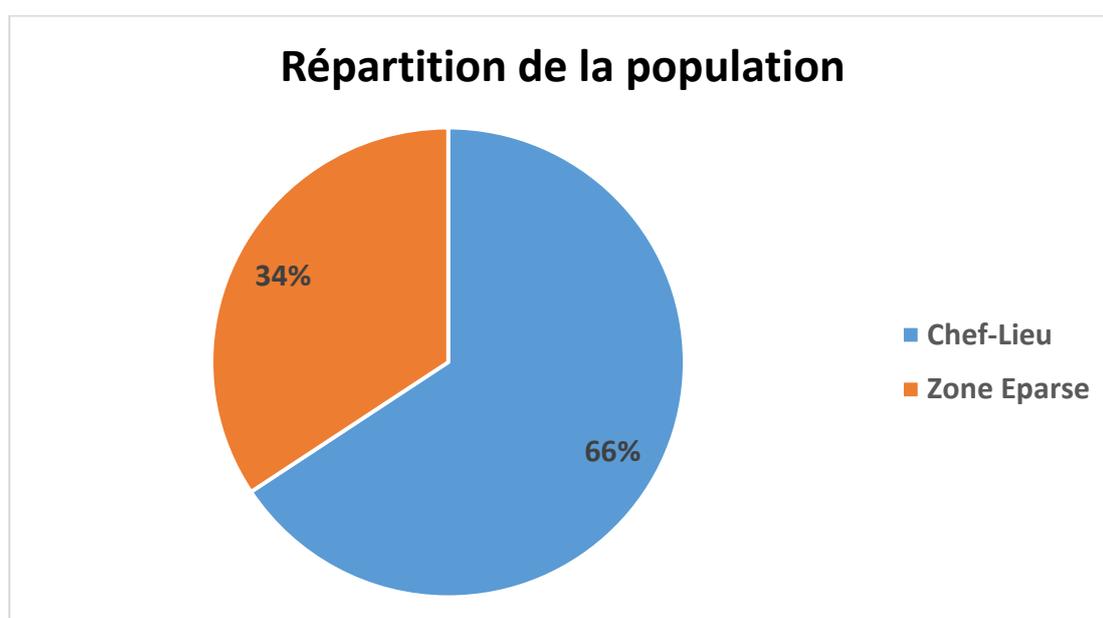


Figure II. N°01 : Répartition de la population de la commune de REBAIA.

II.2.2. Estimation de la population future (Chef-Lieu) :

Pour les calculs d'estimation de la population future, nous utiliserons finalement la formule de l'équation des intérêts composés :

$$P = P_0 \cdot (1+X)^t \quad (\text{II.1})$$

Où :

P : Population à l'horizon d'étude.

P₀ : Population de base (2008).

X : (taux d'accroissement = 1,45 % (Source : PDAU2016)

t : Nombre d'années de différence entre l'année de référence et
L'année considérée.

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau II. N°02 : Population à l'horizon d'étude

| | Recensement 2008 | Actuel 2020 | Court terme 2025 | Horizon 2030 | Moyen terme 2035 | Horizon 2040 | Long terme 2050 |
|---------------------------------|---------------------|----------------|------------------------|-----------------|------------------------|-----------------|-----------------------|
| Taux d'accroissement (%) | | 1,45 | 1,50 | 1,80 | 1,80 | 1,90 | 1,98 |
| Chef-Lieu | 4 311 | 5 124 | 5 553 | 6 383 | 6 979 | 7 873 | 9 819 |
| Zone Eparses | 2 251 | 2 675 | 2 899 | 3 333 | 3 644 | 4 111 | 5 129 |
| Total | 6 562 | 7 799 | 8 452 | 9 716 | 10 623 | 11 984 | 14 948 |

On résume les résultats d'évolution démographique de la commune de REBAIA dans la figure suivante :

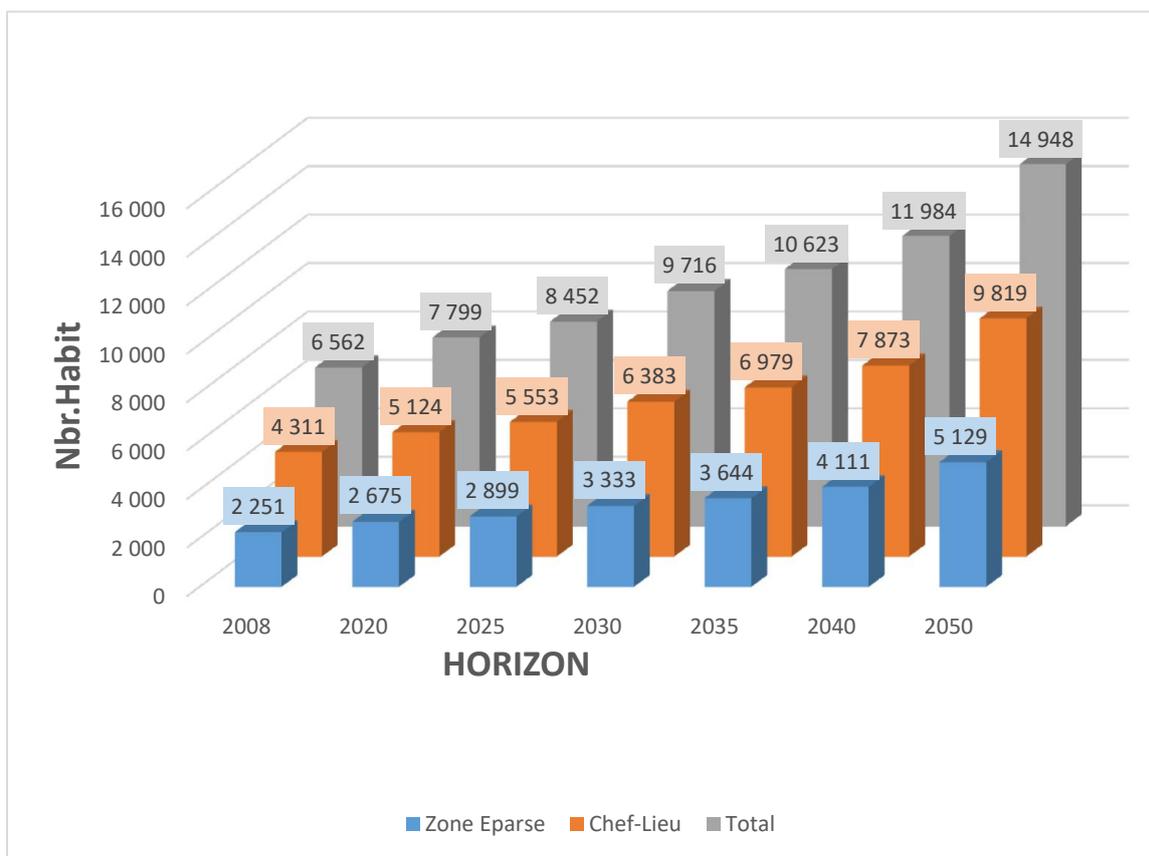


Figure II. N°02 : Evolution Démographique de la commune de REBAIA.

II.3.1. Catégories des besoins :

Vu l'urbanisation, le niveau de vie et le confort que tend à connaître la ville d'REBAIA, il est nécessaire de se pencher sur différentes catégories de besoins telle que :

- Besoins domestiques ;
- Besoins sanitaires ;
- Besoins scolaires ;
- Besoins commerciaux ;
- Besoins socioculturels et sportifs ;
- Besoins publics ;
- Besoins d'arrosages.

II.3.2. Estimation des besoins :

Bien que, dans certains pays, quelques réglementations existent visant à fixer les demandes en eau potable, la quantification rigoureuse de ces demandes repose généralement sur des statistiques. Pour un bon dimensionnement de canalisations on doit d'abord passer par une estimation convenable des besoins en eau de consommation, cette étape nous permet d'éviter le surdimensionnement ou le sous dimensionnement d'une canalisation.

II.3.3. Choix de la norme unitaire de la consommation :

La quantité d'eau nécessaire à l'alimentation d'une agglomération est généralement évaluée 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 c'est à dire la norme moyenne journalière de la consommation en litre par jour et par usager qui 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 ;
- Ressources existantes.

Tableau N° 3 : Normes unitaires de dotation

| Population | Dotation (l/hab/jr) |
|----------------------|---------------------|
| P < 2000 | 125 |
| 2000 < P < 20.000 | 150-200 |
| 20.000 < P < 100.000 | 200-300 |
| P > 100.000 | 300-400 |

Source : B.Salah

Cette norme est fixée à 200 l/j/hab. à long terme et répartie comme suit :

Tableau N° 4 : Normes unitaires de la consommation

| Désignation | Norme unitaire [l/j/hab.] |
|----------------|---------------------------|
| Boisson | 3 à 5 |
| Cuisine | 4 à 5 |
| Lavabo | 8 à 12 |
| Douche | 20 à 30 |
| Baignoire | 100 à 150 |
| Ménage | 3 à 8 |
| Arrosage privé | 30 40 |

II.4. Besoins journaliers moyens :

Les calculs se basent sur la fixation impérative des normes pour chaque horizon.

Le débit moyen journalier au cours de l'année est :

$$Q_{moy j} = \frac{q \times N}{1000} \quad (II.2)$$

Avec ;

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

N : Nombre de consommation [hab.].

q : Norme moyenne journalière de la consommation [l/j/hab].

II.4.1. Besoins domestiques :

Pour le calcul des besoins on a opté à une dotation de **200 l/j/hab**.

Tableau II. N°05 Besoins en eau en question des différents horizons.

| HORIZON | | Recensement 2008 | Actuel 2020 | Court terme 2025 | Horizon 2030 | Moyen terme 2035 | Horizon 2040 | Long terme 2050 |
|---------------------------------|--------------|------------------|----------------|------------------|---------------|------------------|---------------|-----------------|
| Dotation (l/hab/j) | | 150 | | | 200 | | | |
| Débit moy j (m ³ /j) | Chef-Lieu | 646,65 | 768,6 | 1110,6 | 1276,6 | 1395,8 | 1574,6 | 1 764.64 |
| | Zone Eparses | 337,65 | 401,25 | 579,8 | 666,6 | 728,8 | 822,2 | 1 025.8 |
| | Total | 984,3 | 1169,85 | 1690,4 | 1943,2 | 2124,6 | 2396,8 | 2 790. |

Le schéma ci-dessous représente le besoin en eau de la commune de **REBAIA**.

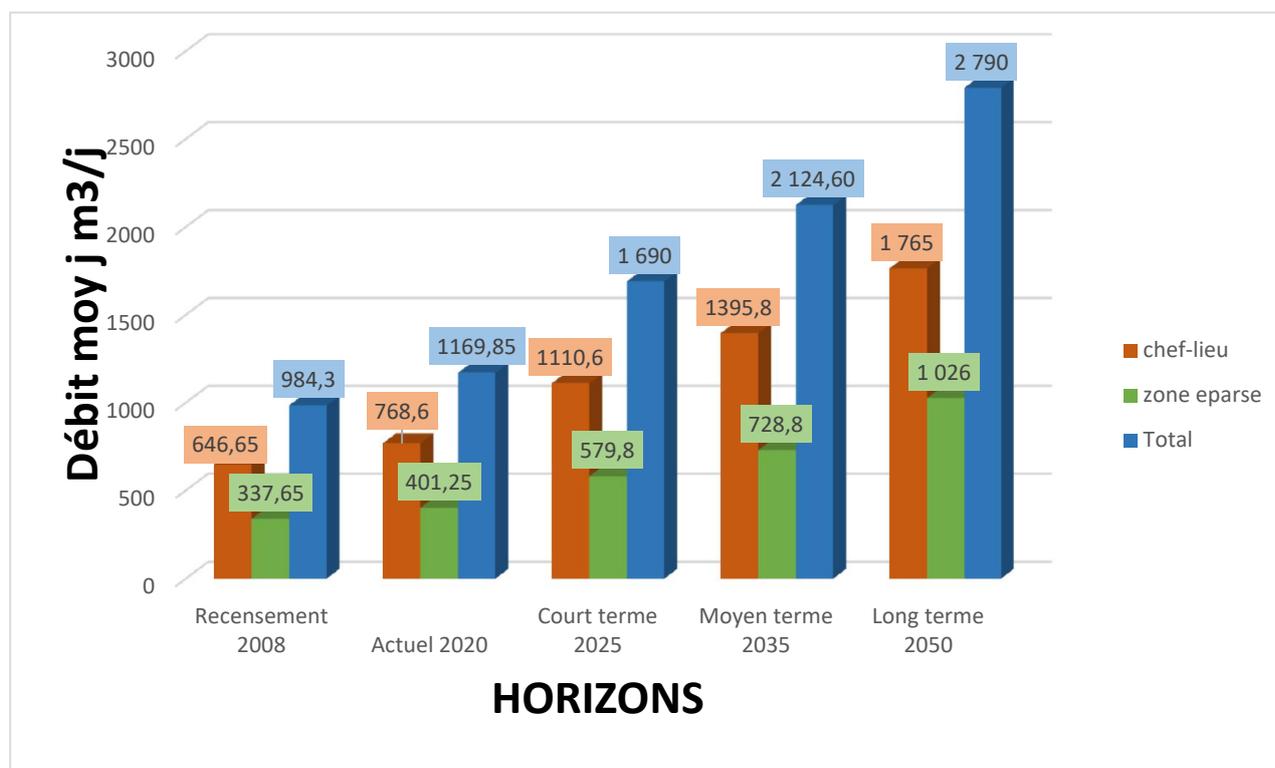


Figure II. N°03 : Graphe représente le besoin en eau de la commune de REBAIA.

II.4.2. Besoins publics :

Le tableau suivant, nous montrons les besoins en eau administratifs.

Tableau II.N°6 : détermination des besoins publics.

| Nature de l'établissement | Surface [m2] | Dotation [l/j/m2] | Consommation moyenne journalière [m3/j] |
|---------------------------|--------------|-------------------|---|
| Centre de santé | 1200 | 5 | 6 |
| Salle de soins (ZE) | 900 | 5 | 4.5 |
| A.P.C | 1000 | 5 | 5 |
| Gendarmerie | 5800 | 5 | 29 |
| 2*Mosquées | 2500 fidèles | 10 | 25 |
| Ecole coranique | 600 élèves | 20 | 12 |
| Bibliothèque | 700 | 5 | 3.5 |
| P.T.T | 350 | 5 | 1.75 |
| Salle polyvalente | 900 | 5 | 4.5 |
| Centre culturel | 1100 | 5 | 5.5 |
| Stade communal | 16 750 | 5 | 83.75 |
| Garde communal | 5 700 | 5 | 28.5 |
| Total | | | 209 |

(Source : APC)

II.4.3. Besoins scolaires :

Le tableau ci-dessous, nous illustre les besoins en eau scolaire comme suite :

Tableau II.N°7 : Détermination des besoins scolaires (CL).

| Nature de l'établissement | Nombre d'élèves | Dotation l/j/élève | Consommation moyenne journalière [m3/j] |
|---------------------------|-----------------|--------------------|---|
| Ecoles | 300 | 30 | 9 |
| Ecoles | 300 | 30 | 9 |
| CEM | 500 | 30 | 15 |
| Total | | | 33 |

(Source : APC)

II.4.4. Besoins commerciaux :

On trouve les besoins en eau commerciaux dans le tableau suivant :

Tableau II.N°8 : Détermination des besoins commerciaux.

| Nature de l'établissement | Nombre d'unité | Dotation L/j/unité | Consommation moyenne journalière [m3/j] |
|---------------------------|----------------|--------------------|---|
| Centre commerciale | 435 | 6 | 2.61 |
| 60 LOCOUT | 1000 | 6 | 6 |
| Commerce privé | 1000 | 6 | 6 |
| Marche hebdomadaire | 1000 | 6 | 6 |
| Total | | | 20.61 |

(Source : APC)

II.4.5. Besoins d'arrosage :

Les besoins en eau d'arrosage dans le tableau ci-dessous :

Tableau II.N° 9 : Détermination des besoins d'arrosage.

| Nature de l'établissement | Superficie (m ²) | Dotation L/j/unité | Consommation moyenne journalière [m ³ /j] |
|---------------------------|------------------------------|--------------------|--|
| Rues | 12000 | 5 | 60 |
| Jardin public | 3000 | 5 | 15 |
| Total | | | 75 |

(Source : APC)

Récapitulation de la bossions en eau des équipements :

Nous montrons les besoins en eau des équipements dans le tableau suivant :

Tableau II.N° 10 : Récapitulation de la bossions en eau des équipements.

| Type de besoins | Consommation moyenne journalière [m ³ /j] |
|-----------------|--|
| Publics | 209 |
| Scolaires | 33 |
| Commerciaux | 20.61 |
| arrosage | 75 |
| Total | 558.85 |

(Source : APC)

II.5. Récapitulation de la consommation en eau moyenne totale :

Après l'étude détaillée des besoins, dressons un tableau récapitulatif pour pouvoir calculer le débit total nécessaire pour alimenter la localité jusqu'à l'horizon.

Tableau II. N° 11 : Récapitulation de la bossions en eau moyenne totale.

| Type de besoins | Consommation moyenne journalière [m ³ /j] | |
|---|--|-----------------|
| | Actuel 2020 | Long Terme 2050 |
| Domestiques | 768.6 | 1 764.64 |
| Equipement | 337.61 | 337.61 |
| Total | 1 106.21 | 2 102.25 |
| Perte (20%) | 221.24 | 420.45 |
| Demande total $Q_{moy j}$ | 1 327.45 | 2522.7 |

Caractéristique de la consommation en eau :

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

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

II.6. Etude des variations des débits :

En raison de l'irrégularité dans la consommation et en tenant compte des fuites qui peuvent avoir lieu, le débit exigé par les consommateurs sera déterminé en affectant au débit moyen journalier un coefficient qui tient compte des pertes et des saisons. Ce dernier représente le coefficient d'irrégularité de la consommation journalière définie comme étant le rapport entre la consommation maximale journalière [$Q_{\max,j}$] et la consommation moyenne journalière [$Q_{\text{moy},j}$].

$$K_{\max,j} = \frac{Q_{\max,j}}{Q_{\text{moy},j}} \quad (\text{II.3})$$

II.6.1. Calcul des consommations journalières maximales :

Le débit maximum journalier est :

$$Q_{\max,j} = Q_{\text{moy},j} K_{\max,j} \quad (\text{II.4})$$

Tel que :

K_j : coefficient d'irrégularité journalière.

$$K_j = 1.1 \div 1.3$$

$K_j = 1.0$ [autres besoins].

Les résultats sont dans le tableau suivant :

Tableau II. N°12 : Besoins maximums en question des différents horizons.

| Nature des Consommations | Débit moyen Journalier $Q_{\text{moy},j}$ [m ³ /j] | | Coefficient d'irrégularité [K_j] | Débit maximum Journalier $Q_{\max,j}$ [m ³ /j] | |
|--------------------------|---|-----------------|--------------------------------------|---|-----------------|
| | Actuel 2020 | Long Terme 2050 | | Actuel 2020 | Long Terme 2050 |
| Total | 1327.45 | 2522.7 | 1.3 | 1725.69 | 3279.52 |

II.6.2. Coefficient d'irrégularité journalière minimale :

Ce coefficient est défini comme étant le rapport entre la consommation journalière minimale et la consommation moyenne journalière, nous permet de déterminer le débit minimum journalier en envisageant une sous consommation en fonction de l'importance de l'agglomération variant entre 0.7 et 0.9.

Donc, on a :

$$K_{\min,j} = \frac{Q_{\min,j}}{Q_{\text{moy},j}} \quad (\text{II.5})$$

II.6.3. Coefficient d'irrégularité horaire :

Le débit moyen subit non seulement des variations journalières ou saisonnières mais aussi des variations horaires :

$$Q_{\text{moy},h} = Q_{\text{max},j}/24 \quad (\text{II.6})$$

Avec :

$Q_{\text{moy},h}$: débit moyen horaire [m³/h].

- Le coefficient d'irrégularité horaire maximale est donné par :

$$K_{\text{max},h} = \alpha_{\text{max}} \cdot \beta_{\text{max}} \quad (\text{II.7})$$

- Le coefficient d'irrégularité horaire minimale est donné par :

$$K_{\text{min},h} = \alpha_{\text{min}} \cdot \beta_{\text{min}} \quad (\text{II.8})$$

Avec :

α : Coefficient qui dépend du niveau des confort des conditions locales et du niveau de développement.

$\alpha_{\text{max}} = 1.2 \div 1.4$; on prend $\alpha_{\text{max}} = 1.3$

$\alpha_{\text{min}} = 0.4 \div 0.6$; on prend $\alpha_{\text{min}} = 0.5$

β : Coefficient qui dépend du nombre d'habitants [population].

Tableau II.N°13 : Les valeurs de β en fonction de la population.

| Nbre d'habitants | 1000 | 1500 | 2000 | 10000 | 20000 | 50000 |
|----------------------|------|------|------|--------------|-------|-------|
| β_{max} | 2 | 1.8 | 1.5 | 1.3 | 1.2 | 1.15 |
| β_{min} | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.6 |

D'après le nombre de la population de **REBAIA** les valeurs de β_{max} et β_{min} Correspondants sont :

$$\beta_{\text{max}} = 1.3$$

$$\beta_{\text{min}} = 0.4$$

Donc : $K_{\text{max},h} = 1.3 \times 1.3 = 1.69$

$$K_{\text{min},h} = 0.5 \times 0.4 = 0.2$$

Donc :

$$K_{\max.h} = 1,69$$

et

$$K_{\min.h} = 0,2$$

(II.9)

II.6.4. Calcul du débit de pointe :

En raison des variations journalière et horaire, il y a lieu d'appliquer au débit moyen un coefficient de majoration à fin d'obtenir le plus fort débit instantané que l'on peut avoir dans une conduite.

Donc, le coefficient de pointe sera égal au produit des deux coefficients journaliers et horaire.

$$K_p = K_j * K_h$$

(II.10)

Avec ;

- K_p : Coefficient de pointe.
- K_j : Coefficient d'irrégularité journalière
- K_h : Coefficient d'irrégularité horaire.

* Pour l'agglomération, on a :

$$K_p = 1.3 \times 1.69$$

$$K_p = 2.2$$

On a :

$$Q_p = Q_{\text{moy.j}} * K_p$$

(II.11)

Avec :

Q_p : débit de pointe.

$Q_{\text{moy.j}}$: débit moyen journalier.

Donc :

Actuel 2020: $Q_p = 1327.45 \times 2.2$

$$Q_p = 2899.15 \text{ M}^3/\text{j}$$

Long Terme 2050 : $Q_p = 2522.7 \times 2.2$

$$Q_p = 5509.58 \text{ M}^3/\text{j}$$

$$Q_p = 120.8 \text{ M}^3/\text{h}$$

$$Q_p = 229.57 \text{ M}^3/\text{h}$$

II.6.5. Calcul de la consommation horaire :

Les conduites devront pouvoir transiter les eaux à plus fort débit instantané, l'heure de pointe est l'heure pour laquelle la consommation est maximale.

Le débit horaire demandé pour chaque groupe de consommation est :

$$Q_h = P\% * Q_{moy.j} / 100 \quad (II.12)$$

Avec ;

Q_h : Débit horaire nécessaire [m³/j]

$P\%$: pourcentage horaire.

Le tableau suivant donne des débits horaires en fonction du nombre d'habitants :

Tableau II.N° 14 : Répartition des débits horaires en fonction du nombre d'habitants.

| Heure | Nombre d'habitants | | | | |
|-------|--------------------|---------------|----------------|----------------|----------------------|
| | Moins de 10000 | 10000 à 50000 | 50000 à 100000 | Plus de 100000 | Agglomération rurale |
| 0-1 | 1 | 1,5 | 3 | 3,35 | 0,75 |
| 01-02 | 1 | 1,5 | 3,2 | 3,25 | 0,75 |
| 02-03 | 1 | 1,5 | 2,5 | 3,3 | 1 |
| 03-04 | 1 | 1,5 | 2,6 | 3,2 | 1 |
| 04-05 | 2 | 2,5 | 3,5 | 3,25 | 2 |
| 05-06 | 3 | 3,5 | 4,1 | 3,4 | 5,5 |
| 06-07 | 5 | 4,5 | 4,5 | 3,85 | 5,5 |
| 07-08 | 6,5 | 5,5 | 4,9 | 4,45 | 5,5 |
| 08-09 | 6,5 | 6,25 | 4,9 | 5,2 | 3,5 |
| 09-10 | 5,5 | 6,25 | 5,6 | 4,05 | 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 | 3 |
| 23-24 | 1 | 1,5 | 3,3 | 3,7 | 1 |

Remarque :

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

Pour notre cas nous choisissons la répartition variant **Moins de 10000 hab.**

Tableau II.N° 15 : variation des débits horaires

| | Consommation total Q max. m ³ /J | | | Courbe de la consommation Cumulée (intégrale) | | |
|-------|--|-------------------|-------------------|--|-------------------|-------------------|
| | % | 2020 | 2050 | % | 2020 | 2050 |
| | | M ³ /h | M ³ /h | | M ³ /h | M ³ /h |
| 0 1 | 1 | 17,26 | 32,8 | 1 | 17,26 | 32,80 |
| 1 2 | 1 | 17,26 | 32,8 | 2 | 34,52 | 65,59 |
| 2 3 | 1 | 17,26 | 32,8 | 3 | 51,78 | 98,39 |
| 3 4 | 1 | 17,26 | 32,8 | 4 | 69,04 | 131,18 |
| 4 5 | 2 | 34,51 | 65,6 | 6 | 103,55 | 196,77 |
| 5 6 | 3 | 51,77 | 98,39 | 9 | 155,32 | 295,16 |
| 6 7 | 5 | 86,28 | 163,98 | 14 | 241,6 | 459,13 |
| 7 8 | 6,5 | 112,17 | 213,17 | 20,5 | 353,77 | 672,30 |
| 8 9 | 6,5 | 112,17 | 213,17 | 27 | 465,94 | 885,47 |
| 9 10 | 5,5 | 94,91 | 180,37 | 32,5 | 560,85 | 1065,84 |
| 10 11 | 4,5 | 77,66 | 147,58 | 37 | 638,51 | 1213,42 |
| 11 12 | 5,5 | 94,91 | 180,37 | 42,5 | 733,42 | 1393,80 |
| 12 13 | 7 | 120,8 | 229,57 | 49,5 | 854,22 | 1623,36 |
| 13 14 | 7 | 120,8 | 229,57 | 56,5 | 975,02 | 1852,93 |
| 14-15 | 5,5 | 94,91 | 180,37 | 62 | 1069,93 | 2033,30 |
| 15-16 | 4,5 | 77,66 | 147,58 | 66,5 | 1147,59 | 2180,88 |
| 16-17 | 5 | 86,28 | 163,98 | 71,5 | 1233,87 | 2344,86 |
| 17-18 | 6,5 | 112,17 | 213,17 | 78 | 1346,04 | 2558,03 |
| 18-19 | 6,5 | 112,17 | 213,17 | 84,5 | 1458,21 | 2771,19 |
| 19-20 | 5 | 86,28 | 163,98 | 89,5 | 1544,49 | 2935,17 |
| 20-21 | 4,5 | 77,66 | 147,58 | 94 | 1622,15 | 3082,75 |
| 21-22 | 3 | 51,77 | 98,39 | 97 | 1673,92 | 3181,13 |
| 22-23 | 2 | 34,51 | 65,59 | 99 | 1708,43 | 3246,72 |
| 23-24 | 1 | 17,26 | 32,8 | 100 | 1725,69 | 3279,52 |
| total | 100 | 1 725,69 | 3 279,52 | | | |

Le débit de **pointe horaire** Q_{maxh} pour la commune de **REBAIA** est de **120,8 m³/h** et **229,57m³/h** survient entre midi et 14h.

Le diagramme suivant représente la consommation en eau de l'agglomération horizon 2050

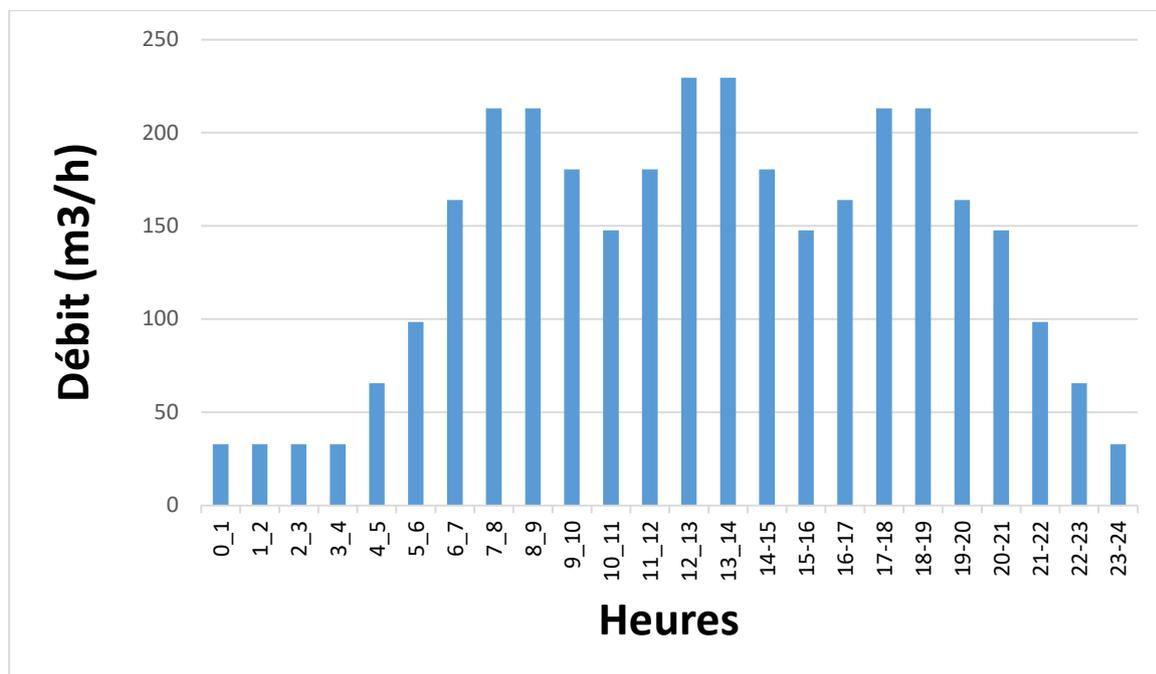


Figure II.N° 4 : diagramme à barres représentant la consommation en eau

La courbe suivante représente la variation de débit maximum journalier (2050)

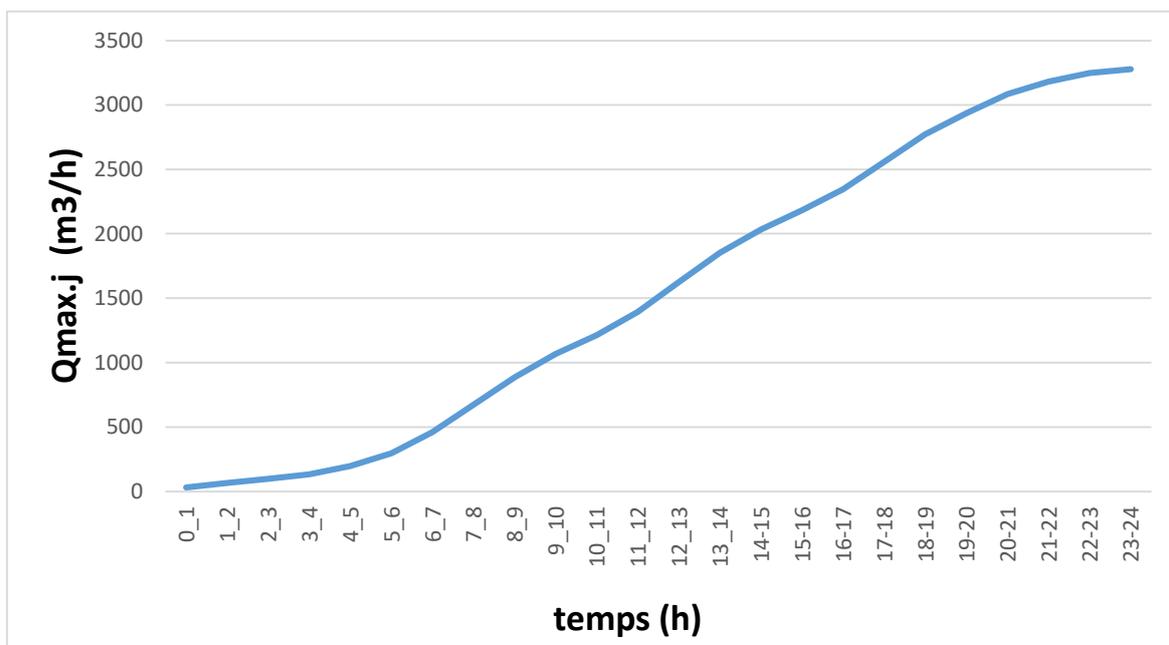
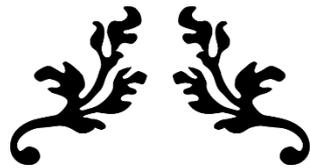


Figure II. N°5 : Variation de débit maximum journalier (HORIZON 2050)

Conclusion :

D'après nos calculs, on a trouvé que le nombre de la population de REBAIA a pratiquement doublé à l'horizon d'étude ainsi que la consommation maximale journalière.

Nous allons faire dans le chapitre qui suit le diagnostic de réseau existant.



Chapitre III :

Diagnostic du réseau existant



III.1. Introduction :

L'objet de ce diagnostic est de vérifier l'état du système de distribution en eau de la ville de **REBAIA**, et la détermination des points faibles de ce dernier.

Le système d'alimentation en eau s'organise partir d'une station de traitement exploitant le barrage d'**OUED R'HOUB**, des anciens puits qui alimentaient la ville, mais actuellement abandonnés, La demande est régulée par une station de pompage et des réservoirs, qui desservent la totalité des abonnés au réseau de distribution d'eau.

III.2. Descriptif de la structure d'alimentation en eau potable :

Actuellement la commune de **REBAIA** est alimentée principalement par des eaux superficielles venants de la station de traitement du barrage **OUED R'HOUB**. Les eaux souterraines ne sont plus mobilisées depuis la mise en service de l'adduction du barrage.

Donc le système d'adduction en eau potable de la commune de **REBAIA** est actuellement composé par quatre importants parte cités comme suite :

- ✓ **Adduction à partir des puits (abandonnée).**
- ✓ **Adduction principale pour alimenter la ville de REBAIA à partir de barrage d'OUED R'HOUB.**
- ✓ **Adduction secondaire pour alimenter des zones éparses.**
- ✓ **Adduction à partir de système K-ACERDONE en coure de lancement.**

III.3. Les ressources :

III.3.1. Les ressources superficielles :

La ville de **REBAIA** est actuellement alimentée par barrage **OUED R'HOUB**. Du côté sud-ouest de la commune, Ce dernier lâche ses eaux gravitairement vers la station de traitement qui refoule ses eaux à travers la conduite d'adduction vers la station de pompage **SP KRIMA** qui refoule à son tour vers les réservoirs de stockages, trois (03) réservoirs de capacité **200, 100, et 50m3**.

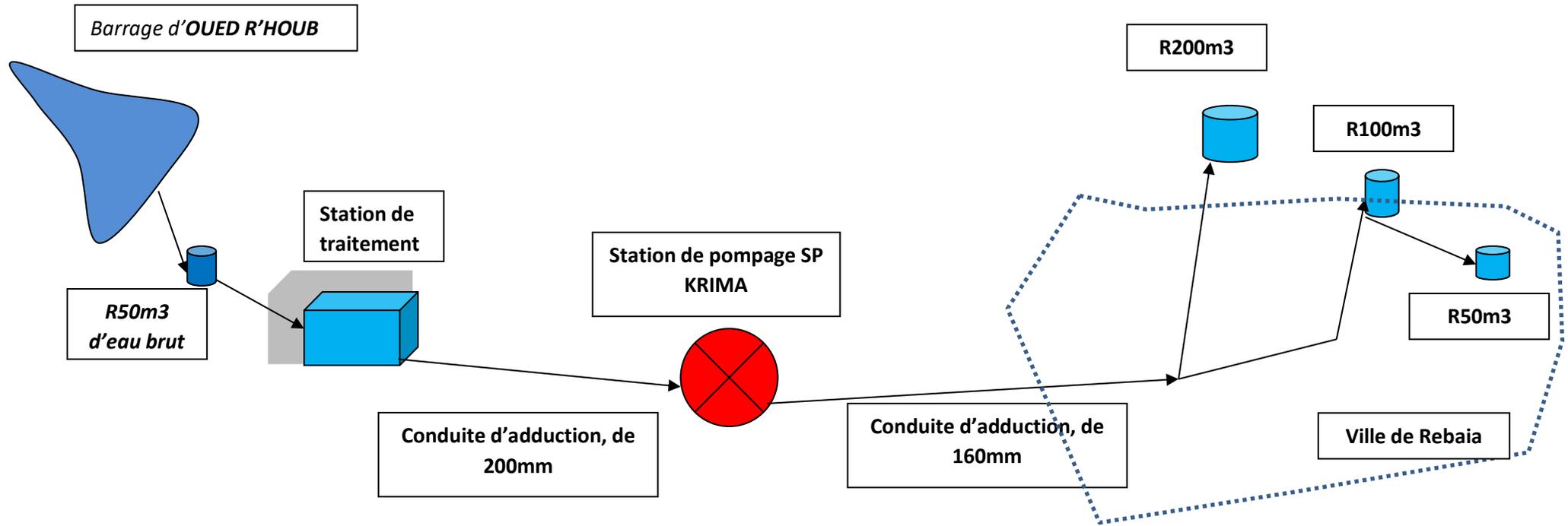


Figure III.1 : Synoptique des conduits d'adduction



Figure III.2 : Barrage d'OUED R'HOUB ; Un barrage, de **10 m** de hauteur au-dessus du lit, qui donne origine à une retenue de **900000m³** de volume **75%** de vieillissement.

Tableau III.N° 1 : Evolution de la Production en eaux de barrage

| VOLUMES DES EAUX | M3/mois | M3/j |
|--|----------------|-------------|
| Station de traitement (Barrage d'OUED R'HOUB) | 18 000 | 600 |

(Source : ADE Berrouaghia)

On remarque que la ressource des eaux de surface représente de la production totale (100%).



Figure III.3 : Chambre de vanne 01.



Figure III.4 : Réservoir d'eau brut.

III.3.2. Les ressources souterraines :

Les caractéristiques de ces puits sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau III.N° 2 : Les caractéristiques des puits.

| Puits | Coordonnées (Km) | | Remarque | Recommandation |
|-------|---|------------|---|---|
| | Système de référence : la carte d'ALGERIE «BENI SLIMANE» échelle 1/50 000: NJ-31-IV-7 OUEST | | | |
| P1 | X=512.760 | Y=3987.778 | Eau salée. Débit faible Installation abandonnée | - |
| P2 | X=512.836 | Y=3987.546 | Les équipements sont en mauvais état. Débit faible Installation abandonné | Entretien et réhabiliter |
| P3 | X=512.766 | Y=3897.498 | Rendement nul Installation abandonné | Faire une étude sur le potentiel de développement |

(Source : ADE Berrouaghia)

Donc le débit d'exploitation de ces puits est actuellement nul. Tous les puits sont inexploités.



Figure III.5 : Puit P01. Abandonné.



Figure III.6 : Puit P02. Abandonné



Figure III.7 : Puit P03. Abandonné

III.4. La Station de Traitement :

Situé à l'aval de Barrage d'Oued R'HOUB de REBAIA, à 08 km de chef-lieu de la commune, par les coordonnées géographiques suivantes (système de référence : la carte d'ALGERIE échelle 1/50 000 « BENI SLIMANE » : NJ-31-IV-7 OUEST) (X=508549m, Y=3981481m, Z=853m), pour alimenter la commune.



Figure III.8 : Une station de traitement mono bloc, de 10 l/s de capacité

III.5. La Station de Pompage KRIMA :

Situé au bord de la chemine de wilaya CW64 REBAIA, à 3.2 km de chef-lieu de la commune, par les coordonnées géographiques suivantes (système de référence : la carte d'ALGERIE échelle 1/50 000 « BENI SLIMANE » : NJ-31-IV-7 OUEST) (X=509.340Km, Y=3985.822Km, Z=831m), pour alimenter les réservoirs de stockage.



Figure III.9 : Bâche d'eau 50 m³ de la station de pompage SP KRIMA. Manque mur de clôture.



Figure III.10 : Station de pompage SP KRIMA. Manque mur de clôture

Tableau III.N°3 : Caractéristique de la Station de Pompage

| | |
|---|-------------------------------|
| Débit | 10 l/s |
| Longueur de conduite d'adduction | 4,46 km |
| Diamètre de la conduite | 160 mm |
| Nombre total de pompes | 2(1 de service, 1 de secours) |
| Hauteur manométrique de refoulement (variable selon les débits) | 50 m |

(Source : ADE Berrouaghia)

III.6. Diagnostic des ouvrages de stockage :

Le stockage de l'eau potable de la ville de **REBAIA** est assuré par trois (03) réservoirs semi enterrés cités comme suite :

Tableau III. N° 4 : Les caractéristiques des réservoirs.

| Réservoir | Coordonnée (Km) | | Z (m) | Remarque |
|-------------|-----------------|----------|-------|---------------------------|
| | X | Y | | |
| R200 | 511.916 | 3987.397 | 856 | Manque mur de clôture |
| R100 | 512.472 | 3987.410 | 824 | Des branchements Elicites |
| R50 | 512.686 | 3897.444 | 805 | |

(Source : ADE Berrouaghia)

Tous les réservoirs circulaires sont semi enterrés à parois latérales en béton armé.

Réservoir 200 m³ :

Assure la distribution en eau potable de la zone haute et est de REBAIA et quarte **EL-KTIFAT**, il est équipé des conduites suivantes :

- ✓ **Conduite d'arrivée de DN110 en PEHD.**
- ✓ **Conduite de distribution de DN160 en PEHD.**
- ✓ **Conduite de trop plein de DN150 en acier.**
- ✓ **Conduite de vidange de DN150 en acier.**



Figure III.11 : Réservoir R200 avec un mur fissuré qui engendre des fuites.
et manque mur de clôture



Figure III.12 : Conduite d'adduction vers R200, PEHD de 110mm de diamètre et de 636 ml de longueur. **En mauvaise état.**

Réservoir 100 m³ :

Assure la distribution en eau potable de la zone centre-ville de REBAIA et quarte EL-ESSANA OUBAR, il est équipé des conduites suivantes :

- ✓ Conduite d'arrivée de DN160 en PEHD.
- ✓ Conduite de distribution de DN160 en PEHD.
- ✓ Conduite de trop plein de DN150 en acier.
- ✓ Conduite de vidange de DN150 en acier.



Figure III.13 : Branchements illicites dans la conduite de vidange de R100.



Figure III.15 Chambre des vannes de R100.

Figure III.14 : R100 M³ avec un mur fissuré qui engendre des fuites

Réservoir 50 m³ :

Il est le plus ancien et assure la distribution en eau potable de la zone ancienne ville de REBAIA, il est équipé des conduites suivantes :

- ✓ Conduite d'arrivée de DN90 en PEHD.
- ✓ Conduite de distribution de DN110 en PEHD.
- ✓ Conduite de trop plein de DN110 en acier.
- ✓ Conduite de vidange de DN110 en acier.

Par contre il contient au niveau de ses parois des petites cassures qui engendrent des fuites.

III.7. Descriptif du système de conduites :**III.7.1. L'adduction :**

Trois (03) conduites d'adduction ont été recensées, La gamme de diamètres se situe entre 200 mm et 90 mm. Les types des conduites rencontrés sont : l'acier galvanisé et PEHD, Linéaire total est de **27306 ml**, comprenant notamment une station de refoulement. Il se décompose de la manière suivante :

Tableau III.N° 5 : Description du réseau d'adduction.

| Adduction | Nœud de départ | Nœud d'arrivée | Nature (diamètre en mm) | Linéaire (ml) |
|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------------|--------------------------|
| PRINCIPALE | Barrage | Chambre des vannes 01 | PEHD Ø110 mm | 72 ml |
| | Chambre des vannes | R50m3 d'eau brut | PVC Ø110 mm | 84 ml |
| | R50m3 d'eau brut | Station de Traitement | PVC Ø110 mm | 96 ml |
| | Station de Traitement | Station de pompage | PVC Ø200 mm | 4 550 ml |
| | Station de pompage | Chambre des vannes 02 | PEHD Ø160 mm | 3 155 ml |
| | Chambre des vannes 02 | Chambre des vannes 03 | PEHD Ø160 mm | 487 ml |
| | Chambre des vannes 03 | Chambre des vannes 04 | PEHD Ø110 mm | 553 ml |
| | Chambre des vannes 02 | Réservoir R200 | PEHD Ø110 mm | 636 ml |
| | Chambre des vannes 03 | Réservoir R100 | PEHD Ø160 mm | 147 ml |
| | Réservoir R100 | Réservoir R50 | PEHD Ø90 mm | 307 ml |
| ABANDONNEE | AIN SEBAA | Réservoir R50 | AG Ø80 mm | 895 ml |
| | PUIT P1 | PUIT P3 | AG Ø80 mm | 285 ml |
| | PUIT P2 | PUIT P3 | AG Ø40 mm | 83 ml |
| | PUIT P3 | Réservoir R50 | AG Ø80 mm | 105 ml |
| | Réservoir R50 | Réservoir R100 | AG Ø80 mm | 237 ml |
| Linéaire total des adductions | | | | 11694 ml |

(Source : ADE Berrouaghia)



Figure III.16 : Conduite de PEHD 160mm de diamètre et de 3 155 ml de longueur, reliant la station de pompage **SP KRIMA** à Chambre des vannes 02. **En mauvaise état.**



Figure III.17 : Conduite d'adduction vers R200, PEHD de 110mm de diamètre et de 636 ml de longueur. **En mauvaise état.**

Le tableau suivant récence les linéaires des tronçons des conduites d'adduction :

Tableau III.N° 6 : Répartition linéaire du réseau d'adduction par nature de matériau

| N° | Nature | Linéaire (ml) | Répartition % |
|--------------|-------------------------|------------------|---------------|
| 01 | Acier galvanise Ø 80 mm | 1 542 ml | 13,19 |
| 02 | Acier galvanise Ø 40 mm | 83 ml | 0,71 |
| 03 | PVC Ø 200 mm | 4 550 ml | 38,91 |
| 04 | PEHD Ø 160 mm | 3 789 ml | 32,40 |
| 05 | PEHD Ø 110 mm | 1 423 ml | 12,17 |
| 05 | PEHD Ø 90 mm | 307 ml | 2,62 |
| Total | | 11 694 ml | 100 |

(Source : ADE Berrouaghia)

Remarque :

Les conduites d'adduction en acier galvanise ne sont pas en service comme le mentionnent les tableaux ci-dessous

III.7.2. Le réseau de distribution :

Le réseau de distribution de la ville d'REBAIA couvre pratiquement la totalité de la ville, et il est de type mixte maillé et ramifié.

Ce réseau a été réalisé au fur et à mesure du développement et de l'extension de la ville, sur une longueur totale de **7 466 ml**.

L'état du réseau de distribution ainsi que les caractéristiques de tous les tronçons sont représentés dans le tableau et les images suivants :



Figure III.18 : Conduite de distribution de 160mm de diamètre, R200, vers nœud N72. En bonne état.



Figure III.19 : Conduite de distribution de 160mm de diamètre, R200, vers nœud N1. En bonne état.



Figure III.20 : Conduite d'arrivée PVC110 R200 En mauvaise état.



Figure III.21 : Fuite à la Conduite de distribution R100.



Figure III.22 : Les Conduites de R50.



Figure III.23 : Branchement de distribution R50.

Tableau III.N° 7 : Répartition linéaire du réseau de distribution par nature de matériau

| N° du tronçon | Tronçon | | Diamètre DN mm | Longueur en ml | Matériaux de la conduite | état de la conduite |
|---------------|---------|----|----------------|----------------|--------------------------|---------------------|
| | du | au | | | | |
| 1 | 0 | 1 | 160 | 630 | PEHD | Bon état |
| 2 | 3 | 6 | 110 | 177 | PVC | Mauvais état |
| 3 | 1 | 13 | 90 | 284 | PVC | Mauvais état |
| 4 | 0 | 72 | 160 | 650 | PEHD | Bon état |
| 5 | R100 | 16 | 160 | 145 | PEHD | Bon état |
| 6 | 16 | 23 | 110 | 229 | PVC | Mauvais état |
| 7 | 23 | 28 | 90 | 330 | PVC | Mauvais état |
| 8 | 28 | 33 | 90 | 274 | PVC | Mauvais état |
| 9 | 33 | 18 | 90 | 203 | PVC | Mauvais état |
| 10 | 27 | 38 | 90 | 213 | PVC | Mauvais état |
| 11 | 28 | 49 | 90 | 305 | PVC | Mauvais état |
| 12 | 17 | 75 | 90 | 215 | PVC | Mauvais état |
| 13 | R50 | 55 | 110 | 95 | PVC | Mauvais état |
| 14 | 55 | 65 | 160 | 407 | PVC | Mauvais état |
| 15 | 55 | 63 | 160 | 233 | PVC | Mauvais état |

(Source : ADE Berrouaghia)

III.7.3. Autres pièces :

D'après l'enquête et le sondage effectué au niveau de la zone d'étude, le nombre total des pièces spéciales :

Tableau III.N° 8 : Les pièces spéciales du réseau d'adduction et de distribution

| Pièce | Nombre | Etat |
|------------------------|--------|----------|
| Vannes d'adduction | 4 | Bon état |
| Vannes de distribution | 12 | Bon état |
| Vanne de vidange | 3 | Bon état |
| Venteuses | - | - |
| Poteau d'incendie | - | - |

(Source : ADE Berrouaghia)



Figure III.24 : Vanne de vidange au la Conduite d'adduction de 200mm. En bonne état.



**Figure III.25 : Vanne de branchement au niveau de la Conduite d'adduction de 200mm.
Fraction Oulad SAYFIA, En bonne état.**



Figure III.26 : Chambre de vanne 02. En bonne état.



Figure III.27 : Vannes de distribution R200.



Figure III.28 Vannes de distribution R200 vers nœud N72. En bonne état.



Figure III.29 : Vannes de distribution R200 , vers nœud N1 En bonne état.



Figure III.30 : Chambre de vanne03. En bonne état



Figure III.31 : Les vannes de distribution R100.





Figure III.32 : Les vannes de distribution R50.



Figure III.33 : Chambre de vanne 03. En bonne état



Figure III.34 : Vannes de distribution N55.

Remarque :

Avant tout chose, il fallait disposer d'un système d'information sur le transfert d'ordre chronologique quantitative et également d'ordre temporelle qualitative surtout à l'entrée de barrage d'OUED R'HOUB.

Afin de maintenir une durée de vie de ces canalisations il est indispensable de réhabiliter les dispositifs de protection cathodique et faire le suivi préventif de cette dernière en chargeant un service ou un organisme pour des contrôles périodiques.

Les défaillances existantes sont les suivantes :

- La nature des conduites (PVC).
- Les fuites au niveau des réservoirs.
- Les conduites en PVC présentent des fuites.
- Manque d'entretien.
- Les fuites au niveau des branchements.
- Les bouches d'incendie et les robinets vanne sont corrodés et le nombre est très limité.

III.8. Bilans hydrauliques :

Le bilan hydraulique a pour but de connaître, lors d'une période déterminée, l'état du réseau au moyen de plusieurs indicateurs techniques, d'en déterminer, les points sensibles et les anomalies. Il permet également de définir et d'orienter les solutions d'amélioration du fonctionnement du réseau.

A partir du volume d'eau produit par les ouvrages des productions, et selon le mode de distribution aux abonnés.

III.8.1. Diagnostic hydraulique :

Dans cette partie, on va vérifier les diamètres des tronçons en fonction les vitesses et les pressions au niveau des tronçons et nœuds ; pour un bon fonctionnement du système d'alimentation.

III.8.1.1. Calcul hydraulique du réseau actuel et en long terme :

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

- On détermine la longueur de chaque tronçon du réseau.
- On calcule les débits en route pendant les heures considérées (l'heure de pointe).
- On détermine le débit spécifique en considèrent les débits en route.

Sachant le débit spécifique ; on détermine les débits supposés concentrés aux nœuds.

Calcul des débits :

Dans notre projet, on fait une simulation.

- **Détermination du débit spécifique :**

Défini comme étant le rapport entre le débit de pointe et la somme des longueurs des tronçons du réseau, on suppose que les besoins domestiques sont uniformément répartis sur toute la longueur du réseau :

$$Q_{sp} = Q_{\text{pointe}} / \sum L_i$$

(III.1)

Q_{pointe} : débit de pointe (l/s).

Q_{sp} : débit spécifique (l/s/m).

$\sum L_i$: Somme des longueurs du tronçon (m).

Tableau III.N°9 : Détermination de débit spécifique

| | | |
|-----------------|------------------------------|---------|
| Heure de pointe | Q _{Pointe} (l/s) | 33,55 |
| | | 63,77 |
| | $\sum_{i=1}^{n=100} L_i$ (m) | 7466 |
| | q _{sp} (l/s/m) | 0,00449 |
| | | 0,00854 |

- **Calcul des débits en route :**

Le débit en route se définit comme étant le débit réparti uniformément le long d'un tronçon de réseau le débit en route est donné par la formule suivante :

Avec :

$$Q_{ri} = Q_{sp} * L_i \quad (III.2)$$

Q_{ri} : débit en route dans le tronçon i (l/s).

Q_{sp} : débit spécifique (l/s/m).

L_i : longueur du tronçon (m).

- **Détermination des débits nodaux :**

C'est le débit concentré en chaque point de jonction des conduites du réseau, il est déterminé comme suit :

$$Q_{ni} = 0.55 \sum Q_{ri-k} + \sum Q_{ci} \quad (III.3)$$

Où :

Q_{ni} : débit au nœud i (l/s).

$\sum Q_{ri-k}$: la somme des débits en route des tronçons reliés au nœud i (l/s).

$\sum Q_{ci}$: la somme des débits concentrés au nœud i (l/s).

III.8.1.1.a. cas de pointe :

Les tableaux suivants représentent les débits aux nœuds de R200, R100 et R50 (cas actuel) :

Tableau III.N°10 : détermination des débits aux nœuds (R200) (cas de pointe)

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Qsp (l/s/m) | Q _r (l/s) | 0.55Q _r (l/s) | Q _n (l/s) |
|-------------------|-----------------------|--------------|-------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| N _{R200} | N _{R200} -1 | 630 | 0,00445 | 2,804 | 1,402 | 2,849 |
| | N _{R200} -72 | 650 | | 2,893 | 1,447 | |
| 1 | 1-N _{R200} | 630 | | 2,804 | 1,402 | 2,189 |
| | 01-02 | 106 | | 0,463 | 0,232 | |
| | 01-12 | 254 | | 1,110 | 0,555 | |
| 2 | 02-01 | 106 | | 0,463 | 0,232 | 0,498 |
| | 02-03 | 84 | | 0,367 | 0,184 | |
| | 02-07 | 38 | | 0,166 | 0,083 | |
| 3 | 03-02 | 84 | | 0,367 | 0,184 | 0,424 |
| | 03-04 | 72 | | 0,315 | 0,157 | |
| | 03-08 | 38 | | 0,166 | 0,083 | |
| 4 | 04-03 | 72 | | 0,315 | 0,157 | 0,564 |
| | 04-05 | 80 | | 0,350 | 0,175 | |
| | 04-09 | 40 | | 0,175 | 0,087 | |
| | 04-10 | 66 | | 0,288 | 0,144 | |
| 5 | 05-04 | 80 | | 0,350 | 0,175 | 0,441 |
| | 05-06 | 25 | | 0,109 | 0,055 | |
| | 05-11 | 97 | | 0,424 | 0,212 | |
| 6 | 06-05 | 25 | | 0,109 | 0,055 | 0,055 |
| 7 | 07-02 | 38 | | 0,166 | 0,083 | 0,083 |
| 8 | 08-03 | 38 | 0,166 | 0,083 | 0,083 | |
| 9 | 09-04 | 40 | 0,175 | 0,087 | 0,087 | |
| 10 | 10-04 | 66 | 0,288 | 0,144 | 0,144 | |
| 11 | 11-05 | 97 | 0,424 | 0,212 | 0,212 | |
| | 12-01 | 254 | 1,110 | 0,555 | 0,621 | |
| 12 | 12-13 | 30 | 0,131 | 0,066 | | |
| | 13 | 13-12 | 30 | 0,131 | 0,066 | 0,389 |
| 13-14 | | 88 | 0,385 | 0,192 | | |
| 13-15 | | 60 | 0,262 | 0,131 | | |
| 14 | 14-13 | 88 | 0,385 | 0,192 | 0,192 | |
| 15 | 15-13 | 60 | 0,262 | 0,131 | 0,131 | |
| 72 | 72-R200 | 650 | 2,841 | 1,420 | 1,420 | |

Tableau III.N°11 : détermination des débits aux nœuds (R100) (cas de pointe)

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Q _{sp} (l/s/m) | Q _r (l/s) | 0,55Q _r (l/s) | Q _n (l/s) |
|----------|-------------|--------------|-------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| 16 | 16-17 | 20 | 0,00445 | 0,089 | 0,045 | 0,930 |
| | 16-31 | 398 | | 1,771 | 0,886 | |
| 17 | 17-16 | 20 | | 0,089 | 0,045 | 0,532 |
| | 17-18 | 54 | | 0,240 | 0,120 | |
| | 17-74 | 165 | | 0,734 | 0,367 | |
| 18 | 18-17 | 54 | | 0,240 | 0,120 | 0,392 |
| | 18-19 | 25 | | 0,111 | 0,056 | |
| | 18-35 | 97 | | 0,432 | 0,216 | |
| 19 | 19-18 | 25 | | 0,111 | 0,056 | 0,296 |
| | 19-20 | 37 | | 0,165 | 0,082 | |
| | 19-35 | 71 | | 0,316 | 0,158 | |
| 20 | 20-19 | 37 | | 0,165 | 0,082 | 0,287 |
| | 20-21 | 26 | | 0,116 | 0,058 | |
| | 20-34 | 66 | | 0,294 | 0,147 | |
| 21 | 21-20 | 26 | | 0,116 | 0,058 | 0,278 |
| | 21-22 | 22 | | 0,098 | 0,049 | |
| | 21-36 | 77 | | 0,343 | 0,171 | |
| 22 | 22-21 | 22 | | 0,098 | 0,049 | 0,318 |
| | 22-23 | 44 | | 0,196 | 0,098 | |
| | 22-37 | 77 | | 0,343 | 0,171 | |
| 23 | 23-22 | 44 | | 0,196 | 0,098 | 0,429 |
| | 23-30 | 54 | | 0,240 | 0,120 | |
| | 23-24 | 95 | | 0,423 | 0,211 | |
| 24 | 24-23 | 95 | | 0,423 | 0,211 | 0,605 |
| | 24-40 | 138 | | 0,614 | 0,307 | |
| | 24-25 | 39 | | 0,174 | 0,087 | |
| 25 | 25-24 | 39 | | 0,174 | 0,087 | 0,414 |
| | 25-26 | 90 | 0,401 | 0,200 | | |
| | 25-38 | 57 | 0,254 | 0,127 | | |
| 26 | 26-25 | 90 | 0,401 | 0,200 | 0,487 | |
| | 26-27 | 71 | 0,316 | 0,158 | | |
| | 26-39 | 58 | 0,258 | 0,129 | | |
| 27 | 27-26 | 71 | 0,316 | 0,158 | 0,507 | |
| | 27-28 | 35 | 0,156 | 0,078 | | |
| | 27-39 | 122 | 0,543 | 0,271 | | |

Tableau III.N°12 : détermination des débits aux nœuds (R100) (la suite)

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Qsp (l/s/m) | Q _r (l/s) | 0,55Q _r (l/s) | Q _n (l/s) |
|----------|-------------|--------------|-------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| 28 | 28-27 | 35 | 0,00445 | 0,156 | 0,078 | 0,808 |
| | 28-29 | 75 | | 0,334 | 0,167 | |
| | 28-47 | 253 | | 1,126 | 0,563 | |
| 29 | 29-28 | 75 | | 0,334 | 0,167 | 0,345 |
| | 29-31 | 50 | | 0,223 | 0,111 | |
| | 29-44 | 30 | | 0,134 | 0,067 | |
| 30 | 30-23 | 54 | | 0,240 | 0,120 | 0,120 |
| 31 | 31-29 | 50 | | 0,223 | 0,111 | 1,126 |
| | 31-32 | 58 | | 0,258 | 0,129 | |
| | 31-16 | 398 | | 1,771 | 0,886 | |
| 32 | 32-31 | 58 | | 0,258 | 0,129 | 0,427 |
| | 32-33 | 90 | | 0,401 | 0,200 | |
| | 32-39 | 44 | | 0,196 | 0,098 | |
| 33 | 33-32 | 90 | | 0,401 | 0,200 | 0,510 |
| | 33-34 | 72 | | 0,320 | 0,160 | |
| | 33-38 | 30 | | 0,134 | 0,067 | |
| | 33-41 | 37 | | 0,165 | 0,082 | |
| 34 | 34-33 | 72 | | 0,320 | 0,160 | 0,383 |
| | 34-35 | 34 | | 0,151 | 0,076 | |
| | 34-20 | 66 | | 0,294 | 0,147 | |
| 35 | 35-34 | 34 | | 0,151 | 0,076 | 0,449 |
| | 35-18 | 97 | | 0,432 | 0,216 | |
| | 35-19 | 71 | | 0,316 | 0,158 | |
| 36 | 36-21 | 77 | | 0,343 | 0,171 | 0,171 |
| 37 | 37-22 | 77 | | 0,343 | 0,171 | 0,171 |
| 38 | 38-25 | 57 | | 0,254 | 0,127 | 0,398 |
| | 38-33 | 30 | | 0,134 | 0,067 | |
| | 38-39 | 92 | | 0,409 | 0,205 | |
| 39 | 39-38 | 92 | | 0,409 | 0,205 | 0,703 |
| | 39-27 | 122 | | 0,543 | 0,271 | |
| | 39-26 | 58 | 0,258 | 0,129 | | |
| | 39-32 | 44 | 0,196 | 0,098 | | |
| 40 | 40-24 | 138 | 0,614 | 0,307 | 0,307 | |

Tableau III.N°13 : détermination des débits aux nœuds (R100) (la suite)

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Qsp (l/s/m) | Qr (l/s) | 0.55Qr (l/s) | Qn |
|----------|-------------|--------------|-------------|----------|--------------|-------|
| 41 | 41-33 | 37 | 0,00445 | 0,165 | 0,082 | 0,414 |
| | 41-42 | 24 | | 0,107 | 0,053 | |
| | 41-43 | 125 | | 0,556 | 0,278 | |
| 42 | 42-41 | 24 | | 0,107 | 0,053 | 0,053 |
| 43 | 43-41 | 125 | | 0,556 | 0,278 | 0,278 |
| 44 | 44-29 | 30 | | 0,134 | 0,067 | 0,142 |
| | 44-73 | 17 | | 0,076 | 0,038 | |
| | 44-45 | 17 | | 0,076 | 0,038 | |
| 45 | 45-44 | 17 | | 0,076 | 0,038 | 0,147 |
| | 45-77 | 17 | | 0,076 | 0,038 | |
| | 45-46 | 32 | | 0,142 | 0,071 | |
| 46 | 46-45 | 32 | | 0,142 | 0,071 | 0,109 |
| | 46-78 | 17 | | 0,076 | 0,038 | |
| 47 | 47-28 | 253 | | 1,126 | 0,563 | 0,828 |
| | 47-48 | 27 | | 0,120 | 0,060 | |
| | 47-51 | 92 | | 0,409 | 0,205 | |
| 48 | 48-47 | 27 | | 0,120 | 0,060 | 0,320 |
| | 48-49 | 25 | | 0,111 | 0,056 | |
| | 48-52 | 92 | | 0,409 | 0,205 | |
| 49 | 49-48 | 25 | | 0,111 | 0,056 | 0,505 |
| | 49-50 | 110 | | 0,490 | 0,245 | |
| | 49-53 | 92 | | 0,409 | 0,205 | |
| 50 | 50-49 | 110 | | 0,490 | 0,245 | 0,245 |
| 51 | 51-47 | 92 | | 0,409 | 0,205 | 0,205 |
| 52 | 52-48 | 92 | | 0,409 | 0,205 | 0,205 |
| 53 | 53-49 | 92 | | 0,409 | 0,205 | 0,205 |
| 73 | 73-44 | 17 | | 0,076 | 0,038 | 0,038 |
| 74 | 74-17 | 165 | | 0,734 | 0,367 | 0,623 |
| | 74-75 | 50 | 0,223 | 0,111 | | |
| | 74-76 | 65 | 0,289 | 0,145 | | |
| 75 | 75-74 | 50 | 0,223 | 0,111 | 0,111 | |
| 77 | 77-45 | 17 | 0,076 | 0,038 | 0,038 | |
| 78 | 78-46 | 17 | 0,076 | 0,038 | 0,038 | |
| 76 | 76-74 | 65 | 0,289 | 0,145 | 0,145 | |

Tableau III.N°14 : détermination des débits aux nœuds (R50) (cas de pointe)

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Qsp (l/s/m) | Q _r (l/s) | 0.55Q _r (l/s) | Q _n (l/s) |
|------------------|----------------------|--------------|-------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| N _{R50} | N _{R50} -54 | 51 | 0,00445 | 0,227 | 0,113 | 0,325 |
| | N _{R50} -55 | 95 | | 0,423 | 0,211 | |
| 54 | 54-N _{R50} | 51 | | 0,227 | 0,113 | 0,113 |
| 55 | 55-N _{R50} | 95 | | 0,423 | 0,211 | 1,168 |
| | 55-56 | 106 | | 0,472 | 0,236 | |
| | 55-64 | 324 | | 1,442 | 0,721 | |
| 56 | 56-55 | 106 | | 0,472 | 0,236 | 0,625 |
| | 56-57 | 70 | | 0,312 | 0,156 | |
| | 56-58 | 6 | | 0,027 | 0,013 | |
| | 56-60 | 99 | | 0,441 | 0,220 | |
| 57 | 57-56 | 70 | | 0,312 | 0,156 | 0,416 |
| | 57-62 | 60 | | 0,267 | 0,134 | |
| | 57-63 | 57 | | 0,254 | 0,127 | |
| 62 | 62-57 | 60 | | 0,267 | 0,134 | 0,134 |
| 63 | 63-57 | 57 | | 0,254 | 0,127 | 0,127 |
| 58 | 58-56 | 6 | | 0,027 | 0,013 | 0,327 |
| | 58-59 | 36 | | 0,160 | 0,080 | |
| | 58-61 | 105 | | 0,467 | 0,234 | |
| 59 | 59-58 | 36 | | 0,160 | 0,080 | 0,080 |
| 60 | 60-56 | 99 | | 0,441 | 0,220 | 0,220 |
| 61 | 61-58 | 105 | | 0,467 | 0,234 | 0,234 |
| 64 | 64-55 | 324 | | 1,442 | 0,721 | 1,186 |
| | 64-65 | 83 | | 0,369 | 0,185 | |
| | 64-66 | 51 | | 0,227 | 0,113 | |
| | 64-69 | 75 | | 0,334 | 0,167 | |
| 65 | 65-64 | 83 | | 0,369 | 0,185 | 0,185 |
| 66 | 66-64 | 51 | | 0,227 | 0,113 | 0,594 |
| | 66-67 | 100 | | 0,445 | 0,223 | |
| | 66-68 | 116 | | 0,516 | 0,258 | |
| 67 | 67-66 | 100 | | 0,445 | 0,223 | 0,223 |
| 68 | 68-66 | 116 | | 0,516 | 0,258 | 0,258 |
| 69 | 69-64 | 75 | 0,334 | 0,167 | 0,481 | |
| | 69-70 | 81 | 0,360 | 0,180 | | |
| | 69-71 | 60 | 0,267 | 0,134 | | |
| 70 | 70-69 | 81 | 0,360 | 0,180 | 0,180 | |
| 71 | 71-69 | 60 | 0,267 | 0,134 | 0,134 | |

Calcul des débits desservi par chaque réservoir :**Le débit desservi par le réservoir R₂₀₀ (Q_{R200}) :**

On a la somme de débits aux nœuds pour le cas de pointe :

$$\sum Q_{ni} = 10,4 \text{ l/s}$$

Donc :

$$Q_{R1} = 10,4 \text{ l/s.}$$

Le débit desservi par le réservoir R₁₀₀ (Q_{R100}) :

De la même façon on calcule le débit donné par le réservoir R₁₀₀ :

$$\sum Q_{ni} = 16,1 \text{ l/s}$$

Donc :

$$Q_{R2} = 16,1 \text{ l/s.}$$

Le débit desservi par le réservoir R₅₀ (Q_{R50}) :

De la même façon on calcule le débit donné par le réservoir R₅₀ :

$$\sum Q_{ni} = 7,05 \text{ l/s}$$

Donc :

$$Q_{R3} = 7,05 \text{ l/s.}$$

$$\text{Donc : } Q_{R1} + Q_{R2} + Q_{R3} = 33,55 \text{ l/s} = Q_{pte}$$

Les tableaux suivants représentent les débits aux nœuds de R200, R100 et R50 (Cas long terme) :

Tableau III.N°15 : détermination des débits aux nœuds (R200) (cas de pointe)

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Qsp (l/s/m) | Q _r (l/s) | 0,55Q _r (l/s) | Q _n (l/s) |
|----------|-------------|--------------|-------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| R200 | R200-1 | 630 | 0,00846 | 5,330 | 2,665 | 2,940 |
| | R200-72 | 650 | | 5,499 | 0,275 | |
| 1 | 1-R200 | 630 | | 5,330 | 2,665 | 4,188 |
| | 01-02 | 106 | | 0,897 | 0,448 | |
| | 01-12 | 254 | | 2,149 | 1,074 | |
| 2 | 02-01 | 106 | | 0,897 | 0,448 | 0,964 |
| | 02-03 | 84 | | 0,711 | 0,355 | |
| | 02-07 | 38 | | 0,321 | 0,161 | |
| 3 | 03-02 | 84 | | 0,711 | 0,355 | 0,821 |
| | 03-04 | 72 | | 0,609 | 0,305 | |
| | 03-08 | 38 | | 0,321 | 0,161 | |
| 4 | 04-03 | 72 | | 0,609 | 0,305 | 1,091 |
| | 04-05 | 80 | | 0,677 | 0,338 | |
| | 04-09 | 40 | | 0,338 | 0,169 | |
| | 04-10 | 66 | | 0,558 | 0,279 | |
| 5 | 05-04 | 80 | | 0,677 | 0,338 | 0,854 |
| | 05-06 | 25 | | 0,212 | 0,106 | |
| | 05-11 | 97 | | 0,821 | 0,410 | |
| 6 | 06-05 | 25 | | 0,212 | 0,106 | 0,106 |
| 7 | 07-02 | 38 | | 0,321 | 0,161 | 0,161 |
| 8 | 08-03 | 38 | 0,321 | 0,161 | 0,161 | |
| 9 | 09-04 | 40 | 0,338 | 0,169 | 0,169 | |
| 10 | 10-04 | 66 | 0,558 | 0,279 | 0,279 | |
| 11 | 11-05 | 97 | 0,821 | 0,410 | 0,410 | |
| | 12-01 | 254 | 2,149 | 1,074 | 1,201 | |
| 12 | 12-13 | 30 | 0,254 | 0,127 | | |
| | 13 | 13-12 | 30 | 0,254 | 0,127 | 0,753 |
| | | 13-14 | 88 | 0,744 | 0,372 | |
| 13-15 | | 60 | 0,508 | 0,254 | | |
| 14 | 14-13 | 88 | 0,744 | 0,372 | 0,372 | |
| 15 | 15-13 | 60 | 0,508 | 0,254 | 0,254 | |
| 72 | 72-R200 | 650 | 5,499 | 2,750 | 2,750 | |

Tableau III.N°16 : détermination des débits aux nœuds (R100) (cas de pointe)

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Q _{sp} (l/s/m) | Q _r (l/s) | 0,55Q _r (l/s) | Q _n (l/s) |
|----------|-------------|--------------|-------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| 16 | 16-17 | 20 | 0,00846 | 0,169 | 0,085 | 1,768 |
| | 16-31 | 398 | | 3,367 | 1,684 | |
| 17 | 17-16 | 20 | | 0,169 | 0,085 | 1,011 |
| | 17-18 | 54 | | 0,457 | 0,228 | |
| | 17-74 | 165 | | 1,396 | 0,698 | |
| 18 | 18-17 | 54 | | 0,457 | 0,228 | 0,744 |
| | 18-19 | 25 | | 0,212 | 0,106 | |
| | 18-35 | 97 | | 0,821 | 0,410 | |
| 19 | 19-18 | 25 | | 0,212 | 0,106 | 0,563 |
| | 19-20 | 37 | | 0,313 | 0,157 | |
| | 19-35 | 71 | | 0,601 | 0,300 | |
| 20 | 20-19 | 37 | | 0,313 | 0,157 | 0,546 |
| | 20-21 | 26 | | 0,220 | 0,110 | |
| | 20-34 | 66 | | 0,558 | 0,279 | |
| 21 | 21-20 | 26 | | 0,220 | 0,110 | 0,529 |
| | 21-22 | 22 | | 0,186 | 0,093 | |
| | 21-36 | 77 | | 0,651 | 0,326 | |
| 22 | 22-21 | 22 | | 0,186 | 0,093 | 0,605 |
| | 22-23 | 44 | | 0,372 | 0,186 | |
| | 22-37 | 77 | | 0,651 | 0,326 | |
| 23 | 23-22 | 44 | | 0,372 | 0,186 | 0,816 |
| | 23-30 | 54 | | 0,457 | 0,228 | |
| | 23-24 | 95 | | 0,804 | 0,402 | |
| 24 | 24-23 | 95 | | 0,804 | 0,402 | 1,151 |
| | 24-40 | 138 | 1,167 | 0,584 | | |
| | 24-25 | 39 | 0,330 | 0,165 | | |
| 25 | 25-24 | 39 | 0,330 | 0,165 | 0,787 | |
| | 25-26 | 90 | 0,761 | 0,381 | | |
| | 25-38 | 57 | 0,482 | 0,241 | | |
| 26 | 26-25 | 90 | 0,761 | 0,381 | 0,926 | |
| | 26-27 | 71 | 0,601 | 0,300 | | |
| | 26-39 | 58 | 0,491 | 0,245 | | |
| 27 | 27-26 | 71 | 0,601 | 0,300 | 0,964 | |
| | 27-28 | 35 | 0,296 | 0,148 | | |
| | 27-39 | 122 | 1,032 | 0,516 | | |

Tableau III.N°17 : détermination des débits aux nœuds (R100) (la suite)

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Qsp (l/s/m) | Q _r (l/s) | 0.55Q _r (l/s) | Q _n (l/s) |
|----------|-------------|--------------|-------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| 28 | 28-27 | 35 | 0,00846 | 0,296 | 0,148 | 1,535 |
| | 28-29 | 75 | | 0,635 | 0,317 | |
| | 28-47 | 253 | | 2,140 | 1,070 | |
| 29 | 29-28 | 75 | | 0,635 | 0,317 | 0,656 |
| | 29-31 | 50 | | 0,423 | 0,212 | |
| | 29-44 | 30 | | 0,254 | 0,127 | |
| 30 | 30-23 | 54 | | 0,457 | 0,228 | 0,228 |
| 31 | 31-29 | 50 | | 0,423 | 0,212 | 2,140 |
| | 31-32 | 58 | | 0,491 | 0,245 | |
| | 31-16 | 398 | | 3,367 | 1,684 | |
| 32 | 32-31 | 58 | | 0,491 | 0,245 | 0,812 |
| | 32-33 | 90 | | 0,761 | 0,381 | |
| | 32-39 | 44 | | 0,372 | 0,186 | |
| 33 | 33-32 | 90 | | 0,761 | 0,381 | 0,969 |
| | 33-34 | 72 | | 0,609 | 0,305 | |
| | 33-38 | 30 | | 0,254 | 0,127 | |
| | 33-41 | 37 | | 0,313 | 0,157 | |
| 34 | 34-33 | 72 | | 0,609 | 0,305 | 0,728 |
| | 34-35 | 34 | | 0,288 | 0,144 | |
| | 34-20 | 66 | | 0,558 | 0,279 | |
| 35 | 35-34 | 34 | | 0,288 | 0,144 | 0,854 |
| | 35-18 | 97 | | 0,821 | 0,410 | |
| | 35-19 | 71 | | 0,601 | 0,300 | |
| 36 | 36-21 | 77 | | 0,651 | 0,326 | 0,326 |
| 37 | 37-22 | 77 | 0,651 | 0,326 | 0,326 | |
| 38 | 38-25 | 57 | 0,482 | 0,241 | 0,757 | |
| | 38-33 | 30 | 0,254 | 0,127 | | |
| | 38-39 | 92 | 0,778 | 0,389 | | |
| 39 | 39-38 | 92 | 0,778 | 0,389 | 1,337 | |
| | 39-27 | 122 | 1,032 | 0,516 | | |
| | 39-26 | 58 | 0,491 | 0,245 | | |
| | 39-32 | 44 | 0,372 | 0,186 | | |
| 40 | 40-24 | 138 | 1,167 | 0,584 | 0,584 | |

Tableau III.N°18 : détermination des débits aux nœuds (R100) (la suite)

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Qsp (l/s/m) | Qr (l/s) | 0.55Qr (l/s) | Qn |
|----------|-------------|--------------|-------------|----------|--------------|-------|
| 41 | 41-33 | 37 | 0,00846 | 0,313 | 0,157 | 0,787 |
| | 41-42 | 24 | | 0,203 | 0,102 | |
| | 41-43 | 125 | | 1,058 | 0,529 | |
| 42 | 42-41 | 24 | | 0,203 | 0,102 | 0,102 |
| 43 | 43-41 | 125 | | 1,058 | 0,529 | 0,529 |
| 44 | 44-29 | 30 | | 0,254 | 0,127 | 0,271 |
| | 44-73 | 17 | | 0,144 | 0,072 | |
| | 44-45 | 17 | | 0,144 | 0,072 | |
| 45 | 45-44 | 17 | | 0,144 | 0,072 | 0,279 |
| | 45-77 | 17 | | 0,144 | 0,072 | |
| | 45-46 | 32 | | 0,271 | 0,135 | |
| 46 | 46-45 | 32 | | 0,271 | 0,135 | 0,207 |
| | 46-78 | 17 | | 0,144 | 0,072 | |
| 47 | 47-28 | 253 | | 2,140 | 1,070 | 1,574 |
| | 47-48 | 27 | | 0,228 | 0,114 | |
| | 47-51 | 92 | | 0,778 | 0,389 | |
| 48 | 48-47 | 27 | | 0,228 | 0,114 | 0,609 |
| | 48-49 | 25 | | 0,212 | 0,106 | |
| | 48-52 | 92 | | 0,778 | 0,389 | |
| 49 | 49-48 | 25 | | 0,212 | 0,106 | 0,960 |
| | 49-50 | 110 | | 0,931 | 0,465 | |
| | 49-53 | 92 | | 0,778 | 0,389 | |
| 50 | 50-49 | 110 | | 0,931 | 0,465 | 0,465 |
| 51 | 51-47 | 92 | | 0,778 | 0,389 | 0,389 |
| 52 | 52-48 | 92 | | 0,778 | 0,389 | 0,389 |
| 53 | 53-49 | 92 | | 0,778 | 0,389 | 0,389 |
| 73 | 73-44 | 17 | | 0,144 | 0,072 | 0,072 |
| 74 | 74-17 | 165 | | 1,396 | 0,698 | 1,184 |
| | 74-75 | 50 | 0,423 | 0,212 | | |
| | 74-76 | 65 | 0,550 | 0,275 | | |
| 75 | 75-74 | 50 | 0,423 | 0,212 | 0,212 | |
| 77 | 77-45 | 17 | 0,144 | 0,072 | 0,072 | |
| 78 | 78-46 | 17 | 0,144 | 0,072 | 0,072 | |
| 76 | 76-74 | 65 | 0,550 | 0,275 | 0,275 | |

Tableau III.N°19 : détermination des débits aux nœuds (R50) (cas de pointe)

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Qsp (l/s/m) | Q _r (l/s) | 0.55Q _r (l/s) | Q _n (l/s) |
|------------------|----------------------|--------------|-------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| N _{R50} | N _{R50} -54 | 51 | 0,00846 | 0,431 | 0,216 | 0,618 |
| | N _{R50} -55 | 95 | | 0,804 | 0,402 | |
| 54 | 54-N _{R50} | 51 | | 0,431 | 0,216 | 0,216 |
| 55 | 55-N _{R50} | 95 | | 0,804 | 0,402 | 2,221 |
| | 55-56 | 106 | | 0,897 | 0,448 | |
| | 55-64 | 324 | | 2,741 | 1,371 | |
| 56 | 56-55 | 106 | | 0,897 | 0,448 | 1,189 |
| | 56-57 | 70 | | 0,592 | 0,296 | |
| | 56-58 | 6 | | 0,051 | 0,025 | |
| | 56-60 | 99 | | 0,838 | 0,419 | |
| 57 | 57-56 | 70 | | 0,592 | 0,296 | 0,791 |
| | 57-62 | 60 | | 0,508 | 0,254 | |
| | 57-63 | 57 | | 0,482 | 0,241 | |
| 62 | 62-57 | 60 | | 0,508 | 0,254 | 0,254 |
| 63 | 63-57 | 57 | | 0,482 | 0,241 | 0,241 |
| 58 | 58-56 | 6 | | 0,051 | 0,025 | 0,622 |
| | 58-59 | 36 | | 0,305 | 0,152 | |
| | 58-61 | 105 | | 0,888 | 0,444 | |
| 59 | 59-58 | 36 | | 0,305 | 0,152 | 0,152 |
| 60 | 60-56 | 99 | | 0,838 | 0,419 | 0,419 |
| 61 | 61-58 | 105 | | 0,888 | 0,444 | 0,444 |
| 64 | 64-55 | 324 | | 2,741 | 1,371 | 2,255 |
| | 64-65 | 83 | | 0,702 | 0,351 | |
| | 64-66 | 51 | | 0,431 | 0,216 | |
| | 64-69 | 75 | | 0,635 | 0,317 | |
| 65 | 65-64 | 83 | | 0,702 | 0,351 | 0,351 |
| 66 | 66-64 | 51 | | 0,431 | 0,216 | 1,129 |
| | 66-67 | 100 | | 0,846 | 0,423 | |
| | 66-68 | 116 | 0,981 | 0,491 | | |
| 67 | 67-66 | 100 | 0,846 | 0,423 | 0,423 | |
| 68 | 68-66 | 116 | 0,981 | 0,491 | 0,491 | |
| 69 | 69-64 | 75 | 0,635 | 0,317 | 0,914 | |
| | 69-70 | 81 | 0,685 | 0,343 | | |
| | 69-71 | 60 | 0,508 | 0,254 | | |
| 70 | 70-69 | 81 | 0,685 | 0,343 | 0,343 | |
| 71 | 71-69 | 60 | 0,508 | 0,254 | 0,254 | |

Calcul des débits desservi par chaque réservoir :**Le débit desservi par le réservoir R₂₀₀ (Q_{R200}) :**

On a la somme de débits aux nœuds pour le cas de pointe :

$$\sum Q_{mi} = 18.1 \text{ l/s}$$

Donc :

$$Q_{R1} = 18.1 \text{ l/s.}$$

Le débit desservi par le réservoir R₁₀₀ (Q_{R100}) :

De la même façon on calcule le débit donné par le réservoir R₁₀₀ :

$$\sum Q_{mi} = 31.2 \text{ l/s}$$

Donc :

$$Q_{R2} = 31.2 \text{ l/s.}$$

Le débit desservi par le réservoir R₅₀ (Q_{R50}) :

De la même façon on calcule le débit donné par le réservoir R₅₀ :

$$\sum Q_{mi} = 14.1 \text{ l/s}$$

Donc :

$$Q_{R3} = 14.1 \text{ l/s.}$$

$$\text{Donc : } Q_{R1} + Q_{R2} + Q_{R3} = 63,4 \text{ l/s} = Q_{pte}$$

III.8.1.1.b. cas de pointe plus incendie :

Dans le cas de pointe + incendie, nous ajoutons un débit concentré de 17 l/s au point le plus défavorable. Ce débit sert à lutter contre l'incendie, il vient de la réserve d'incendie dans le réservoir qui est de 120 m³ pour une durée de 2 heures.

Selon les débits desservis par chaque réservoir on divise 17 l/s comme suit :

- Le réseau R₂₀₀ : prendre 5,1 l/s et le nœud N72 est le point le plus défavorable.
- Le réseau R₁₀₀ : prendre 8,5 l/s et le nœud N50 est le point le plus défavorable.
- Le réseau R₅₀ : prendre 3,4 l/s et le nœud N68 est le point le plus défavorable.

Les tableaux suivants représentent les débits aux nœuds de R200, R100 et R50 (cas actuel) :

**Tableau III.N°20 : détermination des débits aux nœuds (R200)
(cas de pointe + incendie)**

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Qsp (l/s/m) | Q _r (l/s) | 0,55Q _r (l/s) | Q _n (l/s) |
|-------------------|-----------------------|--------------|-------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| N _{R200} | N _{R200} -1 | 630 | 0,00445 | 2,804 | 1,402 | 2,849 |
| | N _{R200} -72 | 650 | | 2,893 | 1,447 | |
| 1 | 1-N _{R200} | 630 | | 2,804 | 1,402 | 2,189 |
| | 01-02 | 106 | | 0,463 | 0,232 | |
| | 01-12 | 254 | | 1,110 | 0,555 | |
| 2 | 02-01 | 106 | | 0,463 | 0,232 | 0,498 |
| | 02-03 | 84 | | 0,367 | 0,184 | |
| | 02-07 | 38 | | 0,166 | 0,083 | |
| 3 | 03-02 | 84 | | 0,367 | 0,184 | 0,424 |
| | 03-04 | 72 | | 0,315 | 0,157 | |
| | 03-08 | 38 | | 0,166 | 0,083 | |
| 4 | 04-03 | 72 | | 0,315 | 0,157 | 0,564 |
| | 04-05 | 80 | | 0,350 | 0,175 | |
| | 04-09 | 40 | | 0,175 | 0,087 | |
| | 04-10 | 66 | | 0,288 | 0,144 | |
| 5 | 05-04 | 80 | | 0,350 | 0,175 | 0,441 |
| | 05-06 | 25 | | 0,109 | 0,055 | |
| | 05-11 | 97 | | 0,424 | 0,212 | |
| 6 | 06-05 | 25 | | 0,109 | 0,055 | 0,055 |
| 7 | 07-02 | 38 | | 0,166 | 0,083 | 0,083 |
| 8 | 08-03 | 38 | 0,166 | 0,083 | 0,083 | |
| 9 | 09-04 | 40 | 0,175 | 0,087 | 0,087 | |
| 10 | 10-04 | 66 | 0,288 | 0,144 | 0,144 | |
| 11 | 11-05 | 97 | 0,424 | 0,212 | 0,212 | |
| 12 | 12-01 | 254 | 1,110 | 0,555 | 0,621 | |
| | 12-13 | 30 | 0,131 | 0,066 | | |
| 13 | 13-12 | 30 | 0,131 | 0,066 | 0,389 | |
| | 13-14 | 88 | 0,385 | 0,192 | | |
| | 13-15 | 60 | 0,262 | 0,131 | | |
| 14 | 14-13 | 88 | 0,385 | 0,192 | 0,192 | |
| 15 | 15-13 | 60 | 0,262 | 0,131 | 0,131 | |
| 72 | 72-R200 | 650 | 2,841 | 1,420 | 6,520 | |

Tableau III.N°21 : détermination des débits aux nœuds (R100)
(cas de pointe+ incendie)

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Q _{sp} (l/s/m) | Q _r (l/s) | 0,55Q _r (l/s) | Q _n (l/s) |
|----------|-------------|--------------|-------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| 16 | 16-17 | 20 | 0,00445 | 0,089 | 0,045 | 0,930 |
| | 16-31 | 398 | | 1,771 | 0,886 | |
| 17 | 17-16 | 20 | | 0,089 | 0,045 | 0,532 |
| | 17-18 | 54 | | 0,240 | 0,120 | |
| | 17-74 | 165 | | 0,734 | 0,367 | |
| 18 | 18-17 | 54 | | 0,240 | 0,120 | 0,392 |
| | 18-19 | 25 | | 0,111 | 0,056 | |
| | 18-35 | 97 | | 0,432 | 0,216 | |
| 19 | 19-18 | 25 | | 0,111 | 0,056 | 0,296 |
| | 19-20 | 37 | | 0,165 | 0,082 | |
| | 19-35 | 71 | | 0,316 | 0,158 | |
| 20 | 20-19 | 37 | | 0,165 | 0,082 | 0,287 |
| | 20-21 | 26 | | 0,116 | 0,058 | |
| | 20-34 | 66 | | 0,294 | 0,147 | |
| 21 | 21-20 | 26 | | 0,116 | 0,058 | 0,278 |
| | 21-22 | 22 | | 0,098 | 0,049 | |
| | 21-36 | 77 | | 0,343 | 0,171 | |
| 22 | 22-21 | 22 | | 0,098 | 0,049 | 0,318 |
| | 22-23 | 44 | | 0,196 | 0,098 | |
| | 22-37 | 77 | | 0,343 | 0,171 | |
| 23 | 23-22 | 44 | | 0,196 | 0,098 | 0,429 |
| | 23-30 | 54 | | 0,240 | 0,120 | |
| | 23-24 | 95 | | 0,423 | 0,211 | |
| 24 | 24-23 | 95 | | 0,423 | 0,211 | 0,605 |
| | 24-40 | 138 | | 0,614 | 0,307 | |
| | 24-25 | 39 | | 0,174 | 0,087 | |
| 25 | 25-24 | 39 | | 0,174 | 0,087 | 0,414 |
| | 25-26 | 90 | | 0,401 | 0,200 | |
| | 25-38 | 57 | 0,254 | 0,127 | | |
| 26 | 26-25 | 90 | 0,401 | 0,200 | 0,487 | |
| | 26-27 | 71 | 0,316 | 0,158 | | |
| | 26-39 | 58 | 0,258 | 0,129 | | |
| 27 | 27-26 | 71 | 0,316 | 0,158 | 0,507 | |
| | 27-28 | 35 | 0,156 | 0,078 | | |
| | 27-39 | 122 | 0,543 | 0,271 | | |

Tableau III.N°12 : détermination des débits aux nœuds (R100) (la suite)

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Qsp (l/s/m) | Q _r (l/s) | 0,55Q _r (l/s) | Q _n (l/s) |
|----------|-------------|--------------|-------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| 28 | 28-27 | 35 | 0,00445 | 0,156 | 0,078 | 0,808 |
| | 28-29 | 75 | | 0,334 | 0,167 | |
| | 28-47 | 253 | | 1,126 | 0,563 | |
| 29 | 29-28 | 75 | | 0,334 | 0,167 | 0,345 |
| | 29-31 | 50 | | 0,223 | 0,111 | |
| | 29-44 | 30 | | 0,134 | 0,067 | |
| 30 | 30-23 | 54 | | 0,240 | 0,120 | 0,120 |
| 31 | 31-29 | 50 | | 0,223 | 0,111 | 1,126 |
| | 31-32 | 58 | | 0,258 | 0,129 | |
| | 31-16 | 398 | | 1,771 | 0,886 | |
| 32 | 32-31 | 58 | | 0,258 | 0,129 | 0,427 |
| | 32-33 | 90 | | 0,401 | 0,200 | |
| | 32-39 | 44 | | 0,196 | 0,098 | |
| 33 | 33-32 | 90 | | 0,401 | 0,200 | 0,510 |
| | 33-34 | 72 | | 0,320 | 0,160 | |
| | 33-38 | 30 | | 0,134 | 0,067 | |
| | 33-41 | 37 | | 0,165 | 0,082 | |
| 34 | 34-33 | 72 | | 0,320 | 0,160 | 0,383 |
| | 34-35 | 34 | | 0,151 | 0,076 | |
| | 34-20 | 66 | | 0,294 | 0,147 | |
| 35 | 35-34 | 34 | 0,151 | 0,076 | 0,449 | |
| | 35-18 | 97 | 0,432 | 0,216 | | |
| | 35-19 | 71 | 0,316 | 0,158 | | |
| 36 | 36-21 | 77 | 0,343 | 0,171 | 0,171 | |
| 37 | 37-22 | 77 | 0,343 | 0,171 | 0,171 | |
| 38 | 38-25 | 57 | 0,254 | 0,127 | 0,398 | |
| | 38-33 | 30 | 0,134 | 0,067 | | |
| | 38-39 | 92 | 0,409 | 0,205 | | |
| 39 | 39-38 | 92 | 0,409 | 0,205 | 0,703 | |
| | 39-27 | 122 | 0,543 | 0,271 | | |
| | 39-26 | 58 | 0,258 | 0,129 | | |
| | 39-32 | 44 | 0,196 | 0,098 | | |
| 40 | 40-24 | 138 | 0,614 | 0,307 | 0,307 | |

Tableau III.N°23 : détermination des débits aux nœuds (R100) (la suite)

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Qsp (l/s/m) | Qr (l/s) | 0.55Qr (l/s) | Qn |
|----------|-------------|--------------|-------------|----------|--------------|-------|
| 41 | 41-33 | 37 | 0,00445 | 0,165 | 0,082 | 0,414 |
| | 41-42 | 24 | | 0,107 | 0,053 | |
| | 41-43 | 125 | | 0,556 | 0,278 | |
| 42 | 42-41 | 24 | | 0,107 | 0,053 | 0,053 |
| 43 | 43-41 | 125 | | 0,556 | 0,278 | 0,278 |
| 44 | 44-29 | 30 | | 0,134 | 0,067 | 0,142 |
| | 44-73 | 17 | | 0,076 | 0,038 | |
| | 44-45 | 17 | | 0,076 | 0,038 | |
| 45 | 45-44 | 17 | | 0,076 | 0,038 | 0,147 |
| | 45-77 | 17 | | 0,076 | 0,038 | |
| | 45-46 | 32 | | 0,142 | 0,071 | |
| 46 | 46-45 | 32 | | 0,142 | 0,071 | 0,109 |
| | 46-78 | 17 | | 0,076 | 0,038 | |
| 47 | 47-28 | 253 | | 1,126 | 0,563 | 0,828 |
| | 47-48 | 27 | | 0,120 | 0,060 | |
| | 47-51 | 92 | | 0,409 | 0,205 | |
| 48 | 48-47 | 27 | | 0,120 | 0,060 | 0,320 |
| | 48-49 | 25 | | 0,111 | 0,056 | |
| | 48-52 | 92 | | 0,409 | 0,205 | |
| 49 | 49-48 | 25 | | 0,111 | 0,056 | 0,505 |
| | 49-50 | 110 | | 0,490 | 0,245 | |
| | 49-53 | 92 | 0,409 | 0,205 | | |
| 50 | 50-49 | 110 | 0,490 | 0,245 | 9,745 | |
| 51 | 51-47 | 92 | 0,409 | 0,205 | 0,205 | |
| 52 | 52-48 | 92 | 0,409 | 0,205 | 0,205 | |
| 53 | 53-49 | 92 | 0,409 | 0,205 | 0,205 | |
| 73 | 73-44 | 17 | 0,076 | 0,038 | 0,038 | |
| 74 | 74-17 | 165 | 0,734 | 0,367 | 0,623 | |
| | 74-75 | 50 | 0,223 | 0,111 | | |
| | 74-76 | 65 | 0,289 | 0,145 | | |
| 75 | 75-74 | 50 | 0,223 | 0,111 | 0,111 | |
| 77 | 77-45 | 17 | 0,076 | 0,038 | 0,038 | |
| 78 | 78-46 | 17 | 0,076 | 0,038 | 0,038 | |
| 76 | 76-74 | 65 | 0,289 | 0,145 | 0,145 | |

**Tableau III.N°24 : détermination des débits aux nœuds (R50)
(cas de pointe+ incendie)**

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Qsp (l/s/m) | Q _r (l/s) | 0.55Q _r (l/s) | Q _n (l/s) |
|------------------|----------------------|--------------|-------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| N _{R50} | N _{R50} -54 | 51 | 0,00445 | 0,227 | 0,113 | 0,325 |
| | N _{R50} -55 | 95 | | 0,423 | 0,211 | |
| 54 | 54-N _{R50} | 51 | | 0,227 | 0,113 | 0,113 |
| 55 | 55-N _{R50} | 95 | | 0,423 | 0,211 | 1,168 |
| | 55-56 | 106 | | 0,472 | 0,236 | |
| | 55-64 | 324 | | 1,442 | 0,721 | |
| 56 | 56-55 | 106 | | 0,472 | 0,236 | 0,625 |
| | 56-57 | 70 | | 0,312 | 0,156 | |
| | 56-58 | 6 | | 0,027 | 0,013 | |
| | 56-60 | 99 | | 0,441 | 0,220 | |
| 57 | 57-56 | 70 | | 0,312 | 0,156 | 0,416 |
| | 57-62 | 60 | | 0,267 | 0,134 | |
| | 57-63 | 57 | | 0,254 | 0,127 | |
| 62 | 62-57 | 60 | | 0,267 | 0,134 | 0,134 |
| 63 | 63-57 | 57 | | 0,254 | 0,127 | 0,127 |
| 58 | 58-56 | 6 | | 0,027 | 0,013 | 0,327 |
| | 58-59 | 36 | | 0,160 | 0,080 | |
| | 58-61 | 105 | | 0,467 | 0,234 | |
| 59 | 59-58 | 36 | | 0,160 | 0,080 | 0,080 |
| 60 | 60-56 | 99 | | 0,441 | 0,220 | 0,220 |
| 61 | 61-58 | 105 | | 0,467 | 0,234 | 0,234 |
| 64 | 64-55 | 324 | | 1,442 | 0,721 | 1,186 |
| | 64-65 | 83 | | 0,369 | 0,185 | |
| | 64-66 | 51 | | 0,227 | 0,113 | |
| | 64-69 | 75 | | 0,334 | 0,167 | |
| 65 | 65-64 | 83 | | 0,369 | 0,185 | 0,185 |
| 66 | 66-64 | 51 | | 0,227 | 0,113 | 0,594 |
| | 66-67 | 100 | | 0,445 | 0,223 | |
| | 66-68 | 116 | 0,516 | 0,258 | | |
| 67 | 67-66 | 100 | 0,445 | 0,223 | 0,223 | |
| 68 | 68-66 | 116 | 0,516 | 0,258 | 3,658 | |
| 69 | 69-64 | 75 | 0,334 | 0,167 | 0,481 | |
| | 69-70 | 81 | 0,360 | 0,180 | | |
| | 69-71 | 60 | 0,267 | 0,134 | | |
| 70 | 70-69 | 81 | 0,360 | 0,180 | 0,180 | |
| 71 | 71-69 | 60 | 0,267 | 0,134 | 0,134 | |

Calcul des débits desservi par chaque réservoir :**Le débit desservi par le réservoir R₂₀₀ (Q_{R200}) :**

On a la somme de débits aux nœuds pour le cas de pointe :

$$\sum Q_{ni} = 10,4 \text{ l/s} + 5,1 \text{ l/s}$$

Donc :

$$Q_{R1} = 15,5 \text{ l/s.}$$

Le débit desservi par le réservoir R₁₀₀ (Q_{R100}) :

De la même façon on calcule le débit donné par le réservoir R₁₀₀ :

$$\sum Q_{ni} = 16,1 \text{ l/s} + 8,5 \text{ l/s}$$

Donc :

$$Q_{R2} = 24,6 \text{ l/s.}$$

Le débit desservi par le réservoir R₅₀ (Q_{R50}) :

De la même façon on calcule le débit donné par le réservoir R₅₀ :

$$\sum Q_{ni} = 7,05 \text{ l/s} + 3,4 \text{ l/s}$$

Donc :

$$Q_{R3} = 10,45 \text{ l/s.}$$

$$\text{Donc : } Q_{R1} + Q_{R2} + Q_{R3} = 50,55 \text{ l/s} = Q_{pte} + Q_{inc}$$

Les tableaux suivants représentent les débits aux nœuds de R200, R100 et R50 (Cas long terme) :

**Tableau III.N°25 : détermination des débits aux nœuds (R200)
(cas de pointe+ incendie)**

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Qsp (l/s/m) | Q _r (l/s) | 0,55Q _r (l/s) | Q _n (l/s) |
|----------|-------------|--------------|-------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| R200 | R200-1 | 630 | 0,00846 | 5,330 | 2,665 | 2,940 |
| | R200-72 | 650 | | 5,499 | 0,275 | |
| 1 | 1-R200 | 630 | | 5,330 | 2,665 | 4,188 |
| | 01-02 | 106 | | 0,897 | 0,448 | |
| | 01-12 | 254 | | 2,149 | 1,074 | |
| 2 | 02-01 | 106 | | 0,897 | 0,448 | 0,964 |
| | 02-03 | 84 | | 0,711 | 0,355 | |
| | 02-07 | 38 | | 0,321 | 0,161 | |
| 3 | 03-02 | 84 | | 0,711 | 0,355 | 0,821 |
| | 03-04 | 72 | | 0,609 | 0,305 | |
| | 03-08 | 38 | | 0,321 | 0,161 | |
| 4 | 04-03 | 72 | | 0,609 | 0,305 | 1,091 |
| | 04-05 | 80 | | 0,677 | 0,338 | |
| | 04-09 | 40 | | 0,338 | 0,169 | |
| | 04-10 | 66 | | 0,558 | 0,279 | |
| 5 | 05-04 | 80 | | 0,677 | 0,338 | 0,854 |
| | 05-06 | 25 | | 0,212 | 0,106 | |
| | 05-11 | 97 | | 0,821 | 0,410 | |
| 6 | 06-05 | 25 | | 0,212 | 0,106 | 0,106 |
| 7 | 07-02 | 38 | | 0,321 | 0,161 | 0,161 |
| 8 | 08-03 | 38 | | 0,321 | 0,161 | 0,161 |
| 9 | 09-04 | 40 | | 0,338 | 0,169 | 0,169 |
| 10 | 10-04 | 66 | | 0,558 | 0,279 | 0,279 |
| 11 | 11-05 | 97 | | 0,821 | 0,410 | 0,410 |
| 12 | 12-01 | 254 | | 2,149 | 1,074 | 1,201 |
| | 12-13 | 30 | | 0,254 | 0,127 | |
| 13 | 13-12 | 30 | | 0,254 | 0,127 | 0,753 |
| | 13-14 | 88 | | 0,744 | 0,372 | |
| | 13-15 | 60 | | 0,508 | 0,254 | |
| 14 | 14-13 | 88 | 0,744 | 0,372 | 0,372 | |
| 15 | 15-13 | 60 | 0,508 | 0,254 | 0,254 | |
| 72 | 72-R200 | 650 | 5,499 | 2,750 | 7,850 | |

Tableau III.N°26 : détermination des débits aux nœuds (R100)
(cas de pointe+ incendie)

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Qsp (l/s/m) | Q _r (l/s) | 0.55Q _r (l/s) | Q _n (l/s) |
|----------|-------------|--------------|-------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| 16 | 16-17 | 20 | 0,00846 | 0,169 | 0,085 | 1,768 |
| | 16-31 | 398 | | 3,367 | 1,684 | |
| 17 | 17-16 | 20 | | 0,169 | 0,085 | 1,011 |
| | 17-18 | 54 | | 0,457 | 0,228 | |
| | 17-74 | 165 | | 1,396 | 0,698 | |
| 18 | 18-17 | 54 | | 0,457 | 0,228 | 0,744 |
| | 18-19 | 25 | | 0,212 | 0,106 | |
| | 18-35 | 97 | | 0,821 | 0,410 | |
| 19 | 19-18 | 25 | | 0,212 | 0,106 | 0,563 |
| | 19-20 | 37 | | 0,313 | 0,157 | |
| | 19-35 | 71 | | 0,601 | 0,300 | |
| 20 | 20-19 | 37 | | 0,313 | 0,157 | 0,546 |
| | 20-21 | 26 | | 0,220 | 0,110 | |
| | 20-34 | 66 | | 0,558 | 0,279 | |
| 21 | 21-20 | 26 | | 0,220 | 0,110 | 0,529 |
| | 21-22 | 22 | | 0,186 | 0,093 | |
| | 21-36 | 77 | | 0,651 | 0,326 | |
| 22 | 22-21 | 22 | | 0,186 | 0,093 | 0,605 |
| | 22-23 | 44 | | 0,372 | 0,186 | |
| | 22-37 | 77 | | 0,651 | 0,326 | |
| 23 | 23-22 | 44 | | 0,372 | 0,186 | 0,816 |
| | 23-30 | 54 | | 0,457 | 0,228 | |
| | 23-24 | 95 | | 0,804 | 0,402 | |
| 24 | 24-23 | 95 | | 0,804 | 0,402 | 1,151 |
| | 24-40 | 138 | | 1,167 | 0,584 | |
| | 24-25 | 39 | | 0,330 | 0,165 | |
| 25 | 25-24 | 39 | | 0,330 | 0,165 | 0,787 |
| | 25-26 | 90 | | 0,761 | 0,381 | |
| | 25-38 | 57 | 0,482 | 0,241 | | |
| 26 | 26-25 | 90 | 0,761 | 0,381 | 0,926 | |
| | 26-27 | 71 | 0,601 | 0,300 | | |
| | 26-39 | 58 | 0,491 | 0,245 | | |
| 27 | 27-26 | 71 | 0,601 | 0,300 | 0,964 | |
| | 27-28 | 35 | 0,296 | 0,148 | | |
| | 27-39 | 122 | 1,032 | 0,516 | | |

Tableau III.N°27 : détermination des débits aux nœuds (R100) (la suite)

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Q _{sp} (l/s/m) | Q _r (l/s) | 0,55Q _r (l/s) | Q _n (l/s) |
|----------|-------------|--------------|-------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| 28 | 28-27 | 35 | 0,00846 | 0,296 | 0,148 | 1,535 |
| | 28-29 | 75 | | 0,635 | 0,317 | |
| | 28-47 | 253 | | 2,140 | 1,070 | |
| 29 | 29-28 | 75 | | 0,635 | 0,317 | 0,656 |
| | 29-31 | 50 | | 0,423 | 0,212 | |
| | 29-44 | 30 | | 0,254 | 0,127 | |
| 30 | 30-23 | 54 | | 0,457 | 0,228 | 0,228 |
| 31 | 31-29 | 50 | | 0,423 | 0,212 | 2,140 |
| | 31-32 | 58 | | 0,491 | 0,245 | |
| | 31-16 | 398 | | 3,367 | 1,684 | |
| 32 | 32-31 | 58 | | 0,491 | 0,245 | 0,812 |
| | 32-33 | 90 | | 0,761 | 0,381 | |
| | 32-39 | 44 | | 0,372 | 0,186 | |
| 33 | 33-32 | 90 | | 0,761 | 0,381 | 0,969 |
| | 33-34 | 72 | | 0,609 | 0,305 | |
| | 33-38 | 30 | | 0,254 | 0,127 | |
| | 33-41 | 37 | | 0,313 | 0,157 | |
| 34 | 34-33 | 72 | | 0,609 | 0,305 | 0,728 |
| | 34-35 | 34 | | 0,288 | 0,144 | |
| | 34-20 | 66 | | 0,558 | 0,279 | |
| 35 | 35-34 | 34 | | 0,288 | 0,144 | 0,854 |
| | 35-18 | 97 | | 0,821 | 0,410 | |
| | 35-19 | 71 | | 0,601 | 0,300 | |
| 36 | 36-21 | 77 | | 0,651 | 0,326 | 0,326 |
| 37 | 37-22 | 77 | 0,651 | 0,326 | 0,326 | |
| 38 | 38-25 | 57 | 0,482 | 0,241 | 0,757 | |
| | 38-33 | 30 | 0,254 | 0,127 | | |
| | 38-39 | 92 | 0,778 | 0,389 | | |
| 39 | 39-38 | 92 | 0,778 | 0,389 | 1,337 | |
| | 39-27 | 122 | 1,032 | 0,516 | | |
| | 39-26 | 58 | 0,491 | 0,245 | | |
| | 39-32 | 44 | 0,372 | 0,186 | | |
| 40 | 40-24 | 138 | 1,167 | 0,584 | 0,584 | |

Tableau III.N°28 : détermination des débits aux nœuds (R100) (la suite)

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Qsp (l/s/m) | Qr (l/s) | 0.55Qr (l/s) | Qn |
|----------|-------------|--------------|-------------|----------|--------------|-------|
| 41 | 41-33 | 37 | 0,00846 | 0,313 | 0,157 | 0,787 |
| | 41-42 | 24 | | 0,203 | 0,102 | |
| | 41-43 | 125 | | 1,058 | 0,529 | |
| 42 | 42-41 | 24 | | 0,203 | 0,102 | 0,102 |
| 43 | 43-41 | 125 | | 1,058 | 0,529 | 0,529 |
| 44 | 44-29 | 30 | | 0,254 | 0,127 | 0,271 |
| | 44-73 | 17 | | 0,144 | 0,072 | |
| | 44-45 | 17 | | 0,144 | 0,072 | |
| 45 | 45-44 | 17 | | 0,144 | 0,072 | 0,279 |
| | 45-77 | 17 | | 0,144 | 0,072 | |
| | 45-46 | 32 | | 0,271 | 0,135 | |
| 46 | 46-45 | 32 | | 0,271 | 0,135 | 0,207 |
| | 46-78 | 17 | | 0,144 | 0,072 | |
| 47 | 47-28 | 253 | | 2,140 | 1,070 | 1,574 |
| | 47-48 | 27 | | 0,228 | 0,114 | |
| | 47-51 | 92 | | 0,778 | 0,389 | |
| 48 | 48-47 | 27 | | 0,228 | 0,114 | 0,609 |
| | 48-49 | 25 | | 0,212 | 0,106 | |
| | 48-52 | 92 | | 0,778 | 0,389 | |
| 49 | 49-48 | 25 | | 0,212 | 0,106 | 0,960 |
| | 49-50 | 110 | | 0,931 | 0,465 | |
| | 49-53 | 92 | | 0,778 | 0,389 | |
| 50 | 50-49 | 110 | | 0,931 | 0,465 | 8,965 |
| 51 | 51-47 | 92 | | 0,778 | 0,389 | 0,389 |
| 52 | 52-48 | 92 | | 0,778 | 0,389 | 0,389 |
| 53 | 53-49 | 92 | | 0,778 | 0,389 | 0,389 |
| 73 | 73-44 | 17 | | 0,144 | 0,072 | 0,072 |
| 74 | 74-17 | 165 | | 1,396 | 0,698 | 1,184 |
| | 74-75 | 50 | 0,423 | 0,212 | | |
| | 74-76 | 65 | 0,550 | 0,275 | | |
| 75 | 75-74 | 50 | 0,423 | 0,212 | 0,212 | |
| 77 | 77-45 | 17 | 0,144 | 0,072 | 0,072 | |
| 78 | 78-46 | 17 | 0,144 | 0,072 | 0,072 | |
| 76 | 76-74 | 65 | 0,550 | 0,275 | 0,275 | |

Tableau III.N°29 : détermination des débits aux nœuds (R50)
(cas de pointe+ incendie)

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Qsp (l/s/m) | Q _r (l/s) | 0.55Q _r (l/s) | Q _n (l/s) |
|------------------|----------------------|--------------|-------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| N _{R50} | N _{R50} -54 | 51 | 0,00846 | 0,431 | 0,216 | 0,618 |
| | N _{R50} -55 | 95 | | 0,804 | 0,402 | |
| 54 | 54-N _{R50} | 51 | | 0,431 | 0,216 | 0,216 |
| 55 | 55-N _{R50} | 95 | | 0,804 | 0,402 | 2,221 |
| | 55-56 | 106 | | 0,897 | 0,448 | |
| | 55-64 | 324 | | 2,741 | 1,371 | |
| 56 | 56-55 | 106 | | 0,897 | 0,448 | 1,189 |
| | 56-57 | 70 | | 0,592 | 0,296 | |
| | 56-58 | 6 | | 0,051 | 0,025 | |
| | 56-60 | 99 | | 0,838 | 0,419 | |
| 57 | 57-56 | 70 | | 0,592 | 0,296 | 0,791 |
| | 57-62 | 60 | | 0,508 | 0,254 | |
| | 57-63 | 57 | | 0,482 | 0,241 | |
| 62 | 62-57 | 60 | | 0,508 | 0,254 | 0,254 |
| 63 | 63-57 | 57 | | 0,482 | 0,241 | 0,241 |
| 58 | 58-56 | 6 | | 0,051 | 0,025 | 0,622 |
| | 58-59 | 36 | | 0,305 | 0,152 | |
| | 58-61 | 105 | | 0,888 | 0,444 | |
| 59 | 59-58 | 36 | | 0,305 | 0,152 | 0,152 |
| 60 | 60-56 | 99 | | 0,838 | 0,419 | 0,419 |
| 61 | 61-58 | 105 | | 0,888 | 0,444 | 0,444 |
| 64 | 64-55 | 324 | | 2,741 | 1,371 | 2,255 |
| | 64-65 | 83 | | 0,702 | 0,351 | |
| | 64-66 | 51 | | 0,431 | 0,216 | |
| | 64-69 | 75 | | 0,635 | 0,317 | |
| 65 | 65-64 | 83 | | 0,702 | 0,351 | 0,351 |
| 66 | 66-64 | 51 | | 0,431 | 0,216 | 1,129 |
| | 66-67 | 100 | | 0,846 | 0,423 | |
| | 66-68 | 116 | | 0,981 | 0,491 | |
| 67 | 67-66 | 100 | | 0,846 | 0,423 | 0,423 |
| 68 | 68-66 | 116 | | 0,981 | 0,491 | 3,891 |
| 69 | 69-64 | 75 | 0,635 | 0,317 | 0,914 | |
| | 69-70 | 81 | 0,685 | 0,343 | | |
| | 69-71 | 60 | 0,508 | 0,254 | | |
| 70 | 70-69 | 81 | 0,685 | 0,343 | 0,343 | |
| 71 | 71-69 | 60 | 0,508 | 0,254 | 0,254 | |

Calcul des débits desservi par chaque réservoir :**Le débit desservi par le réservoir R₂₀₀ (Q_{R200}) :**

On a la somme de débits aux nœuds pour le cas de pointe :

$$\sum Q_{ni} = 18.1 \text{ l/s} + 5,1 \text{ l/s}$$

Donc :

$$Q_{R1} = 23.2 \text{ l/s.}$$

Le débit desservi par le réservoir R₁₀₀ (Q_{R100}) :

De la même façon on calcule le débit donné par le réservoir R₁₀₀ :

$$\sum Q_{ni} = 31.2 \text{ l/s} + 8,5 \text{ l/s}$$

Donc :

$$Q_{R2} = 39.7 \text{ l/s.}$$

Le débit desservi par le réservoir R₅₀ (Q_{R50}) :

De la même façon on calcule le débit donné par le réservoir R₅₀ :

$$\sum Q_{ni} = 14.1 \text{ l/s} + 3,4 \text{ l/s}$$

Donc :

$$Q_{R3} = 17.5 \text{ l/s.}$$

$$\text{Donc : } Q_{R1} + Q_{R2} + Q_{R3} = 63,4 \text{ l/s} = Q_{pte} + Q_{inc}$$

III.8.1.2. Les résultats de calcul :

Le calcul des paramètres hydraulique et les pressions sont établis par un Logiciel (EPANET)

III.8.1.2.a. Capacités pour la Modélisation Hydraulique :

Une modélisation hydraulique complète est la première condition pour pouvoir modéliser la qualité de l'eau de manière efficace.

EPANET contient un moteur de calcul hydraulique moderne ayant les caractéristiques suivantes :

- La taille du réseau étudié est illimitée.
- Pour calculer les pertes de charge dues à la friction, il dispose des formules suivantes :
 - Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, et Chezy-Manning.
- Il inclut les pertes de charge singulières aux coudes, aux tés, etc.
- Il peut modéliser des pompes à vitesse fixe ou variable.
- Il peut calculer l'énergie consommée par une pompe et son coût.
- Il peut modéliser différents types de vannes, comme des clapets anti-retour, des vannes de contrôle de pression ou débit, des vannes d'arrêt, etc.
- Les réservoirs peuvent avoir des formes variées (le diamètre peut varier avec la hauteur).
- Il peut y avoir différentes catégories de demandes aux nœuds, chacune avec une modulation propre.
- Il peut modéliser des consommations dépendantes de la pression (rapaces par exemple).
- Le fonctionnement de station de pompage peut être piloté par des commandes simples, (heures de marche/arrêt en fonction du niveau d'un réservoir) ou des commandes élaborées plus complexes.

III.8.1.2.b. Formule utilisée :

Formule de Darcy-Weisbach

La formule de Darcy-Weisbach est théoriquement la plus correcte et la plus largement utilisée en Europe. Elle s'applique à tous les régimes d'écoulement et à tous les liquides.

$$H_L = f \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g} = 0,0827 f \frac{L}{d^5} Q^2$$

III.4

Où:

HL = pertes de charges (m)

g = accélération de la pesanteur (m/s²)

L = longueur du tuyau (m)

d = diamètre du tuyau (m)

v = vitesse d'écoulement (m/s)

f = facteur de friction.

Q = débit (m³/s)

- Le facteur de friction est fonction de (ϵ/d) et le nombre de Reynolds,
- Le coefficient de rugosité relative, exprimé en unités de longueur.

Vérification de la vitesse dans le réseau :

On doit vérifier la vitesse au niveau de chaque tronçon. Cette vitesse doit être comprise dans l'intervalle [0.5 : 1.5] m/s même jusqu'à 2 m/s et ce pour éviter :

- L'accumulation des dépôts solides.
- L'érosion des conduites.
- L'effet du régime transitoire.

Cas de pointe actuel :

Le tableau suivant donne le débit, la vitesse et la perte de charge pour chaque tronçon :

Tableau III.N°30 : Calcul des paramètres hydrauliques R200. (cas de pointe actuel)

| Tronçon | Longueur (m) | Diamètre (mm) | Debit (l/s) | Vitesse (m/s) | PdC (m/km) |
|------------------------|--------------|---------------|-------------|---------------|------------|
| N _{R200} -N1 | 630 | 160 | 12,86 | 0,64 | 4,39 |
| N1 -N2 | 106 | 110 | 2,59 | 0,27 | 0,89 |
| N2 -N3 | 84 | 110 | 2,01 | 0,21 | 0,56 |
| N3 -N4 | 72 | 110 | 1,5 | 0,16 | 0,33 |
| N4 -N5 | 80 | 110 | 0,71 | 0,07 | 0,09 |
| N5 -N6 | 25 | 110 | 0,05 | 0,01 | 0,01 |
| N2 -N7 | 38 | 110 | 0,08 | 0,01 | 0,01 |
| N3 -N8 | 38 | 110 | 0,08 | 0,01 | 0,01 |
| N4 -N9 | 40 | 110 | 0,09 | 0,01 | 0,01 |
| N4 -N10 | 66 | 110 | 0,14 | 0,02 | 0,01 |
| N5 -N11 | 97 | 110 | 0,21 | 0,02 | 0,01 |
| N1 -N12 | 254 | 90 | 1,33 | 0,21 | 0,72 |
| N12 -N13 | 30 | 90 | 0,71 | 0,11 | 0,23 |
| N13 -N14 | 88 | 63 | 0,19 | 0,06 | 0,13 |
| N13 -N15 | 60 | 63 | 0,13 | 0,04 | 0,04 |
| N _{R200} -N72 | 650 | 160 | 3,01 | 0,15 | 0,3 |

Le tableau suivant donne la charge et la pression pour chaque nœud :

Tableau III.N°31 : Calcul des paramètres hydrauliques R200 (cas de pointe actuel)

| Nœuds | Altitude (m) | Demande de base (l/s) | Charge (m) | Pression (m) |
|------------------------|--------------|-----------------------|------------|--------------|
| Nœud N _{R200} | 855 | 2,849 | 855,58 | 0,58 |
| Nœud 1 | 807 | 2,189 | 852,82 | 45,82 |
| Nœud 2 | 808 | 0,498 | 852,73 | 44,73 |
| Nœud 3 | 806 | 0,424 | 852,68 | 46,68 |
| Nœud 4 | 804 | 0,564 | 852,66 | 48,66 |
| Nœud 5 | 796 | 0,441 | 852,65 | 56,65 |
| Nœud 6 | 795 | 0,055 | 852,65 | 57,65 |
| Nœud 7 | 805 | 0,083 | 852,73 | 47,73 |
| Nœud 8 | 806 | 0,083 | 852,68 | 46,68 |
| Nœud 9 | 799 | 0,087 | 852,65 | 53,65 |
| Nœud 10 | 800 | 0,144 | 852,65 | 52,65 |
| Nœud 11 | 797 | 0,212 | 852,65 | 55,65 |
| Nœud 12 | 805 | 0,621 | 852,64 | 47,64 |
| Nœud 13 | 809 | 0,389 | 852,63 | 43,63 |
| Nœud 14 | 812 | 0,192 | 852,62 | 40,62 |
| Nœud 15 | 811 | 0,131 | 852,63 | 41,63 |
| Nœud 72 | 827 | 1,42 | 855,39 | 28,39 |

La figure suivante représente la pression et la vitesse dans le réseau (R200) pour le cas de pointe actuel :

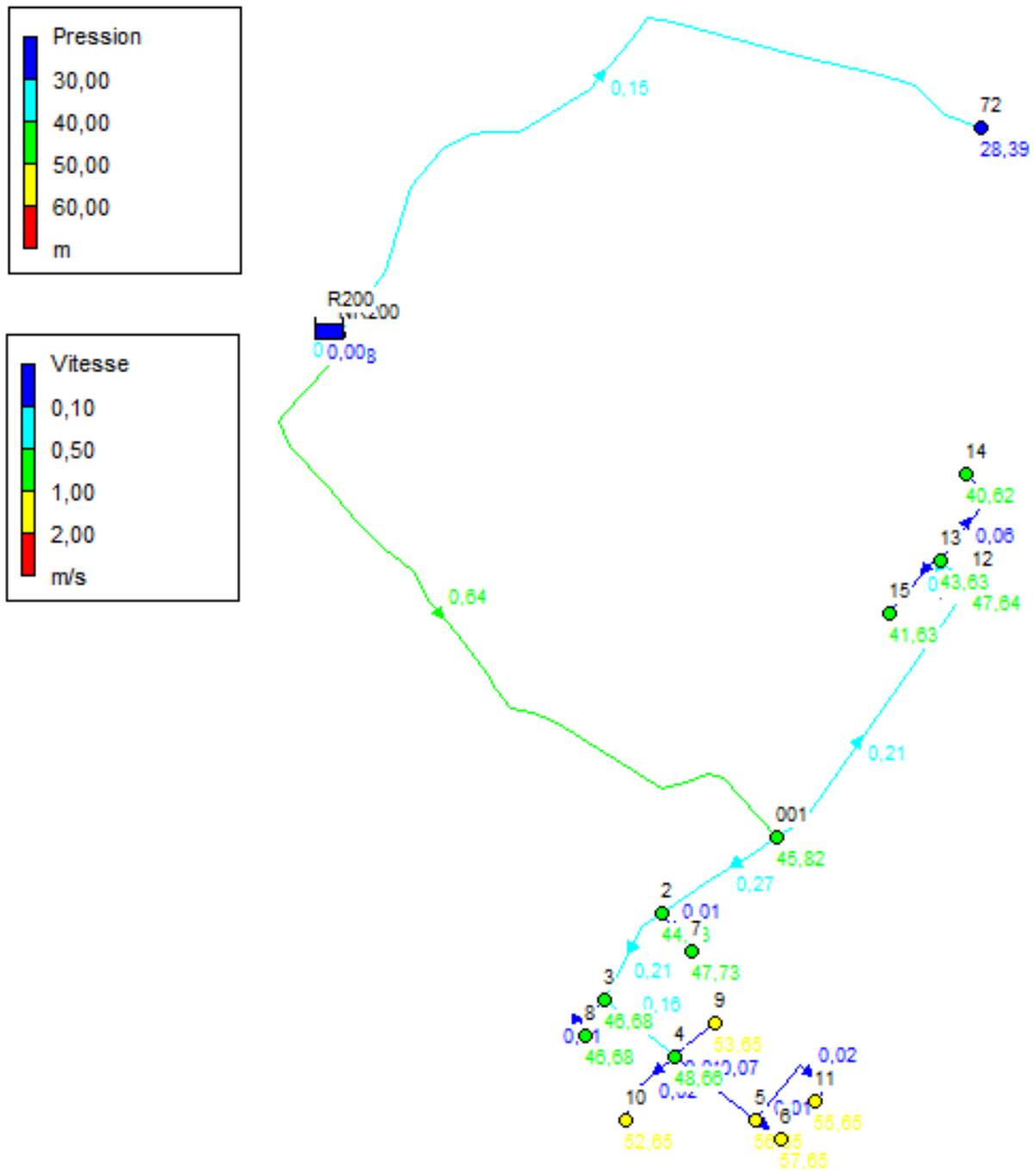


Fig. III.N°35 : Variation de vitesse et de pression dans le réseau R200 (cas de pointe actuel).

Les tableaux suivants donnent le débit, la vitesse et la perte de charge pour chaque tronçon :

Tableau III.N°32 : Calcul des paramètres hydrauliques R100 (cas de pointe actuel)

| Tronçon | Longueur (m) | Diamètre (mm) | Debit (l/s) | Vitesse (m/s) | PdC (m/km) |
|-----------|--------------|---------------|-------------|---------------|------------|
| R100 -N16 | 145 | 160 | 16,04 | 0,8 | 4,14 |
| N16 -N17 | 20 | 110 | 10,17 | 1,07 | 11,52 |
| N17 -N18 | 54 | 110 | 8,76 | 0,92 | 8,66 |
| N18 -N19 | 25 | 110 | 6,29 | 0,66 | 4,64 |
| N19 -N20 | 37 | 110 | 4,87 | 0,51 | 2,86 |
| N20 -N21 | 26 | 110 | 3,69 | 0,39 | 1,71 |
| N21 -N22 | 22 | 110 | 3,24 | 0,34 | 1,35 |
| N22 -N23 | 44 | 110 | 2,75 | 0,29 | 1 |
| N23 -N24 | 95 | 90 | 2,2 | 0,35 | 1,78 |
| N24 -N25 | 39 | 90 | 1,29 | 0,2 | 0,67 |
| N25 -N26 | 90 | 90 | 1,05 | 0,16 | 0,46 |
| N26 -N27 | 71 | 90 | 1,22 | 0,19 | 0,61 |
| N27 -N28 | 35 | 90 | 1,75 | 0,28 | 1,17 |
| N28 -N29 | 75 | 90 | -1,57 | 0,25 | 0,96 |
| N29 -N31 | 50 | 90 | 2,43 | 0,38 | 2,14 |
| N30 -N23 | 54 | 63 | 0,12 | 0,04 | 0,03 |
| N 31 -N32 | 59 | 90 | 1,39 | 0,22 | 0,77 |
| N 32 -N33 | 90 | 90 | -0,57 | 0,09 | 0,16 |
| N 33 -N34 | 72 | 90 | -3,26 | 0,51 | 3,69 |
| N 34 -N35 | 34 | 90 | -2,75 | 0,43 | 2,7 |
| N 35 -N18 | 97 | 90 | -2,07 | 0,33 | 1,6 |
| N 16 -N31 | 398 | 110 | 4,95 | 0,52 | 2,95 |
| N 17 -N74 | 165 | 110 | 0,88 | 0,09 | 0,13 |
| N 19 -N35 | 71 | 90 | 1,13 | 0,18 | 0,53 |
| N 20 -N34 | 66 | 90 | 0,89 | 0,14 | 0,35 |
| N 21 -N36 | 77 | 90 | 0,17 | 0,03 | 0,01 |

Tableau III.N°33 : Calcul des paramètres hydrauliques R100 (la suite).

| Tronçon | Longueur (m) | Diamètre (mm) | Debit (l/s) | Vitesse (m/s) | PdC (m/km) |
|-----------|--------------|---------------|-------------|---------------|------------|
| N 22 -N37 | 77 | 90 | 0,17 | 0,03 | 0,01 |
| N 25 -N38 | 57 | 90 | -0,17 | 0,03 | 0,01 |
| N 26 -N39 | 58 | 90 | -0,66 | 0,1 | 0,21 |
| N 27 -N39 | 122 | 90 | 1,03 | 0,16 | 0,45 |
| N 28 -N47 | 253 | 90 | 2,51 | 0,4 | 2,28 |
| N 29 -N44 | 30 | 90 | 0,51 | 0,08 | 0,13 |
| N 32 -N39 | 44 | 90 | -1,53 | 0,24 | 0,92 |
| N 33 -N38 | 30 | 90 | -1,44 | 0,23 | 0,82 |
| N 33 -N41 | 37 | 110 | 0,75 | 0,08 | 0,1 |
| N 41 -N42 | 24 | 110 | 0,05 | 0,01 | 0 |
| N 41 -N43 | 125 | 90 | 0,28 | 0,04 | 0,05 |
| N38 -N39 | 92 | 90 | 0,87 | 0,14 | 0,33 |
| N24 -N40 | 138 | 40 | -0,31 | 0,24 | 2,68 |
| N44 -N45 | 17 | 90 | 0,33 | 0,05 | 0,06 |
| N45 -N46 | 32 | 90 | 0,15 | 0,02 | 0,01 |
| N47 -N48 | 27 | 90 | 1,48 | 0,23 | 0,86 |
| N48 -N49 | 25 | 90 | 0,95 | 0,15 | 0,39 |
| N49 -N50 | 110 | 63 | 0,25 | 0,08 | 0,2 |
| N47 -N51 | 92 | 63 | 0,2 | 0,07 | 0,15 |
| N48 -N52 | 92 | 63 | 0,2 | 0,07 | 0,15 |
| N49 -N53 | 92 | 63 | 0,2 | 0,07 | 0,15 |
| N73 -N44 | 17 | 40 | 0,04 | 0,03 | 0,07 |
| N74 -N75 | 50 | 110 | 0,11 | 0,01 | 0 |
| N74 -N76 | 65 | 110 | 0,14 | 0,02 | 0 |
| N45 -N77 | 17 | 40 | 0,04 | 0,03 | 0,07 |
| N46 -N78 | 17 | 40 | 0,04 | 0,03 | 0,06 |

Les tableaux suivants donnent la charge et la pression pour chaque nœud :

Tableau III.N°34 : Calcul des paramètres hydrauliques R100(cas de pointe actuel)

| Noeuds | Altitude (m) | Demande de base (l/s) | Charge (m) | Pression (m) |
|---------|--------------|-----------------------|------------|--------------|
| Nœud 16 | 808 | 0,93 | 823,4 | 15,4 |
| Nœud 17 | 807 | 0,532 | 823,17 | 16,17 |
| Nœud 18 | 804 | 0,392 | 822,71 | 18,71 |
| Nœud 19 | 803 | 0,296 | 822,59 | 19,59 |
| Nœud 20 | 802 | 0,287 | 822,48 | 20,48 |
| Nœud 21 | 801 | 0,278 | 822,44 | 21,44 |
| Nœud 22 | 800 | 0,318 | 822,41 | 22,41 |
| Nœud 23 | 799 | 0,429 | 822,36 | 23,36 |
| Nœud 24 | 798 | 0,605 | 822,19 | 24,19 |
| Nœud 25 | 798 | 0,414 | 822,17 | 24,17 |
| Nœud 26 | 799 | 0,487 | 822,13 | 23,13 |
| Nœud 27 | 799 | 0,507 | 822,08 | 23,08 |
| Nœud 28 | 799 | 0,808 | 822,04 | 23,04 |
| Nœud 29 | 802 | 0,345 | 822,12 | 20,12 |
| Nœud 30 | 798 | 0,12 | 822,36 | 24,36 |
| Nœud 31 | 803 | 1,126 | 822,22 | 19,22 |
| Nœud 32 | 801 | 0,427 | 822,18 | 21,18 |
| Nœud 33 | 800 | 0,51 | 822,19 | 22,19 |
| Nœud 34 | 800 | 0,383 | 822,46 | 22,46 |
| Nœud 35 | 801 | 0,449 | 822,55 | 21,55 |
| Nœud 36 | 799 | 0,171 | 822,44 | 23,44 |
| Nœud 37 | 799 | 0,171 | 822,41 | 23,41 |
| Nœud 38 | 799 | 0,398 | 822,17 | 23,17 |
| Nœud 39 | 800 | 0,703 | 822,14 | 22,14 |
| Nœud 40 | 796 | 0,307 | 821,82 | 25,82 |

Tableau III.N°35 : Calcul des paramètres hydrauliques R100 (la suite).

| Noeuds | Altitude (m) | Demande de base (l/s) | Charge (m) | Pression (m) |
|---------------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Nœud 41 | 802 | 0,414 | 822,19 | 20,19 |
| Nœud 42 | 803 | 0,053 | 822,19 | 19,19 |
| Nœud 43 | 807 | 0,278 | 822,18 | 15,18 |
| Nœud 44 | 802 | 0,142 | 822,11 | 20,11 |
| Nœud 45 | 802 | 0,147 | 822,11 | 20,11 |
| Nœud 46 | 802 | 0,109 | 822,11 | 20,11 |
| Nœud 47 | 797 | 0,828 | 821,47 | 24,47 |
| Nœud 48 | 798 | 0,32 | 821,44 | 23,44 |
| Nœud 49 | 798 | 0,505 | 821,43 | 23,43 |
| Nœud 50 | 797 | 0,245 | 821,41 | 24,41 |
| Nœud 51 | 796 | 0,205 | 821,45 | 25,45 |
| Nœud 52 | 798 | 0,205 | 821,43 | 23,43 |
| Nœud 53 | 797 | 0,205 | 821,42 | 24,42 |
| Nœud 73 | 801 | 0,038 | 822,11 | 21,11 |
| Nœud 74 | 802 | 0,623 | 823,15 | 21,15 |
| Nœud 75 | 800 | 0,111 | 823,15 | 23,15 |
| Nœud 76 | 801 | 0,145 | 823,15 | 22,15 |
| Nœud 77 | 801 | 0,038 | 822,11 | 21,11 |
| Nœud 78 | 801 | 0,038 | 822,11 | 21,11 |

La figure suivante représente la pression et la vitesse dans le réseau (R100) pour le cas de pointe actuel :

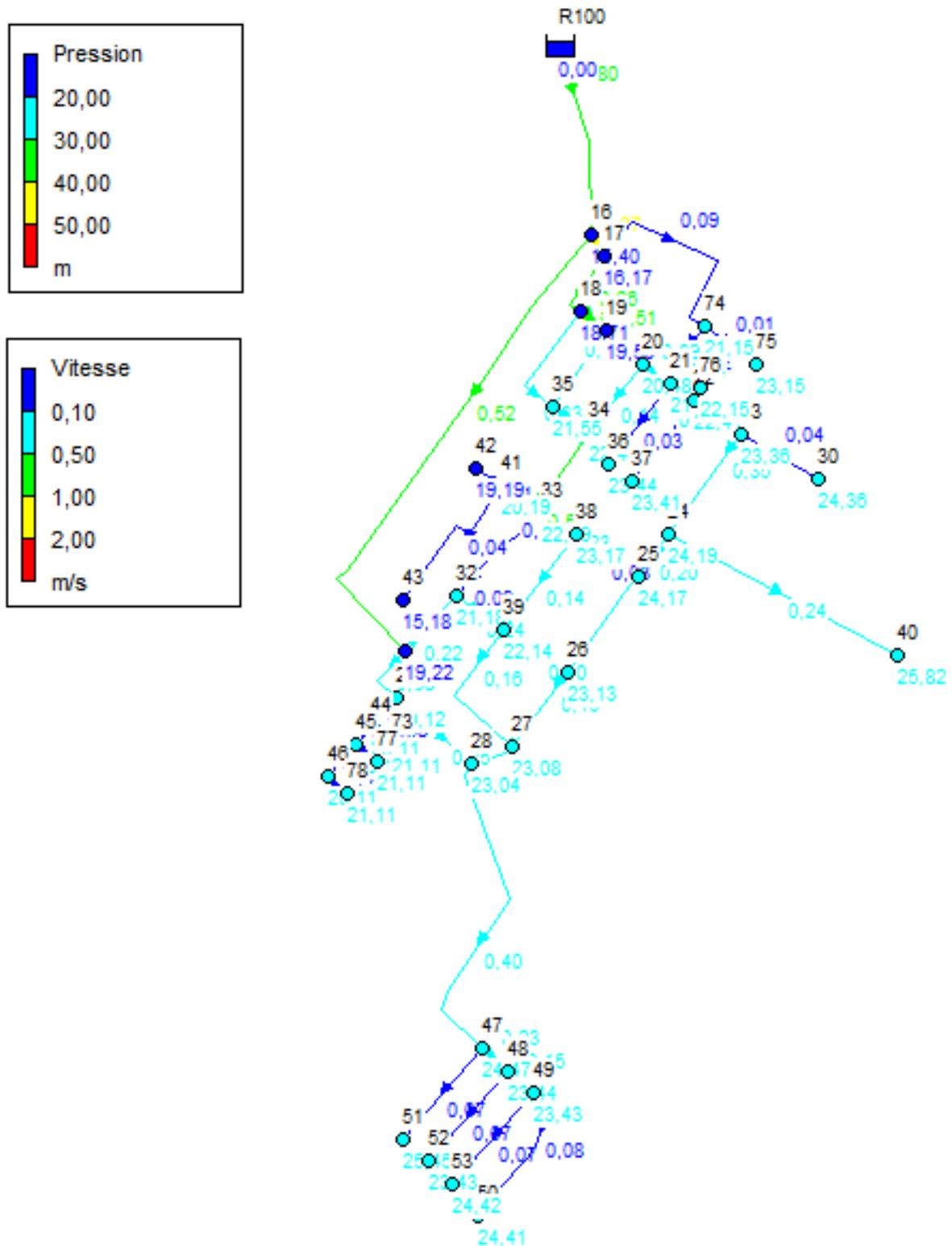


Fig. III.N°36 : Variation de vitesse et de pression dans le réseau R100 (cas de pointe actuel).

Le tableau suivant donne le débit, la vitesse et la perte de charge pour chaque tronçon :

Tableau III.N°36 : Calcul des paramètres hydrauliques R50 (cas de pointe actuel)

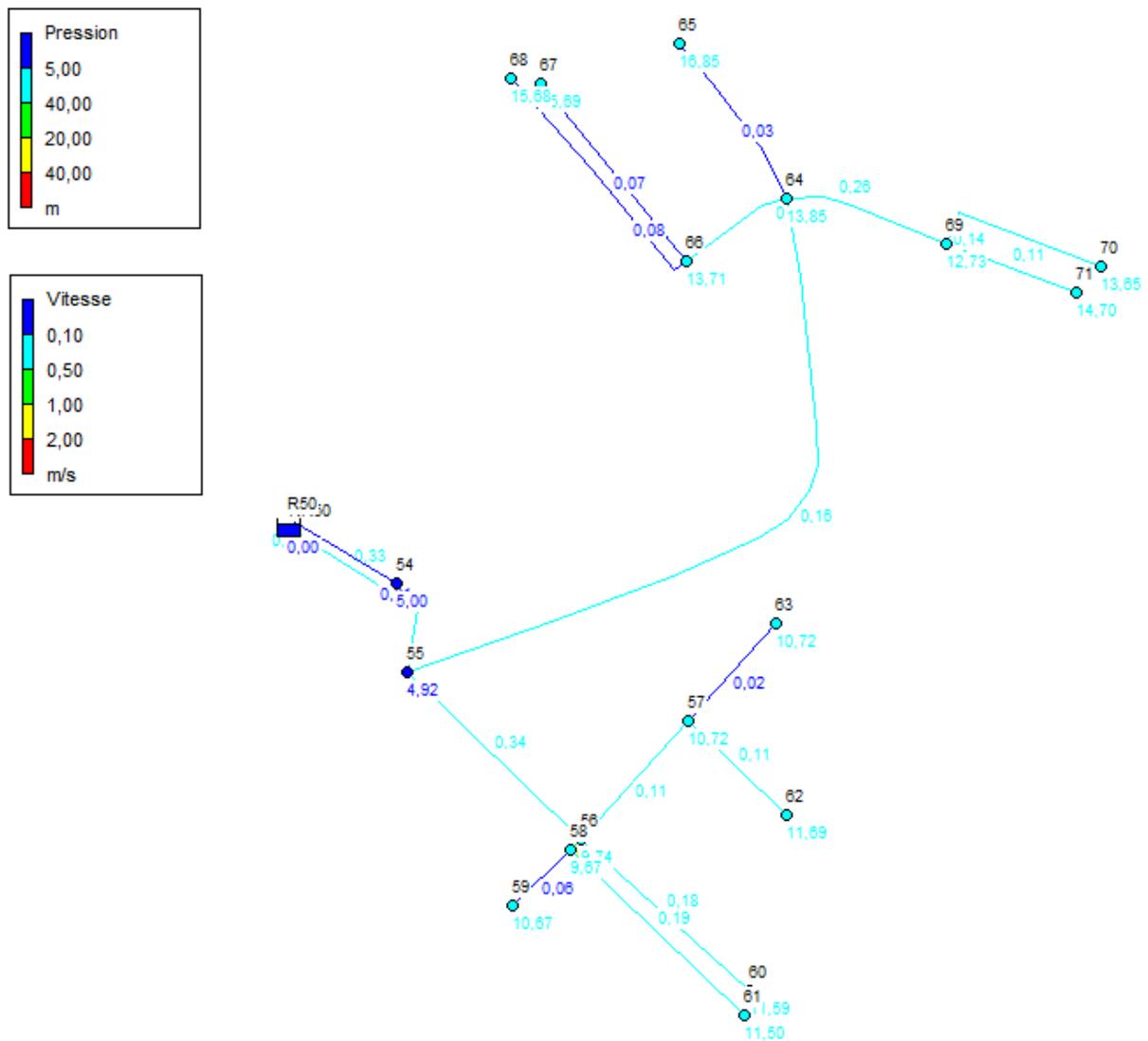
| Tronçon | Longueur (m) | Diamètre (mm) | Debit (l/s) | Vitesse (m/s) | PdC (m/km) |
|-----------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|
| N _{R50} -N54 | 51 | 110 | 0,11 | 0,01 | 0,88 |
| N _{R50} -N55 | 95 | 110 | 0,09 | 0,01 | 0 |
| N55 -N56 | 106 | 90 | 6,57 | 0,33 | 0,78 |
| N56 -N57 | 70 | 90 | 2,16 | 0,34 | 1,73 |
| N57 -N62 | 60 | 40 | 0,68 | 0,11 | 0,21 |
| N57 -N63 | 57 | 90 | 0,13 | 0,11 | 0,62 |
| N56 -N58 | 6 | 40 | 0,13 | 0,02 | 0,01 |
| N56 -N60 | 99 | 40 | 0,64 | 0,51 | 10,28 |
| N58 -N59 | 36 | 40 | 0,22 | 0,18 | 1,48 |
| N58 -N61 | 105 | 40 | 0,08 | 0,06 | 0,15 |
| N55 -N64 | 324 | 160 | 0,23 | 0,19 | 1,65 |
| N64 -N65 | 83 | 90 | 3,24 | 0,16 | 0,22 |
| N64 -N66 | 51 | 63 | 0,19 | 0,03 | 0,01 |
| N66 -N67 | 100 | 63 | 1,08 | 0,34 | 2,79 |
| N66 -N68 | 116 | 63 | 0,22 | 0,07 | 0,17 |
| N64 -N69 | 75 | 63 | 0,26 | 0,08 | 0,22 |
| N69 -N70 | 81 | 40 | 0,8 | 0,26 | 1,61 |
| N69 -N71 | 60 | 40 | 0,18 | 0,14 | 1,04 |

Le tableau suivant donne la charge et la pression pour chaque nœud :

Tableau III.N°37 : Calcul des paramètres hydrauliques R50(cas de pointe actuel)

| Nœuds | Altitude (m) | Demande de base (l/s) | Charge (m) | Pression (m) |
|-----------------------|--------------|-----------------------|------------|--------------|
| Nœud N _{R50} | 804 | 0,325 | 805 | 1 |
| Nœud 54 | 800 | 0,113 | 805 | 5 |
| Nœud 55 | 800 | 1,168 | 804,92 | 4,92 |
| Nœud 56 | 795 | 0,625 | 804,74 | 9,74 |
| Nœud 57 | 794 | 0,416 | 804,72 | 10,72 |
| Nœud 58 | 795 | 0,327 | 804,67 | 9,67 |
| Nœud 59 | 794 | 0,08 | 804,67 | 10,67 |
| Nœud 60 | 793 | 0,22 | 804,59 | 11,59 |
| Nœud 61 | 793 | 0,234 | 804,5 | 11,5 |
| Nœud 62 | 793 | 0,134 | 804,69 | 11,69 |
| Nœud 63 | 794 | 0,127 | 804,72 | 10,72 |
| Nœud 64 | 791 | 1,186 | 804,85 | 13,85 |
| Nœud 65 | 788 | 0,185 | 804,85 | 16,85 |
| Nœud 66 | 791 | 0,594 | 804,71 | 13,71 |
| Nœud 67 | 789 | 0,223 | 804,69 | 15,69 |
| Nœud 68 | 789 | 0,258 | 804,68 | 15,68 |
| Nœud 69 | 792 | 0,481 | 804,73 | 12,73 |
| Nœud 70 | 791 | 0,18 | 804,65 | 13,65 |
| Nœud 71 | 790 | 0,134 | 804,7 | 14,7 |

La figure suivante représente la pression et la vitesse dans le réseau (R50) pour le cas de



pointe actuel :

Fig. III.N°37 : Variation de vitesse et de pression dans le réseau R50 (cas de pointe actuel).

Cas de pointe + incendie actuel :

Le tableau suivant donne le débit, la vitesse et la perte de charge pour chaque tronçon :

Tableau III.N°38 : Calcul des paramètres hydrauliques R200 (cas de pointe + inc actuel)

| Tronçon | Longueur (m) | Diamètre (mm) | Debit (l/s) | Vitesse (m/s) | PdC (m/km) |
|------------------------|--------------|---------------|-------------|---------------|------------|
| N _{R200} -N1 | 630 | 160 | 11,9 | 0,64 | 4,39 |
| N1 -N2 | 106 | 110 | 2,59 | 0,27 | 0,89 |
| N2 -N3 | 84 | 110 | 2,01 | 0,21 | 0,56 |
| N3 -N4 | 72 | 110 | 1,5 | 0,16 | 0,33 |
| N4 -N5 | 80 | 110 | 0,71 | 0,07 | 0,09 |
| N5 -N6 | 25 | 110 | 0,05 | 0,01 | 0,01 |
| N2 -N7 | 38 | 110 | 0,08 | 0,01 | 0,01 |
| N3 -N8 | 38 | 110 | 0,08 | 0,01 | 0,01 |
| N4 -N9 | 40 | 110 | 0,09 | 0,01 | 0,01 |
| N4 -N10 | 66 | 110 | 0,14 | 0,02 | 0,01 |
| N5 -N11 | 97 | 110 | 0,21 | 0,02 | 0,01 |
| N1 -N12 | 254 | 90 | 1,33 | 0,21 | 0,72 |
| N12 -N13 | 30 | 90 | 0,71 | 0,11 | 0,23 |
| N13 -N14 | 88 | 63 | 0,19 | 0,06 | 0,13 |
| N13 -N15 | 60 | 63 | 0,13 | 0,04 | 0,04 |
| N _{R200} -N72 | 650 | 160 | 12,01 | 0,69 | 4,96 |

Le tableau suivant donne la charge et la pression pour chaque nœud :

Tableau III.N°39 : Calcul des paramètres hydrauliques R200 (cas de pointe + inc actuel)

| Nœuds | Altitude (m) | Demande de base (l/s) | Charge (m) | Pression (m) |
|------------------------|--------------|-----------------------|------------|--------------|
| Nœud N _{R200} | 855 | 2,849 | 855,58 | 0,58 |
| Nœud 1 | 807 | 2,189 | 852,82 | 45,82 |
| Nœud 2 | 808 | 0,498 | 852,73 | 44,73 |
| Nœud 3 | 806 | 0,424 | 852,68 | 46,68 |
| Nœud 4 | 804 | 0,564 | 852,66 | 48,66 |
| Nœud 5 | 796 | 0,441 | 852,65 | 56,65 |
| Nœud 6 | 795 | 0,055 | 852,65 | 57,65 |
| Nœud 7 | 805 | 0,083 | 852,73 | 47,73 |
| Nœud 8 | 806 | 0,083 | 852,68 | 46,68 |
| Nœud 9 | 799 | 0,087 | 852,65 | 53,65 |
| Nœud 10 | 800 | 0,144 | 852,65 | 52,65 |
| Nœud 11 | 797 | 0,212 | 852,65 | 55,65 |
| Nœud 12 | 805 | 0,621 | 852,64 | 47,64 |
| Nœud 13 | 809 | 0,389 | 852,63 | 43,63 |
| Nœud 14 | 812 | 0,192 | 852,62 | 40,62 |
| Nœud 15 | 811 | 0,131 | 852,63 | 41,63 |
| Nœud 72 | 827 | 6,52 | 852,35 | 25,35 |

La figure suivante représente la pression et la vitesse dans le réseau (R200) pour le cas de pointe + incendie actuel :

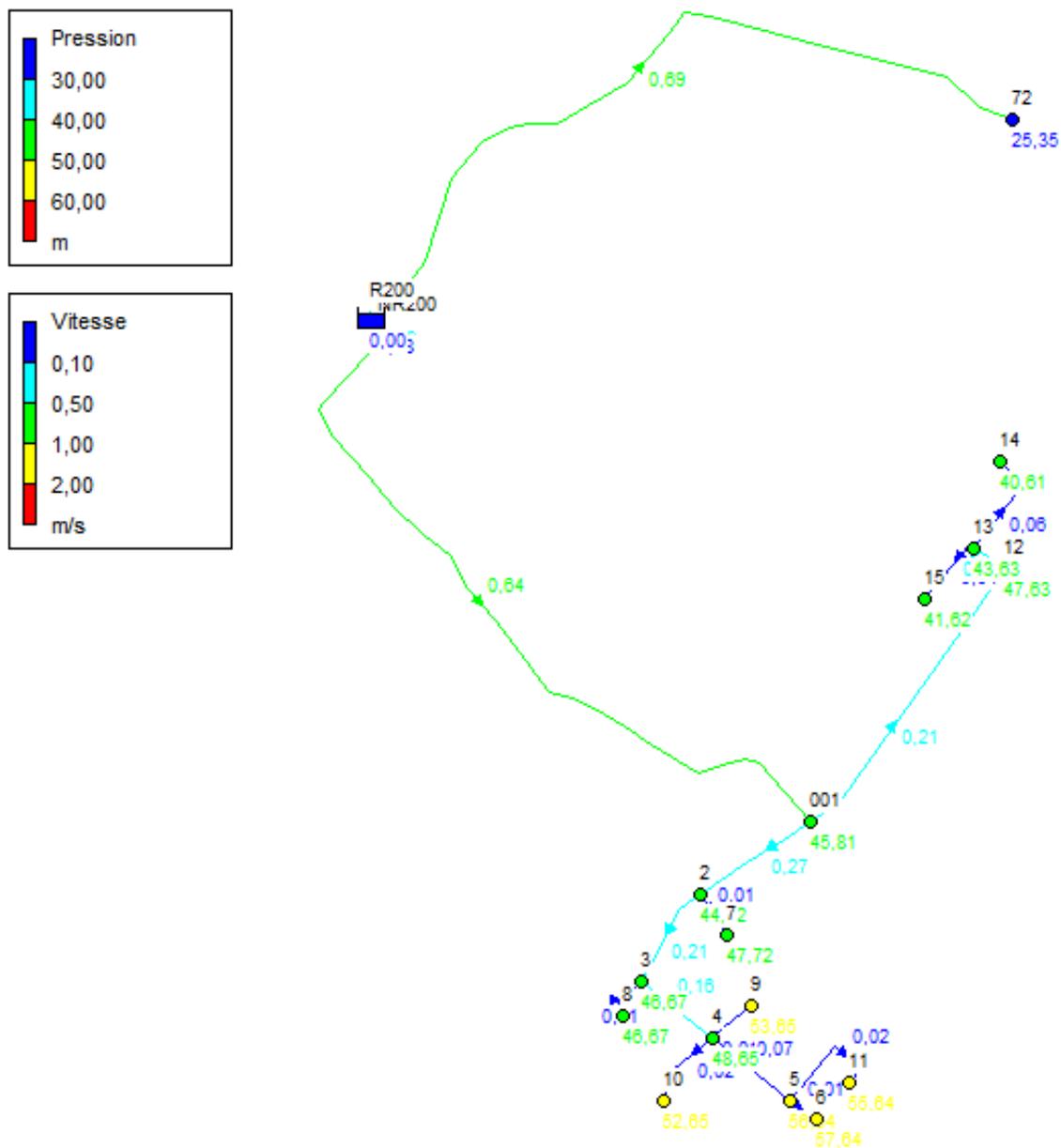


Fig. III.N°38 : Variation de vitesse et de pression dans le réseau R200 (cas de pointe + incendie actuel).

Les tableaux suivants donnent le débit, la vitesse et la perte de charge pour chaque tronçon :

Tableau III.N°40 : Calcul des paramètres hydrauliques R100 (cas de pointe + inc actuel)

| Tronçon | Longueur (m) | Diamètre (mm) | Debit (l/s) | Vitesse (m/s) | PdC (m/km) |
|-----------|--------------|---------------|-------------|---------------|------------|
| R100 -N16 | 145 | 160 | 24,54 | 1,22 | 9,31 |
| N16 -N17 | 20 | 110 | 15,19 | 1,6 | 24,88 |
| N17 -N18 | 54 | 110 | 13,77 | 1,45 | 20,62 |
| N18 -N19 | 25 | 110 | 10,03 | 1,06 | 11,23 |
| N19 -N20 | 37 | 110 | 7,89 | 0,83 | 7,11 |
| N20 -N21 | 26 | 110 | 5,8 | 0,61 | 3,97 |
| N21 -N22 | 22 | 110 | 5,35 | 0,56 | 3,42 |
| N22 -N23 | 44 | 110 | 4,86 | 0,51 | 2,86 |
| N23 -N24 | 95 | 90 | 4,31 | 0,68 | 6,22 |
| N24 -N25 | 39 | 90 | 3,4 | 0,53 | 3,99 |
| N25 -N26 | 90 | 90 | 2,92 | 0,46 | 3 |
| N26 -N27 | 71 | 90 | 4,08 | 0,64 | 5,62 |
| N27 -N28 | 35 | 90 | 6,87 | 1,08 | 15,04 |
| N28 -N29 | 75 | 90 | -4,96 | 0,78 | 8,1 |
| N29 -N31 | 50 | 90 | 5,81 | 0,91 | 10,96 |
| N30 -N23 | 54 | 63 | 0,12 | 0,04 | 0,03 |
| N 31 -N32 | 59 | 90 | 1,49 | 0,23 | 0,87 |
| N 32 -N33 | 90 | 90 | -2,07 | 0,33 | 1,59 |
| N 33 -N34 | 72 | 90 | -6,17 | 0,97 | 12,28 |
| N 34 -N35 | 34 | 90 | -4,75 | 0,75 | 7,47 |
| N 35 -N18 | 97 | 90 | -3,35 | 0,53 | 3,88 |
| N 16 -N31 | 398 | 110 | 8,43 | 0,89 | 8,06 |
| N 17 -N74 | 165 | 110 | 0,88 | 0,09 | 0,13 |
| N 19 -N35 | 71 | 90 | 1,84 | 0,29 | 1,29 |
| N 20 -N34 | 66 | 90 | 1,81 | 0,28 | 1,25 |
| N 21 -N36 | 77 | 90 | 0,17 | 0,03 | 0,01 |

Tableau III.N°41 : Calcul des paramètres hydrauliques R100 (la suite).

| Tronçon | Longueur (m) | Diamètre (mm) | Debit (l/s) | Vitesse (m/s) | PdC (m/km) |
|----------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|
| N 22 -N37 | 77 | 90 | 0,17 | 0,03 | 0,01 |
| N 25 -N38 | 57 | 90 | 0,07 | 0,01 | 0 |
| N 26 -N39 | 58 | 90 | -1,65 | 0,26 | 1,06 |
| N 27 -N39 | 122 | 90 | 3,29 | 0,52 | 3,76 |
| N 28 -N47 | 253 | 90 | 11,01 | 1,73 | 37,29 |
| N 29 -N44 | 30 | 90 | 0,51 | 0,08 | 0,13 |
| N 32 -N39 | 44 | 90 | -3,13 | 0,49 | 3,42 |
| N 33 -N38 | 30 | 90 | -2,85 | 0,45 | 2,87 |
| N 33 -N41 | 37 | 110 | 0,75 | 0,08 | 0,1 |
| N 41 -N42 | 24 | 110 | 0,05 | 0,01 | 0 |
| N 41 -N43 | 125 | 90 | 0,28 | 0,04 | 0,05 |
| N38 -N39 | 92 | 90 | 2,52 | 0,4 | 2,28 |
| N24 -N40 | 138 | 40 | -0,31 | 0,24 | 2,68 |
| N44 -N45 | 17 | 90 | 0,33 | 0,05 | 0,06 |
| N45 -N46 | 32 | 90 | 0,15 | 0,02 | 0,01 |
| N47 -N48 | 27 | 90 | 9,98 | 1,57 | 30,84 |
| N48 -N49 | 25 | 90 | 9,45 | 1,49 | 27,79 |
| N49 -N50 | 110 | 63 | 8,74 | 2,81 | 149 |
| N47 -N51 | 92 | 63 | 0,2 | 0,07 | 0,15 |
| N48 -N52 | 92 | 63 | 0,2 | 0,07 | 0,15 |
| N49 -N53 | 92 | 63 | 0,2 | 0,07 | 0,15 |
| N73 -N44 | 17 | 40 | 0,04 | 0,03 | 0,06 |
| N74 -N75 | 50 | 110 | 0,11 | 0,01 | 0 |
| N74 -N76 | 65 | 110 | 0,14 | 0,02 | 0 |
| N45 -N77 | 17 | 40 | 0,04 | 0,03 | 0,07 |
| N46 -N78 | 17 | 40 | 0,04 | 0,03 | 0,07 |

Les tableaux suivants donnent la charge et la pression pour chaque nœud :

Tableau III.N°42 : Calcul des paramètres hydrauliques R100(cas de pointe + inc actuel)

| Noeuds | Altitude (m) | Demande de base (l/s) | Charge (m) | Pression (m) |
|---------|--------------|-----------------------|------------|--------------|
| Nœud 16 | 808 | 0,93 | 822,65 | 14,65 |
| Nœud 17 | 807 | 0,532 | 822,15 | 15,15 |
| Nœud 18 | 804 | 0,392 | 821,05 | 17,05 |
| Nœud 19 | 803 | 0,296 | 820,76 | 17,76 |
| Nœud 20 | 802 | 0,287 | 820,5 | 18,5 |
| Nœud 21 | 801 | 0,278 | 820,39 | 19,39 |
| Nœud 22 | 800 | 0,318 | 820,32 | 20,32 |
| Nœud 23 | 799 | 0,429 | 820,19 | 21,19 |
| Nœud 24 | 798 | 0,605 | 819,6 | 21,6 |
| Nœud 25 | 798 | 0,414 | 819,45 | 21,45 |
| Nœud 26 | 799 | 0,487 | 819,18 | 20,18 |
| Nœud 27 | 799 | 0,507 | 818,78 | 19,78 |
| Nœud 28 | 799 | 0,808 | 818,28 | 19,28 |
| Nœud 29 | 802 | 0,345 | 818,89 | 16,89 |
| Nœud 30 | 798 | 0,12 | 820,19 | 22,19 |
| Nœud 31 | 803 | 1,126 | 819,44 | 16,44 |
| Nœud 32 | 801 | 0,427 | 819,39 | 18,39 |
| Nœud 33 | 800 | 0,51 | 819,53 | 19,53 |
| Nœud 34 | 800 | 0,383 | 820,42 | 20,42 |
| Nœud 35 | 801 | 0,449 | 820,67 | 19,67 |
| Nœud 36 | 799 | 0,171 | 820,39 | 21,39 |
| Nœud 37 | 799 | 0,171 | 820,32 | 21,32 |
| Nœud 38 | 799 | 0,398 | 819,45 | 20,45 |
| Nœud 39 | 800 | 0,703 | 819,24 | 19,24 |
| Nœud 40 | 796 | 0,307 | 819,23 | 23,23 |

Tableau III.N°43 : Calcul des paramètres hydrauliques R100 (la suite).

| Noeuds | Altitude (m) | Demande de base (l/s) | Charge (m) | Pression (m) |
|---------------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Nœud 41 | 802 | 0,414 | 819,53 | 17,53 |
| Nœud 42 | 803 | 0,053 | 819,53 | 16,53 |
| Nœud 43 | 807 | 0,278 | 819,52 | 12,52 |
| Nœud 44 | 802 | 0,142 | 818,89 | 16,89 |
| Nœud 45 | 802 | 0,147 | 818,89 | 16,89 |
| Nœud 46 | 802 | 0,109 | 818,89 | 16,89 |
| Nœud 47 | 797 | 0,828 | 808,84 | 11,84 |
| Nœud 48 | 798 | 0,32 | 808,03 | 10,03 |
| Nœud 49 | 798 | 0,505 | 807,33 | 9,33 |
| Nœud 50 | 797 | 8,745 | 790,82 | -6,18 |
| Nœud 51 | 796 | 0,205 | 808,83 | 12,83 |
| Nœud 52 | 798 | 0,205 | 808,01 | 10,01 |
| Nœud 53 | 797 | 0,205 | 807,31 | 10,31 |
| Nœud 73 | 801 | 0,038 | 818,89 | 17,89 |
| Nœud 74 | 802 | 0,623 | 822,13 | 20,13 |
| Nœud 75 | 800 | 0,111 | 822,13 | 22,13 |
| Nœud 76 | 801 | 0,145 | 822,13 | 21,13 |
| Nœud 77 | 801 | 0,038 | 818,88 | 17,88 |
| Nœud 78 | 801 | 0,038 | 818,88 | 17,88 |

La figure suivante représente la pression et la vitesse dans le réseau (R100) pour le cas de pointe + incendie actuel :

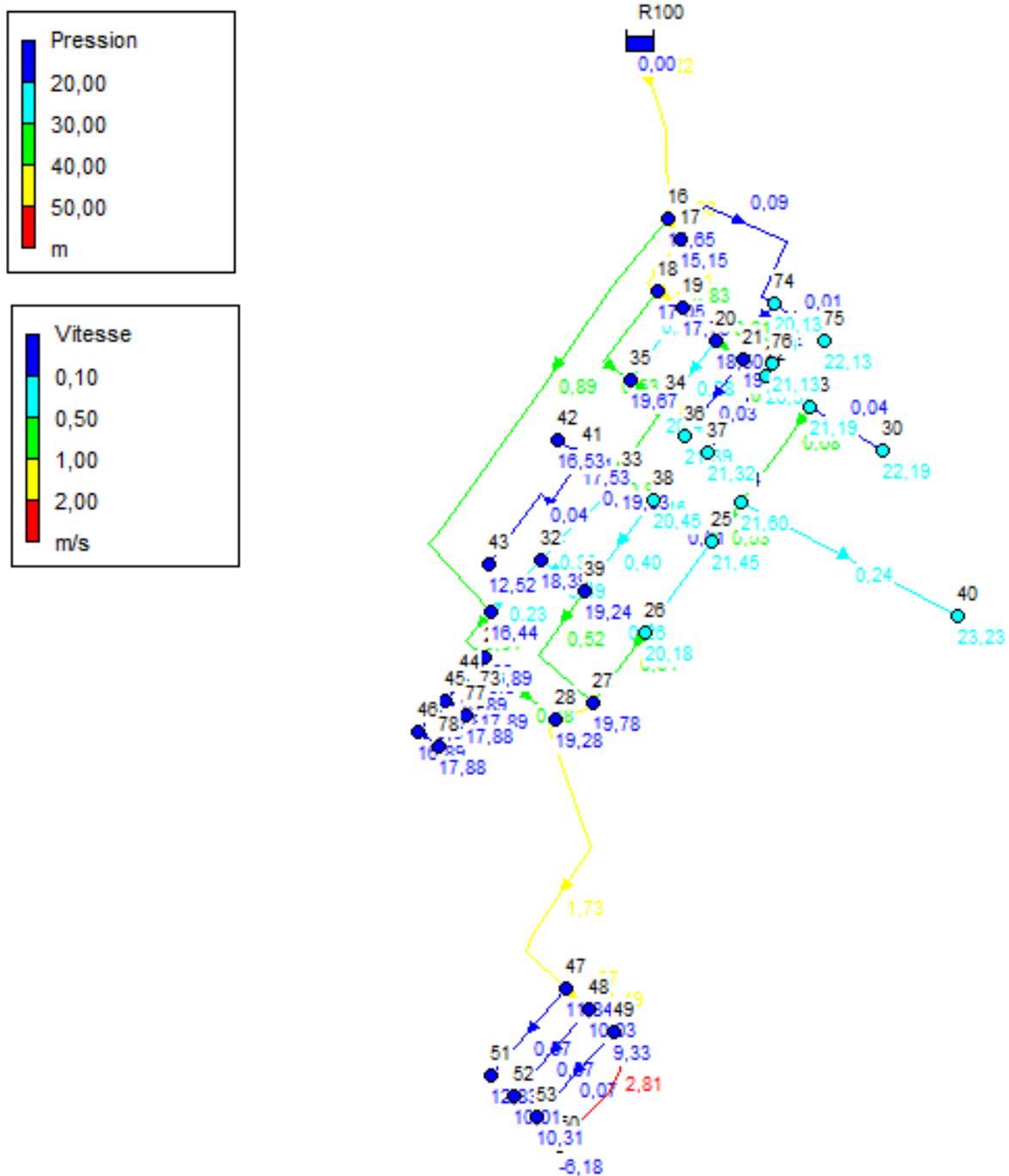


Fig. III.N°39 : Variation de vitesse et de pression dans le réseau R100 (cas de pointe + incendie actuel).

Le tableau suivant donne le débit, la vitesse et la perte de charge pour chaque tronçon :

Tableau III.N°44 : Calcul des paramètres hydrauliques R50 (cas de pointe + inc actuel)

| Tronçon | Longueur (m) | Diamètre (mm) | Debit (l/s) | Vitesse (m/s) | PdC (m/km) |
|-----------------------|--------------|---------------|-------------|---------------|------------|
| N _{R50} -N54 | 51 | 110 | 0,11 | 0,01 | 0 |
| N _{R50} -N55 | 95 | 110 | 9,97 | 0,5 | 1,69 |
| N55 -N56 | 106 | 90 | 2,16 | 0,34 | 1,73 |
| N56 -N57 | 70 | 90 | 0,68 | 0,11 | 0,21 |
| N57 -N62 | 60 | 40 | 0,13 | 0,11 | 0,62 |
| N57 -N63 | 57 | 90 | 0,13 | 0,02 | 0,01 |
| N56 -N58 | 6 | 40 | 0,64 | 0,51 | 10,28 |
| N56 -N60 | 99 | 40 | 0,22 | 0,18 | 1,48 |
| N58 -N59 | 36 | 40 | 0,08 | 0,06 | 0,15 |
| N58 -N61 | 105 | 40 | 0,23 | 0,19 | 1,65 |
| N55 -N64 | 324 | 160 | 6,64 | 0,33 | 0,8 |
| N64 -N65 | 83 | 90 | 0,19 | 0,03 | 0,01 |
| N64 -N66 | 51 | 63 | 4,47 | 1,44 | 40,7 |
| N66 -N67 | 100 | 63 | 0,22 | 0,07 | 0,17 |
| N66 -N68 | 116 | 63 | 3,66 | 1,17 | 27,66 |
| N64 -N69 | 75 | 63 | 0,8 | 0,26 | 1,61 |
| N69 -N70 | 81 | 40 | 0,18 | 0,14 | 1,04 |
| N69 -N71 | 60 | 40 | 0,13 | 0,11 | 0,62 |

Le tableau suivant donne la charge et la pression pour chaque nœud :

Tableau III.N°45 : Calcul des paramètres hydrauliques R50(cas de pointe + inc actuel)

| Noeuds | Altitude (m) | Demande de base (l/s) | Charge (m) | Pression (m) |
|-----------------------|--------------|-----------------------|------------|--------------|
| Nœud N _{R50} | 804 | 0,325 | 804,94 | 0,94 |
| Nœud 54 | 800 | 0,113 | 804,94 | 4,94 |
| Nœud 55 | 800 | 1,168 | 804,78 | 4,78 |
| Nœud 56 | 795 | 0,625 | 804,6 | 9,6 |
| Nœud 57 | 794 | 0,416 | 804,58 | 10,58 |
| Nœud 58 | 795 | 0,327 | 804,53 | 9,53 |
| Nœud 59 | 794 | 0,08 | 804,53 | 10,53 |
| Nœud 60 | 793 | 0,22 | 804,45 | 11,45 |
| Nœud 61 | 793 | 0,234 | 804,36 | 11,36 |
| Nœud 62 | 793 | 0,134 | 804,55 | 11,55 |
| Nœud 63 | 794 | 0,127 | 804,58 | 10,58 |
| Nœud 64 | 791 | 1,186 | 804,52 | 13,52 |
| Nœud 65 | 788 | 0,185 | 804,52 | 16,52 |
| Nœud 66 | 791 | 0,594 | 802,41 | 11,41 |
| Nœud 67 | 789 | 0,223 | 802,39 | 13,39 |
| Nœud 68 | 789 | 3,658 | 799,19 | 10,19 |
| Nœud 69 | 792 | 0,481 | 804,4 | 12,4 |
| Nœud 70 | 791 | 0,18 | 804,32 | 13,32 |
| Nœud 71 | 790 | 0,134 | 804,37 | 14,37 |

La figure suivante représente la pression et la vitesse dans le réseau (R50) pour le cas de pointe + incendie actuel :

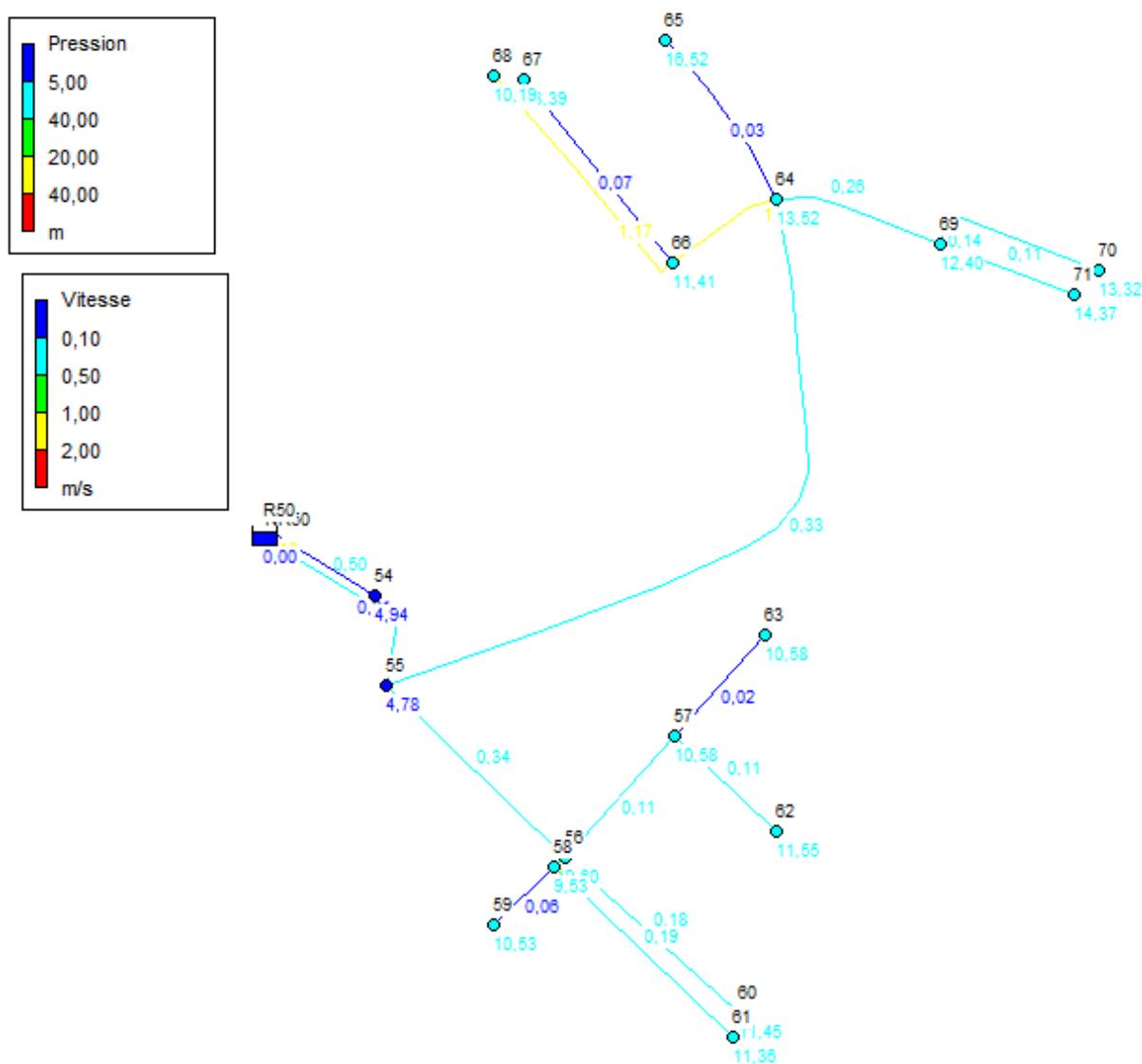


Fig. III.N°40 : Variation de vitesse et de pression dans le réseau R50 (cas de pointe + incendie actuel).

- **Cas de pointe long terme :**

Le tableau suivant donne le débit, la vitesse et la perte de charge pour chaque tronçon :

Tableau III.N°46 : Calcul des paramètres hydrauliques R200 (Cas de pointe long terme)

| Tronçon | Longueur (m) | Diamètre (mm) | Débit (l/s) | Vitesse (m/s) | PdC (m/km) |
|------------------------|--------------|---------------|-------------|---------------|------------|
| N _{R200} -N1 | 630 | 110 | 11,7 | 1,23 | 15,07 |
| N1 -N2 | 106 | 110 | 4,93 | 0,52 | 2,94 |
| N2 -N3 | 84 | 110 | 3,81 | 0,4 | 1,82 |
| N3 -N4 | 72 | 110 | 2,83 | 0,3 | 1,05 |
| N4 -N5 | 80 | 110 | 1,37 | 0,14 | 0,28 |
| N5 -N6 | 25 | 110 | 0,11 | 0,01 | 0 |
| N2 -N7 | 38 | 110 | 0,16 | 0,02 | 0 |
| N3 -N8 | 38 | 110 | 0,16 | 0,02 | 0 |
| N4 -N9 | 40 | 110 | 0,09 | 0,01 | 0,01 |
| N4 -N10 | 66 | 110 | 0,28 | 0,03 | 0,01 |
| N5 -N11 | 97 | 110 | 0,41 | 0,04 | 0,03 |
| N1 -N12 | 254 | 90 | 2,58 | 0,41 | 2,39 |
| N12 -N13 | 30 | 90 | 1,38 | 0,22 | 0,76 |
| N13 -N14 | 88 | 63 | 0,37 | 0,12 | 0,42 |
| N13 -N15 | 60 | 63 | 0,25 | 0,08 | 0,21 |
| N _{R200} -N72 | 650 | 110 | 2,75 | 0,29 | 1 |

Le tableau suivant donne la charge et la pression pour chaque nœud :

Tableau III.N°47 : Calcul des paramètres hydrauliques R200 (Cas de pointe long terme)

| Noeuds | Altitude (m) | Demande de base (l/s) | Charge (m) | Pression (m) |
|------------------------|--------------|-----------------------|------------|--------------|
| Nœud N _{R200} | 855 | 2,94 | 855,57 | 0,57 |
| Nœud 1 | 807 | 4,188 | 846,09 | 39,09 |
| Nœud 2 | 808 | 0,964 | 845,78 | 37,78 |
| Nœud 3 | 806 | 0,821 | 845,63 | 39,63 |
| Nœud 4 | 804 | 1,091 | 845,55 | 41,55 |
| Nœud 5 | 796 | 0,854 | 845,53 | 49,53 |
| Nœud 6 | 795 | 0,106 | 845,53 | 50,53 |
| Nœud 7 | 805 | 0,161 | 845,78 | 40,78 |
| Nœud 8 | 806 | 0,161 | 845,63 | 39,63 |
| Nœud 9 | 799 | 0,087 | 845,55 | 46,55 |
| Nœud 10 | 800 | 0,279 | 845,55 | 45,55 |
| Nœud 11 | 797 | 0,41 | 845,53 | 48,53 |
| Nœud 12 | 805 | 1,201 | 845,49 | 40,49 |
| Nœud 13 | 809 | 0,753 | 845,46 | 36,46 |
| Nœud 14 | 812 | 0,372 | 845,43 | 33,43 |
| Nœud 15 | 811 | 0,254 | 845,45 | 34,45 |
| Nœud 72 | 827 | 2,75 | 854,93 | 27,93 |

La figure suivante représente la pression et la vitesse dans le réseau (R200) pour le cas de pointe long terme :

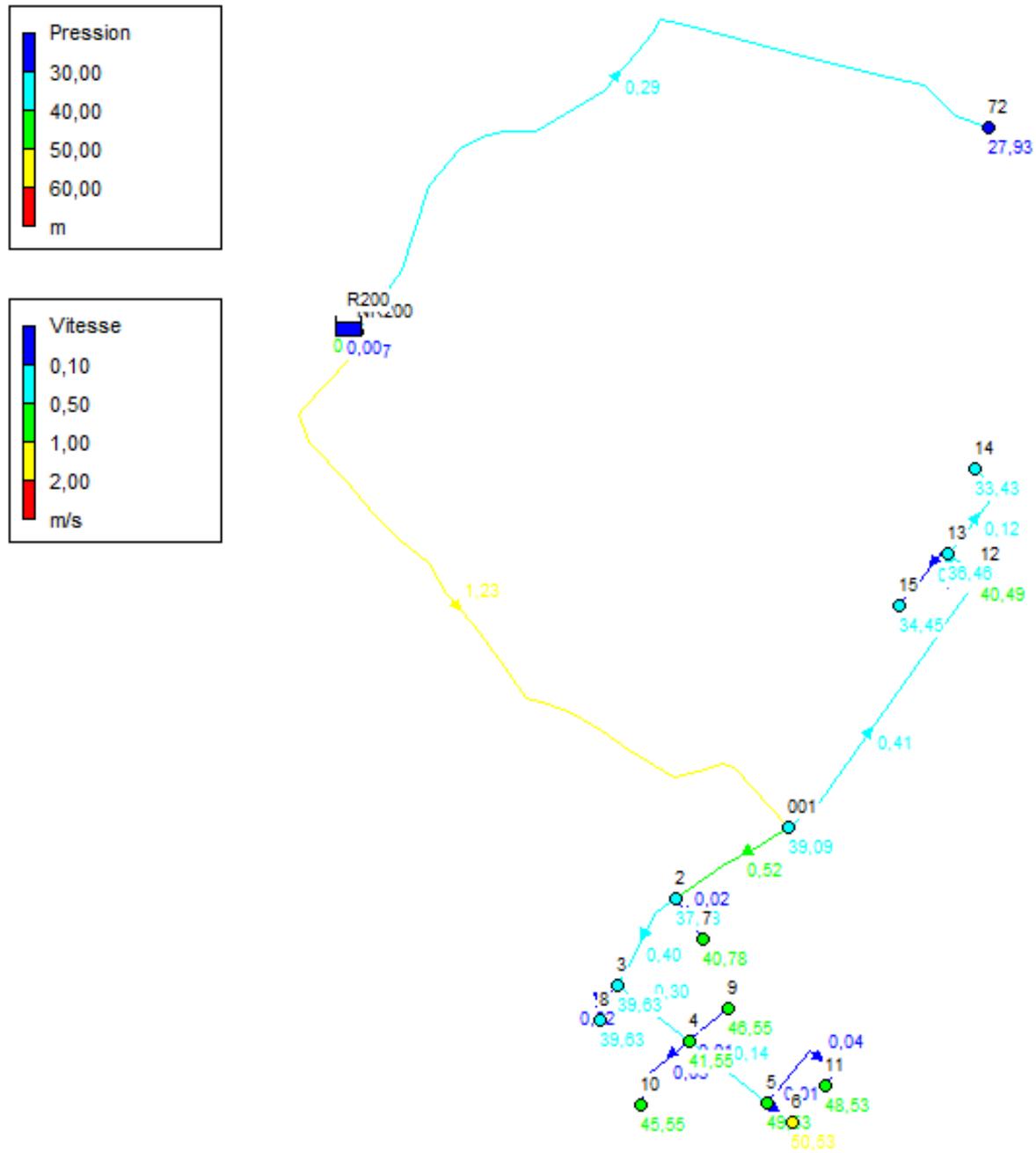


Fig. III.N°41 : Variation de vitesse et de pression dans le réseau R200 (cas de pointe long terme).

Les tableaux suivants donnent le débit, la vitesse et la perte de charge pour chaque tronçon :

Tableau III.N°48 : Calcul des paramètres hydrauliques R100 (Cas de pointe long terme)

| Tronçon | Longueur (m) | Diamètre (mm) | Debit (l/s) | Vitesse (m/s) | PdC (m/km) |
|-----------|--------------|---------------|-------------|---------------|------------|
| R100 -N16 | 145 | 160 | 30,5 | 1,52 | 14,15 |
| N16 -N17 | 20 | 110 | 19,3 | 2,03 | 39,57 |
| N17 -N18 | 54 | 110 | 16,62 | 1,75 | 29,62 |
| N18 -N19 | 25 | 110 | 11,91 | 1,25 | 15,6 |
| N19 -N20 | 37 | 110 | 9,22 | 0,97 | 9,57 |
| N20 -N21 | 26 | 110 | 7,02 | 0,74 | 5,69 |
| N21 -N22 | 22 | 110 | 6,16 | 0,65 | 4,46 |
| N22 -N23 | 44 | 110 | 5,23 | 0,55 | 3,28 |
| N23 -N24 | 95 | 90 | 4,19 | 0,66 | 5,89 |
| N24 -N25 | 39 | 90 | 2,45 | 0,39 | 2,17 |
| N25 -N26 | 90 | 90 | 1,98 | 0,31 | 1,47 |
| N26 -N27 | 71 | 90 | 2,33 | 0,37 | 1,98 |
| N27 -N28 | 35 | 90 | 3,33 | 0,52 | 3,85 |
| N28 -N29 | 75 | 90 | -2,98 | 0,47 | 3,12 |
| N29 -N31 | 50 | 90 | 4,6 | 0,72 | 7,05 |
| N30 -N23 | 54 | 63 | 0,23 | 0,07 | 0,18 |
| N 31 -N32 | 59 | 90 | 2,68 | 0,42 | 2,57 |
| N 32 -N33 | 90 | 90 | -1,06 | 0,17 | 0,47 |
| N 33 -N34 | 72 | 90 | -6,17 | 0,97 | 12,27 |
| N 34 -N35 | 34 | 90 | -5,24 | 0,82 | 8,99 |
| N 35 -N18 | 97 | 90 | -3,96 | 0,62 | 5,31 |
| N 16 -N31 | 398 | 110 | 9,43 | 0,99 | 9,98 |
| N 17 -N74 | 165 | 110 | 1,67 | 0,18 | 0,4 |
| N 19 -N35 | 71 | 90 | 2,13 | 0,33 | 1,68 |
| N 20 -N34 | 66 | 90 | 1,66 | 0,26 | 1,07 |
| N 21 -N36 | 77 | 90 | 0,33 | 0,05 | 0,06 |

Tableau III.N°49 : Calcul des paramètres hydrauliques R100 (la suite).

| Tronçon | Longueur (m) | Diamètre (mm) | Debit (l/s) | Vitesse (m/s) | PdC (m/km) |
|----------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|
| N 22 -N37 | 77 | 90 | 0,33 | 0,05 | 0,06 |
| N 25 -N38 | 57 | 90 | -0,31 | 0,05 | 0,06 |
| N 26 -N39 | 58 | 90 | -1,28 | 0,2 | 0,66 |
| N 27 -N39 | 122 | 90 | 1,97 | 0,31 | 1,46 |
| N 28 -N47 | 253 | 90 | 4,78 | 0,75 | 7,55 |
| N 29 -N44 | 30 | 90 | 0,97 | 0,15 | 0,41 |
| N 32 -N39 | 44 | 90 | -2,93 | 0,46 | 3,03 |
| N 33 -N38 | 30 | 90 | -2,73 | 0,43 | 2,65 |
| N 33 -N41 | 37 | 110 | 1,42 | 0,15 | 0,3 |
| N 41 -N42 | 24 | 110 | 0,1 | 0,01 | 0 |
| N 41 -N43 | 125 | 90 | 0,53 | 0,08 | 0,14 |
| N38 -N39 | 92 | 90 | 1,65 | 0,26 | 1,06 |
| N24 -N40 | 138 | 40 | -0,58 | 0,46 | 8,65 |
| N44 -N45 | 17 | 90 | 0,63 | 0,1 | 0,19 |
| N45 -N46 | 32 | 90 | 0,28 | 0,04 | 0,05 |
| N47 -N48 | 27 | 90 | 2,81 | 0,44 | 2,8 |
| N48 -N49 | 25 | 90 | 1,81 | 0,29 | 1,25 |
| N49 -N50 | 110 | 63 | 0,47 | 0,15 | 0,62 |
| N47 -N51 | 92 | 63 | 0,39 | 0,12 | 0,45 |
| N48 -N52 | 92 | 63 | 0,39 | 0,12 | 0,45 |
| N49 -N53 | 92 | 63 | 0,39 | 0,12 | 0,45 |
| N73 -N44 | 17 | 40 | 0,07 | 0,06 | 0,13 |
| N74 -N75 | 50 | 110 | 0,21 | 0,02 | 0,01 |
| N74 -N76 | 65 | 110 | 0,28 | 0,03 | 0,01 |
| N45 -N77 | 17 | 40 | 0,07 | 0,06 | 0,12 |
| N46 -N78 | 17 | 40 | 0,07 | 0,06 | 0,12 |

Les tableaux suivants donnent la charge et la pression pour chaque nœud :

Tableau III.N°50 : Calcul des paramètres hydrauliques R100 (Cas de pointe long terme)

| Nœuds | Altitude (m) | Demande de base (l/s) | Charge (m) | Pression (m) |
|---------|--------------|-----------------------|------------|--------------|
| Nœud 16 | 808 | 1,768 | 821,95 | 13,95 |
| Nœud 17 | 807 | 1,011 | 821,16 | 14,16 |
| Nœud 18 | 804 | 0,744 | 819,57 | 15,57 |
| Nœud 19 | 803 | 0,563 | 819,18 | 16,18 |
| Nœud 20 | 802 | 0,546 | 818,82 | 16,82 |
| Nœud 21 | 801 | 0,529 | 818,67 | 17,67 |
| Nœud 22 | 800 | 0,605 | 818,57 | 18,57 |
| Nœud 23 | 799 | 0,816 | 818,43 | 19,43 |
| Nœud 24 | 798 | 1,151 | 817,87 | 19,87 |
| Nœud 25 | 798 | 0,787 | 817,78 | 19,78 |
| Nœud 26 | 799 | 0,926 | 817,65 | 18,65 |
| Nœud 27 | 799 | 0,964 | 817,51 | 18,51 |
| Nœud 28 | 799 | 1,535 | 817,39 | 18,39 |
| Nœud 29 | 802 | 0,656 | 817,62 | 15,62 |
| Nœud 30 | 798 | 0,228 | 818,42 | 20,42 |
| Nœud 31 | 803 | 2,14 | 817,97 | 14,97 |
| Nœud 32 | 801 | 0,812 | 817,82 | 16,82 |
| Nœud 33 | 800 | 0,969 | 817,87 | 17,87 |
| Nœud 34 | 800 | 0,728 | 818,75 | 18,75 |
| Nœud 35 | 801 | 0,854 | 819,06 | 18,06 |
| Nœud 36 | 799 | 0,326 | 818,67 | 19,67 |
| Nœud 37 | 799 | 0,326 | 818,57 | 19,57 |
| Nœud 38 | 799 | 0,757 | 817,79 | 18,79 |
| Nœud 39 | 800 | 1,337 | 817,69 | 17,69 |
| Nœud 40 | 796 | 0,584 | 816,68 | 20,68 |

Tableau III.N°51 : Calcul des paramètres hydrauliques R100 (la suite).

| Noeuds | Altitude (m) | Demande de base (l/s) | Charge (m) | Pression (m) |
|---------------|---------------------|------------------------------|-------------------|---------------------|
| Nœud 41 | 802 | 0,787 | 817,86 | 15,86 |
| Nœud 42 | 803 | 0,102 | 817,86 | 14,86 |
| Nœud 43 | 807 | 0,529 | 817,84 | 10,84 |
| Nœud 44 | 802 | 0,271 | 817,61 | 15,61 |
| Nœud 45 | 802 | 0,279 | 817,6 | 15,6 |
| Nœud 46 | 802 | 0,207 | 817,6 | 15,6 |
| Nœud 47 | 797 | 1,574 | 815,47 | 18,47 |
| Nœud 48 | 798 | 0,609 | 815,4 | 17,4 |
| Nœud 49 | 798 | 0,96 | 815,37 | 17,37 |
| Nœud 50 | 797 | 0,465 | 815,3 | 18,3 |
| Nœud 51 | 796 | 0,389 | 815,43 | 19,43 |
| Nœud 52 | 798 | 0,389 | 815,36 | 17,36 |
| Nœud 53 | 797 | 0,389 | 815,33 | 18,33 |
| Nœud 73 | 801 | 0,072 | 817,61 | 16,61 |
| Nœud 74 | 802 | 1,184 | 821,09 | 19,09 |
| Nœud 75 | 800 | 0,212 | 821,09 | 21,09 |
| Nœud 76 | 801 | 0,275 | 821,09 | 20,09 |
| Nœud 77 | 801 | 0,072 | 817,6 | 16,6 |
| Nœud 78 | 801 | 0,072 | 817,6 | 16,6 |

La figure suivante représente la pression et la vitesse dans le réseau (R100) pour le cas de pointe long terme :

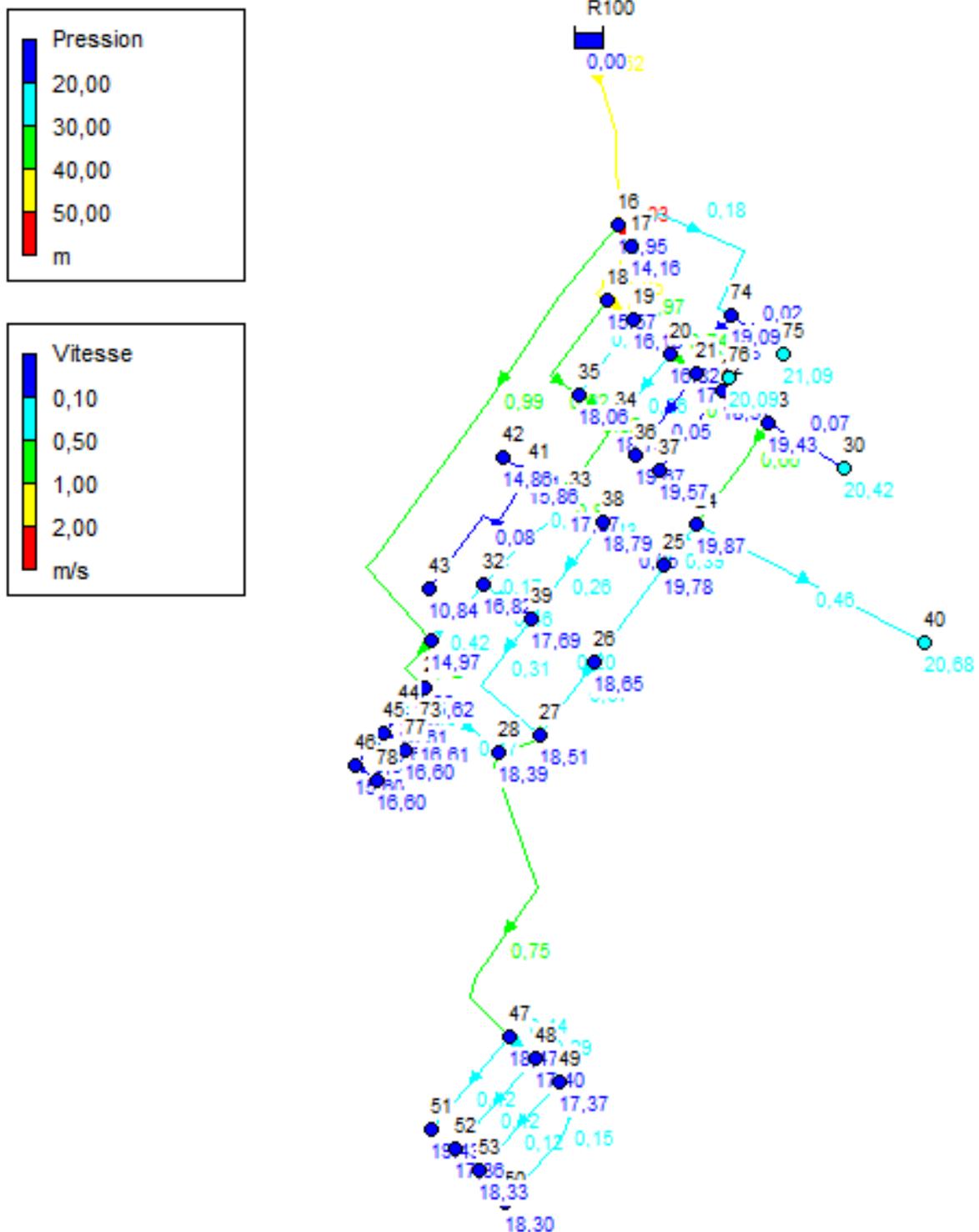


Fig. III.N°42 : Variation de vitesse et de pression dans le réseau R100 (cas de pointe long terme).

Le tableau suivant donne le débit, la vitesse et la perte de charge pour chaque tronçon :

Tableau III.N°52 : Calcul des paramètres hydrauliques R50 (Cas de pointe long terme)

| Tronçon | Longueur (m) | Diamètre (mm) | Debit (l/s) | Vitesse (m/s) | PdC (m/km) |
|-----------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|
| N _{R50} -N54 | 51 | 110 | 0,22 | 0,02 | 0,01 |
| N _{R50} -N55 | 95 | 110 | 5,79 | 0,61 | 5,51 |
| N55 -N56 | 106 | 90 | 3,93 | 0,62 | 5,23 |
| N56 -N57 | 70 | 90 | 1,29 | 0,2 | 0,67 |
| N57 -N62 | 60 | 40 | 0,25 | 0,2 | 1,91 |
| N57 -N63 | 57 | 90 | 0,24 | 0,04 | 0,03 |
| N56 -N58 | 6 | 40 | 1,01 | 0,8 | 23,96 |
| N56 -N60 | 99 | 40 | 0,44 | 0,35 | 5,23 |
| N58 -N59 | 36 | 40 | 0,15 | 0,12 | 0,77 |
| N58 -N61 | 105 | 40 | 0,23 | 0,19 | 1,65 |
| N55 -N64 | 324 | 160 | 6,16 | 0,31 | 0,69 |
| N64 -N65 | 83 | 90 | 0,35 | 0,06 | 0,07 |
| N64 -N66 | 51 | 63 | 2,04 | 0,66 | 9,18 |
| N66 -N67 | 100 | 63 | 0,42 | 0,14 | 0,52 |
| N66 -N68 | 116 | 63 | 0,49 | 0,16 | 0,68 |
| N64 -N69 | 75 | 63 | 1,51 | 0,48 | 5,23 |
| N69 -N70 | 81 | 40 | 0,34 | 0,27 | 3,27 |
| N69 -N71 | 60 | 40 | 0,25 | 0,2 | 1,91 |

Le tableau suivant donne la charge et la pression pour chaque nœud :

Tableau III.N°53 : Calcul des paramètres hydrauliques R50 (Cas de pointe long terme)

| Noeuds | Altitude (m) | Demande de base (l/s) | Charge (m) | Pression (m) |
|-----------------------|--------------|-----------------------|------------|--------------|
| Nœud N _{R50} | 804 | 0,618 | 804,99 | 0,99 |
| Nœud 54 | 800 | 0,216 | 804,99 | 4,99 |
| Nœud 55 | 800 | 2,221 | 804,75 | 4,75 |
| Nœud 56 | 795 | 1,189 | 804,2 | 9,2 |
| Nœud 57 | 794 | 0,791 | 804,15 | 10,15 |
| Nœud 58 | 795 | 0,622 | 804,05 | 9,05 |
| Nœud 59 | 794 | 0,152 | 804,02 | 10,02 |
| Nœud 60 | 793 | 0,444 | 803,68 | 10,68 |
| Nœud 61 | 793 | 0,234 | 803,87 | 10,87 |
| Nœud 62 | 793 | 0,254 | 804,04 | 11,04 |
| Nœud 63 | 794 | 0,241 | 804,15 | 10,15 |
| Nœud 64 | 791 | 2,255 | 804,52 | 13,52 |
| Nœud 65 | 788 | 0,351 | 804,52 | 16,52 |
| Nœud 66 | 791 | 1,129 | 804,05 | 13,05 |
| Nœud 67 | 789 | 0,423 | 804 | 15 |
| Nœud 68 | 789 | 0,491 | 803,97 | 14,97 |
| Nœud 69 | 792 | 0,914 | 804,14 | 12,14 |
| Nœud 70 | 791 | 0,343 | 803,87 | 12,87 |
| Nœud 71 | 790 | 0,254 | 804,02 | 14,02 |

La figure suivante représente la pression et la vitesse dans le réseau (R50) pour le cas de pointe long terme :

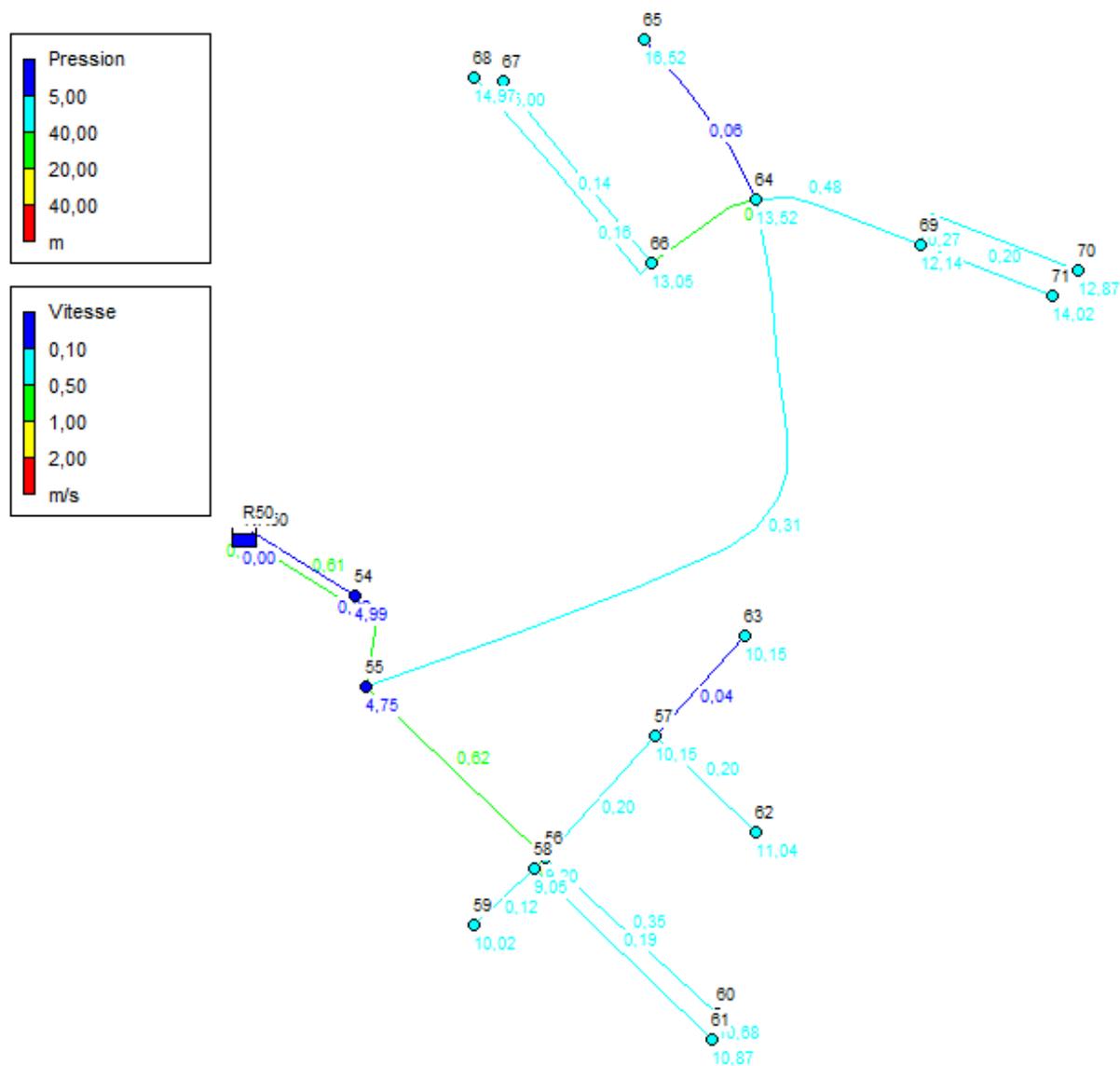


Fig. III.N°43 : Variation de vitesse et de pression dans le réseau R50 (cas de pointe long terme).

- **Cas de pointe plus incendie long terme :**

Le tableau suivant donne le débit, la vitesse et la perte de charge pour chaque tronçon :

Tableau III.N°54 : Calcul des paramètres hydrauliques R200

(Cas de pointe + inc long terme)

| Tronçon | Longueur (m) | Diamètre (mm) | Debit (l/s) | Vitesse (m/s) | PdC (m/km) |
|------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|
| N _{R200} -N1 | 630 | 110 | 11,7 | 1,23 | 15,07 |
| N1 -N2 | 106 | 110 | 0,28 | 0,03 | 0,01 |
| N2 -N3 | 84 | 110 | 0,41 | 0,04 | 0,03 |
| N3 -N4 | 72 | 110 | 2,58 | 0,41 | 2,39 |
| N4 -N5 | 80 | 110 | 1,38 | 0,22 | 0,76 |
| N5 -N6 | 25 | 110 | 0,37 | 0,12 | 0,42 |
| N2 -N7 | 38 | 110 | 0,25 | 0,08 | 0,21 |
| N3 -N8 | 38 | 110 | 4,93 | 0,52 | 2,94 |
| N4 -N9 | 40 | 110 | 3,81 | 0,4 | 1,82 |
| N4 -N10 | 66 | 110 | 2,83 | 0,3 | 1,05 |
| N5 -N11 | 97 | 110 | 1,37 | 0,14 | 0,28 |
| N1 -N12 | 254 | 90 | 0,11 | 0,01 | 0 |
| N12 -N13 | 30 | 90 | 0,16 | 0,02 | 0 |
| N13 -N14 | 88 | 63 | 0,16 | 0,02 | 0 |
| N13 -N15 | 60 | 63 | 0,09 | 0,01 | 0,01 |
| N _{R200} -N72 | 650 | 110 | 7,85 | 0,83 | 7,04 |

Le tableau suivant donne la charge et la pression pour chaque nœud :

Tableau III.N°55 : Calcul des paramètres hydrauliques R200

(Cas de pointe +inc long terme)

| Nœuds | Altitude (m) | Demande de base (l/s) | Charge (m) | Pression (m) |
|------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------|---------------------|
| Nœud N _{R200} | 855 | 2,94 | 855,56 | 0,56 |
| Nœud 1 | 807 | 4,188 | 846,08 | 39,08 |
| Nœud 2 | 808 | 0,964 | 845,77 | 37,77 |
| Nœud 3 | 806 | 0,821 | 845,62 | 39,62 |
| Nœud 4 | 804 | 1,091 | 845,55 | 41,55 |
| Nœud 5 | 796 | 0,854 | 845,52 | 49,52 |
| Nœud 6 | 795 | 0,106 | 845,52 | 50,52 |
| Nœud 7 | 805 | 0,161 | 845,77 | 40,77 |
| Nœud 8 | 806 | 0,161 | 845,62 | 39,62 |
| Nœud 9 | 799 | 0,087 | 845,54 | 46,54 |
| Nœud 10 | 800 | 0,279 | 845,54 | 45,54 |
| Nœud 11 | 797 | 0,41 | 845,52 | 48,52 |
| Nœud 12 | 805 | 1,201 | 845,48 | 40,48 |
| Nœud 13 | 809 | 0,753 | 845,45 | 36,45 |
| Nœud 14 | 812 | 0,372 | 845,42 | 33,42 |
| Nœud 15 | 811 | 0,254 | 845,44 | 34,44 |
| Nœud 72 | 827 | 7,85 | 850,98 | 23,98 |

La figure suivante représente la pression et la vitesse dans le réseau (R200) pour le cas de pointe plus incendie long terme :

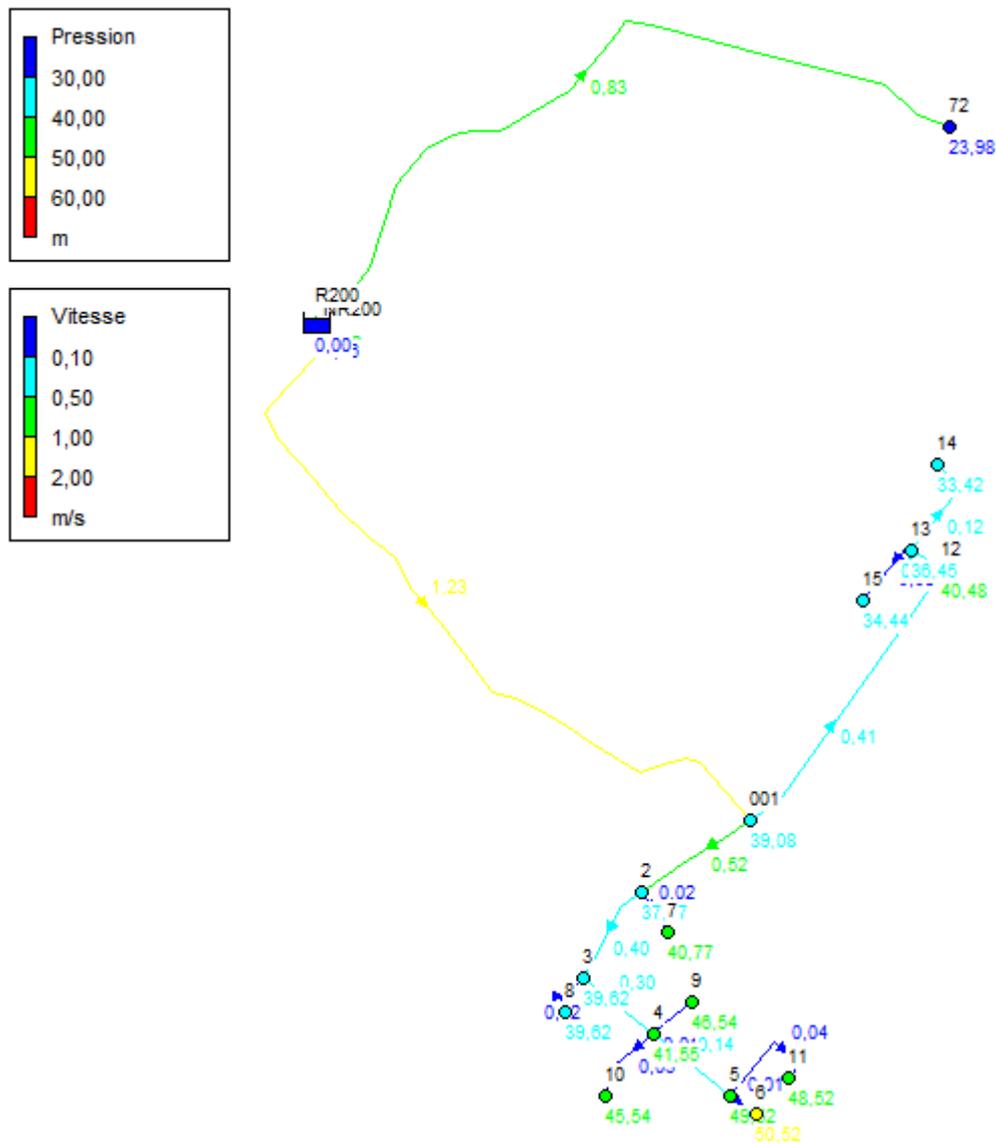


Fig. III.N°44 : Variation de vitesse et de pression dans le réseau R200(cas de pointe + inc long terme).

Les tableaux suivants donnent le débit, la vitesse et la perte de charge pour chaque tronçon :

Tableau III.N°56 : Calcul des paramètres hydrauliques R100

(Cas de pointe +inc long terme)

| Tronçon | Longueur (m) | Diamètre (mm) | Debit (l/s) | Vitesse (m/s) | PdC (m/km) |
|-----------|--------------|---------------|-------------|---------------|------------|
| R100 -N16 | 145 | 160 | 39 | 1,94 | 22,76 |
| N16 -N17 | 20 | 110 | 24,34 | 2,56 | 62,11 |
| N17 -N18 | 54 | 110 | 21,66 | 2,28 | 49,48 |
| N18 -N19 | 25 | 110 | 15,67 | 1,65 | 26,43 |
| N19 -N20 | 37 | 110 | 12,26 | 1,29 | 16,49 |
| N20 -N21 | 26 | 110 | 9,14 | 0,96 | 9,4 |
| N21 -N22 | 22 | 110 | 8,29 | 0,87 | 7,8 |
| N22 -N23 | 44 | 110 | 7,35 | 0,77 | 6,23 |
| N23 -N24 | 95 | 90 | 6,31 | 0,99 | 12,81 |
| N24 -N25 | 39 | 90 | 4,58 | 0,72 | 6,97 |
| N25 -N26 | 90 | 90 | 3,86 | 0,61 | 5,06 |
| N26 -N27 | 71 | 90 | 5,21 | 0,82 | 8,92 |
| N27 -N28 | 35 | 90 | 8,5 | 1,34 | 22,64 |
| N28 -N29 | 75 | 90 | -6,31 | 0,99 | 12,81 |
| N29 -N31 | 50 | 90 | 7,94 | 1,25 | 19,87 |
| N30 -N23 | 54 | 63 | 0,23 | 0,07 | 0,18 |
| N 31 -N32 | 59 | 90 | 2,81 | 0,44 | 2,81 |
| N 32 -N33 | 90 | 90 | -2,56 | 0,4 | 2,36 |
| N 33 -N34 | 72 | 90 | -9,08 | 1,43 | 25,71 |
| N 34 -N35 | 34 | 90 | -7,23 | 1,14 | 16,62 |
| N 35 -N18 | 97 | 90 | -5,24 | 0,82 | 9,01 |
| N 16 -N31 | 398 | 110 | 12,89 | 1,36 | 18,15 |
| N 17 -N74 | 165 | 110 | 1,67 | 0,18 | 0,4 |
| N 19 -N35 | 71 | 90 | 2,84 | 0,45 | 2,86 |
| N 20 -N34 | 66 | 90 | 2,58 | 0,41 | 2,39 |
| N 21 -N36 | 77 | 90 | 0,33 | 0,05 | 0,06 |

Tableau III.N°57 : Calcul des paramètres hydrauliques R100 (la suite).

| Tronçon | Longueur (m) | Diamètre (mm) | Debit (l/s) | Vitesse (m/s) | PdC (m/km) |
|----------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|
| N 22 -N37 | 77 | 90 | 0,33 | 0,05 | 0,06 |
| N 25 -N38 | 57 | 90 | -0,07 | 0,01 | 0,01 |
| N 26 -N39 | 58 | 90 | -2,28 | 0,36 | 1,9 |
| N 27 -N39 | 122 | 90 | 4,25 | 0,67 | 6,07 |
| N 28 -N47 | 253 | 90 | 13,27 | 2,09 | 53,55 |
| N 29 -N44 | 30 | 90 | 0,97 | 0,15 | 0,41 |
| N 32 -N39 | 44 | 90 | -4,56 | 0,72 | 6,93 |
| N 33 -N38 | 30 | 90 | -4,13 | 0,65 | 5,76 |
| N 33 -N41 | 37 | 110 | 1,42 | 0,15 | 0,3 |
| N 41 -N42 | 24 | 110 | 0,1 | 0,01 | 0 |
| N 41 -N43 | 125 | 90 | 0,53 | 0,08 | 0,14 |
| N38 -N39 | 92 | 90 | 3,3 | 0,52 | 3,79 |
| N24 -N40 | 138 | 40 | -0,58 | 0,46 | 8,65 |
| N44 -N45 | 17 | 90 | 0,63 | 0,1 | 0,19 |
| N45 -N46 | 32 | 90 | 0,28 | 0,04 | 0,05 |
| N47 -N48 | 27 | 90 | 11,31 | 1,78 | 39,28 |
| N48 -N49 | 25 | 90 | 10,31 | 1,62 | 32,86 |
| N49 -N50 | 110 | 63 | 8,97 | 2,88 | 156,4 |
| N47 -N51 | 92 | 63 | 0,39 | 0,12 | 0,45 |
| N48 -N52 | 92 | 63 | 0,39 | 0,12 | 0,45 |
| N49 -N53 | 92 | 63 | 0,39 | 0,12 | 0,45 |
| N73 -N44 | 17 | 40 | 0,07 | 0,06 | 0,12 |
| N74 -N75 | 50 | 110 | 0,21 | 0,02 | 0,01 |
| N74 -N76 | 65 | 110 | 0,28 | 0,03 | 0,01 |
| N45 -N77 | 17 | 40 | 0,07 | 0,06 | 0,13 |
| N46 -N78 | 17 | 40 | 0,07 | 0,06 | 0,12 |

Les tableaux suivants donnent la charge et la pression pour chaque nœud :

Tableau III.N°58 : Calcul des paramètres hydrauliques R100

(Cas de pointe + inc long terme)

| Noeuds | Altitude (m) | Demande de base (l/s) | Charge (m) | Pression (m) |
|---------|--------------|-----------------------|------------|--------------|
| Nœud 16 | 808 | 1,768 | 820,7 | 12,7 |
| Nœud 17 | 807 | 1,011 | 819,46 | 12,46 |
| Nœud 18 | 804 | 0,744 | 816,81 | 12,81 |
| Nœud 19 | 803 | 0,563 | 816,14 | 13,14 |
| Nœud 20 | 802 | 0,546 | 815,52 | 13,52 |
| Nœud 21 | 801 | 0,529 | 815,28 | 14,28 |
| Nœud 22 | 800 | 0,605 | 815,1 | 15,1 |
| Nœud 23 | 799 | 0,816 | 814,83 | 15,83 |
| Nœud 24 | 798 | 1,151 | 813,62 | 15,62 |
| Nœud 25 | 798 | 0,787 | 813,35 | 15,35 |
| Nœud 26 | 799 | 0,926 | 812,89 | 13,89 |
| Nœud 27 | 799 | 0,964 | 812,26 | 13,26 |
| Nœud 28 | 799 | 1,535 | 811,51 | 12,51 |
| Nœud 29 | 802 | 0,656 | 812,47 | 10,47 |
| Nœud 30 | 798 | 0,228 | 814,82 | 16,82 |
| Nœud 31 | 803 | 2,14 | 813,47 | 10,47 |
| Nœud 32 | 801 | 0,812 | 813,3 | 12,3 |
| Nœud 33 | 800 | 0,969 | 813,52 | 13,52 |
| Nœud 34 | 800 | 0,728 | 815,37 | 15,37 |
| Nœud 35 | 801 | 0,854 | 815,94 | 14,94 |
| Nœud 36 | 799 | 0,326 | 815,28 | 16,28 |
| Nœud 37 | 799 | 0,326 | 815,1 | 16,1 |
| Nœud 38 | 799 | 0,757 | 813,35 | 14,35 |
| Nœud 39 | 800 | 1,337 | 813 | 13 |
| Nœud 40 | 796 | 0,584 | 812,42 | 16,42 |

Tableau III.N°59 : Calcul des paramètres hydrauliques R100 (la suite).

| Noeuds | Altitude (m) | Demande de base (l/s) | Charge (m) | Pression (m) |
|---------------|---------------------|------------------------------|-------------------|---------------------|
| Nœud 41 | 802 | 0,787 | 813,51 | 11,51 |
| Nœud 42 | 803 | 0,102 | 813,51 | 10,51 |
| Nœud 43 | 807 | 0,529 | 813,49 | 6,49 |
| Nœud 44 | 802 | 0,271 | 812,46 | 10,46 |
| Nœud 45 | 802 | 0,279 | 812,46 | 10,46 |
| Nœud 46 | 802 | 0,207 | 812,46 | 10,46 |
| Nœud 47 | 797 | 1,574 | 797,96 | 0,96 |
| Nœud 48 | 798 | 0,609 | 796,92 | -1,08 |
| Nœud 49 | 798 | 0,96 | 796,09 | -1,91 |
| Nœud 50 | 797 | 8,965 | 778,76 | -18,24 |
| Nœud 51 | 796 | 0,389 | 797,92 | 1,92 |
| Nœud 52 | 798 | 0,389 | 796,88 | -1,12 |
| Nœud 53 | 797 | 0,389 | 796,05 | -0,95 |
| Nœud 73 | 801 | 0,072 | 812,46 | 11,46 |
| Nœud 74 | 802 | 1,184 | 819,39 | 17,39 |
| Nœud 75 | 800 | 0,212 | 819,39 | 19,39 |
| Nœud 76 | 801 | 0,275 | 819,39 | 18,39 |
| Nœud 77 | 801 | 0,072 | 812,46 | 11,46 |
| Nœud 78 | 801 | 0,072 | 812,45 | 11,45 |

La figure suivante représente la pression et la vitesse dans le réseau (R100) pour le cas de pointe plus incendie long terme :

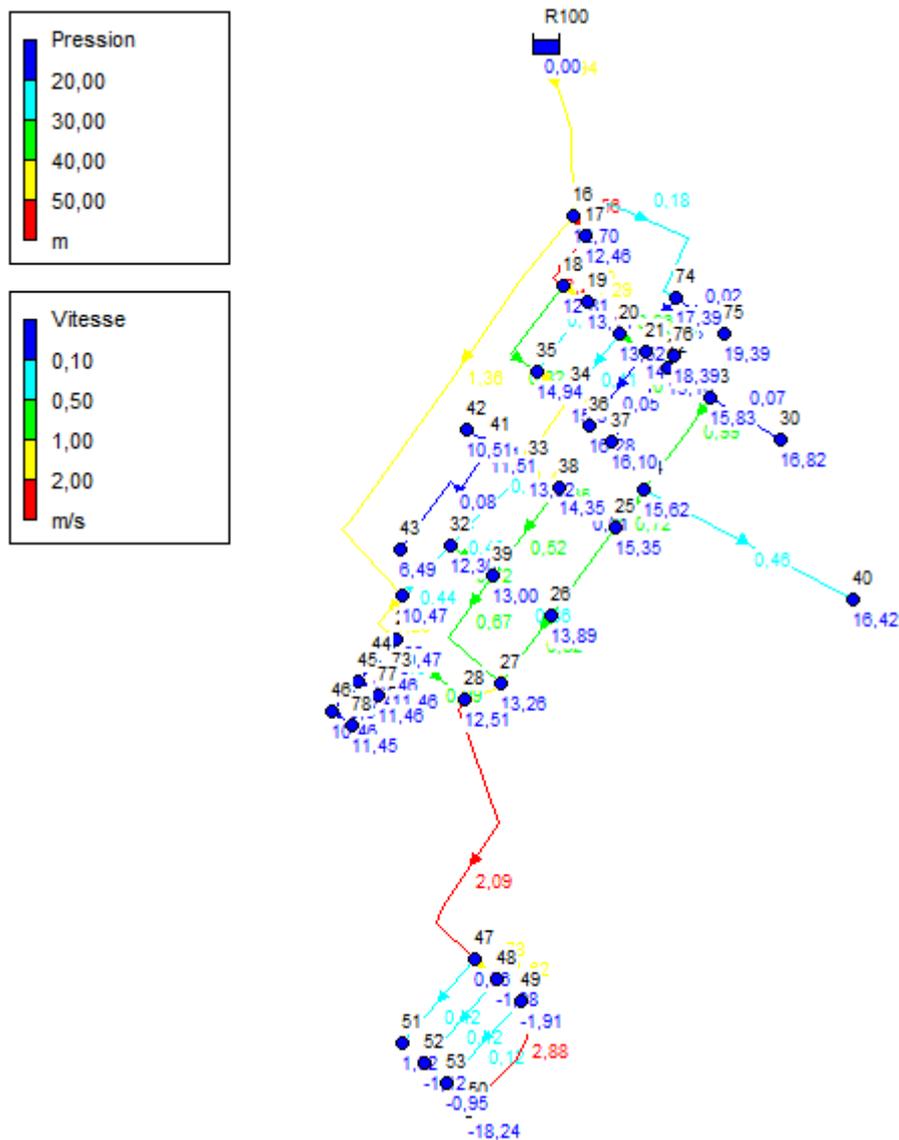


Fig. III.N°45 : Variation de vitesse et de pression dans le réseau R100(cas de pointe + inc long terme).

Le tableau suivant donne le débit, la vitesse et la perte de charge pour chaque tronçon :

Tableau III.N°60 : Calcul des paramètres hydrauliques R50
(Cas de pointe + inc long terme)

| Tronçon | Longueur (m) | Diamètre (mm) | Debit (l/s) | Vitesse (m/s) | PdC (m/km) |
|-----------------------|-----------------|------------------|----------------|------------------|---------------|
| N _{R50} -N54 | 51 | 110 | 0,22 | 0,02 | 0,01 |
| N _{R50} -N55 | 95 | 110 | 15,71 | 0,78 | 3,98 |
| N55 -N56 | 106 | 90 | 3,93 | 0,62 | 5,23 |
| N56 -N57 | 70 | 90 | 1,29 | 0,2 | 0,67 |
| N57 -N62 | 60 | 40 | 0,25 | 0,2 | 1,91 |
| N57 -N63 | 57 | 90 | 0,24 | 0,04 | 0,03 |
| N56 -N58 | 6 | 40 | 1,01 | 0,8 | 23,96 |
| N56 -N60 | 99 | 40 | 0,44 | 0,35 | 5,23 |
| N58 -N59 | 36 | 40 | 0,15 | 0,12 | 0,77 |
| N58 -N61 | 105 | 40 | 0,23 | 0,19 | 1,65 |
| N55 -N64 | 324 | 160 | 9,56 | 0,48 | 1,56 |
| N64 -N65 | 83 | 90 | 0,35 | 0,06 | 0,07 |
| N64 -N66 | 51 | 63 | 5,44 | 1,75 | 59,35 |
| N66 -N67 | 100 | 63 | 0,42 | 0,14 | 0,52 |
| N66 -N68 | 116 | 63 | 3,89 | 1,25 | 31,12 |
| N64 -N69 | 75 | 63 | 1,51 | 0,48 | 5,23 |
| N69 -N70 | 81 | 40 | 0,34 | 0,27 | 3,27 |
| N69 -N71 | 60 | 40 | 0,25 | 0,2 | 1,91 |

Le tableau suivant donne la charge et la pression pour chaque nœud :

Tableau III.N°61 : Calcul des paramètres hydrauliques R50

(Cas de pointe + inc long terme)

| Noeuds | Altitude (m) | Demande de base (l/s) | Charge (m) | Pression (m) |
|-----------------------|---------------------|------------------------------|-------------------|---------------------|
| Nœud N _{R50} | 804 | 0,618 | 804,98 | 0,98 |
| Nœud 54 | 800 | 0,216 | 804,98 | 4,98 |
| Nœud 55 | 800 | 2,221 | 804,6 | 4,6 |
| Nœud 56 | 795 | 1,189 | 804,05 | 9,05 |
| Nœud 57 | 794 | 0,791 | 804 | 10 |
| Nœud 58 | 795 | 0,622 | 803,9 | 8,9 |
| Nœud 59 | 794 | 0,152 | 803,87 | 9,87 |
| Nœud 60 | 793 | 0,444 | 803,53 | 10,53 |
| Nœud 61 | 793 | 0,234 | 803,73 | 10,73 |
| Nœud 62 | 793 | 0,254 | 803,89 | 10,89 |
| Nœud 63 | 794 | 0,241 | 804 | 10 |
| Nœud 64 | 791 | 2,255 | 804,09 | 13,09 |
| Nœud 65 | 788 | 0,351 | 804,09 | 16,09 |
| Nœud 66 | 791 | 1,129 | 801,02 | 10,02 |
| Nœud 67 | 789 | 0,423 | 800,96 | 11,96 |
| Nœud 68 | 789 | 3,891 | 797,39 | 8,39 |
| Nœud 69 | 792 | 0,914 | 803,71 | 11,71 |
| Nœud 70 | 791 | 0,343 | 803,45 | 12,45 |
| Nœud 71 | 790 | 0,254 | 803,59 | 13,59 |

La figure suivante représente la pression et la vitesse dans le réseau (R50) pour le cas de pointe plus incendie long terme :

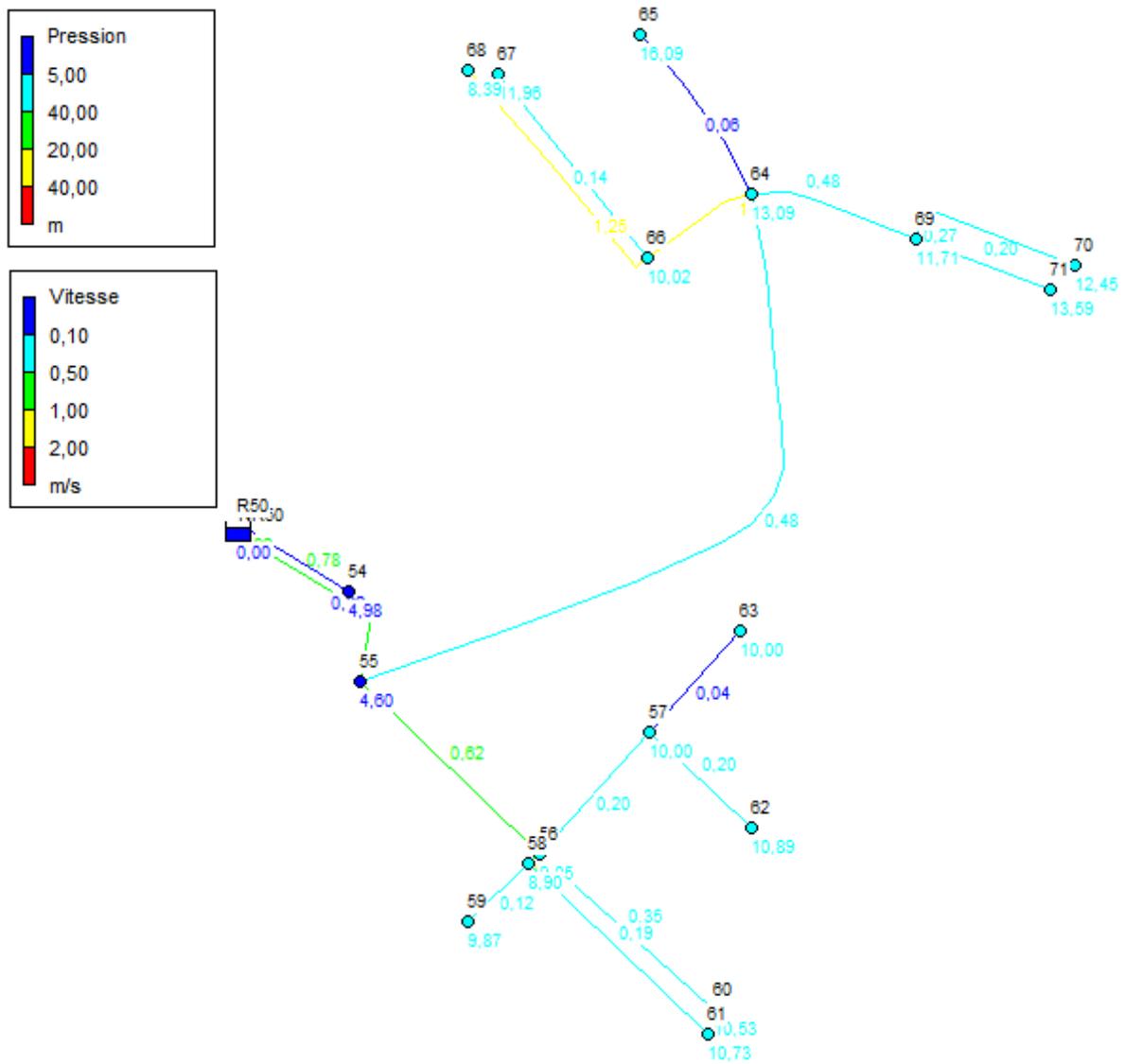


Fig. III.N°46 : Variation de vitesse et de pression dans le réseau R50(cas de pointe + inc long terme).

III.9. Récapitulation de les tronçons à changer et maintiens :

Dans les pages qui suivent, nous donnons des tableaux récapitulatifs des deux diagnostics pour filtrer les conduites à maintenir et à changer dans le réseau de distribution :

Tableau III.N°62 : Tronçons à changer et maintiens(R200)

| Tronçon | Longueur (m) | Diamètre existant (mm) | matériaux | observation |
|----------------|---------------------|-------------------------------|------------------|--------------------|
| R200 -N1 | 630 | 160 | PEHD | maintenir |
| N1 -N2 | 106 | 110 | PEHD | maintenir |
| N2 -N3 | 84 | 110 | PEHD | maintenir |
| N3 -N4 | 72 | 110 | PVC | changer |
| N4 -N5 | 80 | 110 | PVC | changer |
| N5 -N6 | 25 | 110 | PVC | changer |
| N2 -N7 | 38 | 110 | PVC | changer |
| N3 -N8 | 38 | 110 | PEHD | maintenir |
| N4 -N9 | 40 | 110 | PEHD | maintenir |
| N4 -N10 | 66 | 110 | PVC | changer |
| N5 -N11 | 97 | 110 | PVC | changer |
| N1 -N12 | 254 | 90 | PVC | changer |
| N12 -N13 | 30 | 90 | PVC | changer |
| N13 -N14 | 88 | 63 | PEHD | maintenir |
| N13 -N15 | 60 | 63 | PEHD | maintenir |
| R200 -N72 | 650 | 160 | PEHD | maintenir |

Tableau III.N°63 : Tronçons à changer et maintiens(R100).

| Tronçon | Longueur (m) | Diamètre existant (mm) | Matériaux | Observation |
|----------------|-------------------------|---------------------------------------|------------------|--------------------|
| R100 -N16 | 145 | 160 | PEHD | maintenir |
| R16 -N17 | 20 | 110 | PVC | changer |
| N17 -N18 | 54 | 110 | PVC | changer |
| N18 -N19 | 25 | 110 | PVC | changer |
| N19 -N20 | 37 | 110 | PVC | changer |
| N20 -N21 | 26 | 110 | PVC | changer |
| N21 -N22 | 22 | 110 | PVC | changer |
| N22 -N23 | 44 | 110 | PVC | changer |
| N23 -N24 | 95 | 90 | PVC | changer |
| N24 -N25 | 39 | 90 | PVC | changer |
| N25 -N26 | 90 | 90 | PVC | changer |
| N26 -N27 | 71 | 90 | PVC | changer |
| N27 -N28 | 35 | 90 | PVC | changer |
| N28 -N29 | 75 | 90 | PVC | changer |
| N29 -N31 | 50 | 90 | PVC | changer |
| N30 -N23 | 54 | 63 | PEHD | maintenir |
| N31 -N32 | 59 | 90 | PVC | changer |
| N32 -N33 | 90 | 90 | PVC | changer |
| N33 -N34 | 72 | 90 | PVC | changer |
| N34 -N35 | 34 | 90 | PVC | changer |
| N35 -N18 | 97 | 90 | PVC | changer |
| N16 -N31 | 398 | 110 | PVC | changer |
| N17 -N74 | 165 | 110 | PVC | changer |

Tableau III.N°64 : Tronçons à changer et maintiens(R100). (La suite).

| Tronçon | Longueur (m) | Diamètre existant (mm) | Matériaux | Observation |
|----------------|-------------------------|---------------------------------------|------------------|--------------------|
| N19 -N35 | 71 | 90 | PVC | changer |
| N20 -N34 | 66 | 90 | PVC | changer |
| N21 -N36 | 77 | 90 | PVC | changer |
| N22 -N37 | 77 | 90 | PVC | changer |
| N25 -N38 | 57 | 90 | PVC | changer |
| N26 -N39 | 58 | 90 | PVC | changer |
| N27 -N39 | 122 | 90 | PVC | changer |
| N28 -N47 | 253 | 90 | PVC | changer |
| N29 -N44 | 30 | 90 | PVC | changer |
| N39 -N32 | 44 | 90 | PVC | changer |
| N38 -N33 | 30 | 90 | PVC | changer |
| N33 -N41 | 37 | 110 | PVC | changer |
| N41 -N42 | 24 | 110 | PVC | changer |
| N41 -N43 | 125 | 90 | PVC | changer |
| N38 -N39 | 92 | 90 | PVC | changer |
| N24 -N40 | 138 | 40 | PEHD | maintenir |
| N44 -N45 | 17 | 90 | PVC | changer |
| N45 -N46 | 32 | 90 | PVC | changer |
| N47 -N48 | 27 | 90 | PVC | changer |
| N48 -N49 | 25 | 90 | PVC | changer |
| N49 -N50 | 110 | 63 | PVC | changer |
| N47 -N51 | 92 | 63 | PVC | changer |
| N48 -N52 | 92 | 63 | PVC | changer |
| N49 -N53 | 92 | 63 | PVC | changer |
| N73 -N44 | 17 | 40 | PVC | changer |
| N74 -N75 | 50 | 110 | PVC | changer |
| N74 - N76 | 65 | 110 | PVC | changer |
| N45 -N77 | 17 | 40 | PVC | changer |
| N46 -N78 | 17 | 40 | PVC | changer |

Tableau III.N°65 : Tronçons à changer et maintiens(R50).

| Tronçon | Longueur (m) | Diamètre (mm) | Matériaux | OBS |
|----------------|-------------------------|--------------------------|------------------|------------------|
| R50 -N54 | 51 | 110 | PEHD | changer |
| R50 -N55 | 95 | 110 | PEHD | maintenir |
| N55 -N56 | 106 | 90 | PVC | changer |
| N56 -N57 | 70 | 90 | PVC | changer |
| N57 -N62 | 60 | 40 | PVC | changer |
| N57 -N63 | 57 | 90 | PVC | changer |
| N56 -N58 | 6 | 40 | PVC | changer |
| N56 -N60 | 99 | 40 | PVC | changer |
| N58 -N59 | 36 | 40 | PVC | changer |
| N58 -N61 | 105 | 40 | PVC | changer |
| N55 -N64 | 324 | 160 | PVC | changer |
| N64 -N65 | 83 | 90 | PVC | changer |
| N64 -N66 | 51 | 63 | PVC | changer |
| N66 -N67 | 100 | 63 | PVC | changer |
| N66 -N68 | 116 | 63 | PVC | changer |
| N64 -N69 | 75 | 63 | PVC | changer |
| N69 -N70 | 81 | 40 | PVC | changer |
| N69 -N71 | 60 | 40 | PVC | changer |

Conclusion :

La situation du système d'alimentation en eau potable de la ville de REBAIA est caractérisée par des insuffisances et le réseau de distribution ne peut assurer sa fonction convenablement.

Les trois puits sont abandonnés, Prévoir une distribution gravitaire et éviter le pompage (gains en énergie).

Les ouvrages de stockages présentent certaines anomalies comme des fuites.

Recommandations :

Pour résoudre les anomalies enregistrées, il faut :

- Insérer d'autre adduction (à partir de système K-ACERDONE) pour augmenter la production.
- Insérer d'autres réservoirs pour équilibrés le système de distribution.
- Changement et rénovation des conduites anciennes.



Chapitre IV :

Réservoir



IV.1. Introduction :

Lorsque les besoins journaliers sont supérieurs au volume d'eau produit par la source en 24 heures, il est nécessaire de construire un réservoir de stockage. Le principe est de stocker l'eau sur les périodes où la demande des populations est faible, et de pouvoir fournir un débit plus important lorsque la demande augmente.

Les réservoirs sont des ouvrages dont la durée de vie est généralement assez étendue. Ils trouvent le plus souvent leur défaillance dans des insuffisances au niveau de leur conception.

Ces raisons montrent l'importance qu'il convient d'accorder à la phase de conception de l'ouvrage.

Un ouvrage bien conçu sera facile à exploiter et requerra des travaux d'entretien faciles et simples.

La conception des réservoirs doit impérativement tenir compte des deux facteurs suivants :

- Conserver la qualité de l'eau stockée.
- Faciliter les conditions d'exploitation et d'entretien.

IV.2. Rôle des réservoirs :

Les réservoirs constituant une réserve qui permet d'assurer aux heures de pointe les débits maximaux demandés, de plus, ils permettent de combattre efficacement les incendies en plus les réservoirs offrant notamment les avantages suivants :

- ❖ Régularisation le fonctionnement de la station de pompage.
- ❖ Simplification l'exploitation.
- ❖ Assurer les pressions nécessaires en tout point du réseau.
- ❖ Coordination du régime d'adduction d'eau au régime de distribution.
- ❖ Maintenir l'eau d'une température constante et préserver des contaminations.
- ❖ Jouer le rôle de brise charge dans le cas d'une distribution étagée.
- ❖ Jouer le rôle de relais.

IV.3. Emplacement des réservoirs :

L'emplacement du réservoir tient compte du relief permettant d'obtenir des dépenses minimales des frais d'investissement et l'exploitation.

Donc on est amené à prendre en considération les facteurs suivants :

- ❖ Le point le plus bas à alimenter.
- ❖ La hauteur maximale des immeubles (bâtiment).
- ❖ Les pertes de charge à partir du réservoir jusqu'au point le plus défavorable de la ville en question.
- ❖ L'état du relief de la ville qui pourra favoriser la construction d'un réservoir au sol qu'aux propriétés technico-économique suivant :
 - Simplicité de réalisation du coffrage.
 - Etanchéité plus facile à réaliser.

IV.4. Principe de fonctionnement :

Les fonctions d'un réservoir dans un système d'alimentation en eau sont de deux natures complémentaires l'une à l'autre à savoir :

- Des fonctions techniques.
- Des fonctions économiques.

IV.4.1. Fonctions techniques d'un réservoir :

- ❖ Régularité dans le fonctionnement du pompage ou les pompes vont refouler suivent un régime constant.
- ❖ Assurer la continuité de l'approvisionnement étant donné les répercussions susceptibles d'être provoquées par un arrêt de distribution de l'eau conséquent à un arrêt de pompage suite à :
 - Un accident au niveau de la conduite principale d'adduction ou même un simple nettoyage.
 - Un accident au niveau de la prise d'eau.
 - Une coupure d'électricité.
- ❖ Le réservoir est un régulateur de pression et de débit.
- ❖ Les réservoirs assurent un volume d'eau pour combattre les incendies.

IV.4.2. Fonctions économiques d'un réservoir :

- ✚ Réduction du coût de l'investissement sur les ouvrages de production puisque dans le cas d'une adduction on dimensionne selon le débit ($Q_{moy.h}$) pour une adduction continue et (qst) pour une adduction discontinue à la présence d'un réservoir et avec le débit (Q_{maxh}) dans le cas contraire.
- ✚ Réduction des dépenses d'énergie en réduisant la puissance consommée par les pompes.

IV.5. Classifications des réservoirs :

Les réservoirs peuvent être classés de diverses façons selon les critères pris en considération :

IV.5.1. Classification selon le matériau de construction :

Cette classification est basée sur la nature des matériaux de construction des réservoirs :

1. Réservoirs métalliques.
2. Réservoir en maçonnerie.
3. Réservoir en béton armé.

IV.5.2. Classification selon la situation des lieux :

Les réservoirs peuvent être classés selon leur position par rapport à la surface du sol :

1. Réservoir en terre.
2. Réservoir semi-enterré (sur surface).
3. Réservoir sur élevés ou sur tour.

IV.5.3. Classification selon l'usage :

Vu les nombreux usages des réservoirs on peut les classer en :

1. Réservoir principal d'accumulation et de stockage.
2. Réservoir d'équilibre (réservoir tampon).
3. Réservoir de traitement.

IV.5.4. Classification selon des considérations esthétiques :

Selon des servitudes d'esthétisme on peut affirmer les fonctions d'un réservoir comme on peut l'intégrer au paysage.

IV.5.5. Classification selon la forme géométrique :

Généralement, on retrouve dans la pratique deux formes usuelles :

1. Réservoir cylindrique.
2. Réservoir rectangulaire (carré).

Comme on trouve parfois des réservoirs de formes quelconques (sphérique, conique, ...).

IV.6. Choix du type de réservoir :

Nous savons qu'il existe des réservoirs enterrés, semi enterrés ou semi élevés dit (châteaux d'eau) pour le choix sera bien entendu une question d'espèce pour chaque cas, ce pendant à chaque fois que cela sera possible, il sera préférable d'avoir recours au réservoir enterré, semi enterré ou au plus élévation au-dessus du sol avec radier largement enterrer.

Pour Notre cas le réservoir choisi sera de type réservoir semi enterré est qui présente les avantages suivants :

1. Économie sur les frais de construction.
2. Étude architecturale très simplifiée.
3. Etanchéité plus facile à réaliser.
4. Conservation de la température constante de l'eau ainsi emmagasinée.

IV.7. Détermination de la capacité :

Le calcul du volume du réservoir se fait à partir du débit entrant et du débit sortant pour les différentes heures de la journée. La détermination de cette capacité, tient compte de la répartition journalière maximale du débit consommé caractérisé par le coefficient horaire.

IV.7.1. Principe de calcul :

Pour estimer la capacité d'un réservoir, nous avons recours soit à la méthode graphique qui tient compte de la consommation totale déduite à partir des coefficients des variations horaires de la consommation et de la courbe d'apport de débit pompé.

Soit à la méthode analytique qui tient aussi compte des débits d'apport et des débits de départ du réservoir.

IV.7.2. Détermination analytique de la capacité du réservoir d'alimentation :

La détermination analytique de la capacité du réservoir d'alimentation exige deux régimes distincts :

- Le régime de consommation de notre agglomération caractérisée par la courbe de consommation.
- Le régime d'apport d'eau à partir de la source vers le réservoir que nous avons fixé à raison de 20 heures.

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 dessous, en ajoutant bien entendu la réserve minimale destinée à l'incendie estimée 120 m³, le volume utile est donné par :

$$V_u = P \% * Q_{\max j} / 100 \quad (\text{IV.1})$$

P % : représente le maximum des restes de Q maxj en pourcentage.

Le tableau suivant donne le calcul de la capacité du réservoir :

Tableau IV. N° 01 : Détermination de la capacité du réservoir.

| Heures (h) | Consommation horaire en % | Refolement d'eau en % | Arrivée d'eau dans le réservoir en % | Départ d'eau du réservoir en % | Reste d'eau dans le réservoir en % |
|------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| 0-1 | 1 | - | | 1 | 3 |
| 1-2 | 1 | - | | 1 | 2 |
| 2-3 | 1 | - | | 1 | 1 |
| 3-4 | 1 | - | | 1 | 0 |
| 4-5 | 2 | 5 | 3 | | 3 |
| 5-6 | 3 | 5 | 2 | | 5 |
| 6-7 | 5 | 5 | - | - | 5 |
| 7-8 | 6,5 | 5 | | 1,5 | 3,5 |
| 8-9 | 6,5 | 5 | | 1,5 | 2 |
| 9-10 | 5,5 | 5 | | 0,5 | 1,5 |
| 10-11 | 4,5 | 5 | 0,5 | | 2 |
| 11-12 | 5,5 | 5 | | 0,5 | 1,5 |
| 12-13 | 7 | 5 | | 2 | -0,5 |
| 13-14 | 7 | 5 | | 2 | -2,5 |
| 14-15 | 5,5 | 5 | | 0,5 | -3 |
| 15-16 | 4,5 | 5 | 0,5 | | -2,5 |
| 16-17 | 5 | 5 | - | - | -2,5 |
| 17-18 | 6,5 | 5 | | 1,5 | -4 |
| 18-19 | 6,5 | 5 | | 1,5 | -5,5 |
| 19-20 | 5 | 5 | - | - | -5,5 |
| 20-21 | 4,5 | 5 | 0,5 | | -5 |
| 21-22 | 3 | 5 | 2 | | -3 |
| 22-23 | 2 | 5 | 3 | | 0 |
| 23-24 | 1 | 5 | 4 | | 4 |

$$\text{Actuel 2020 : } V_u = \frac{1725.69 \times 10.5}{100} = 181.2 \text{ m}^3$$

$$\text{Long Terme 2050 : } V_u = \frac{3279.52 \times 10.5}{100} = 334.25 \text{ m}^3$$

Donc :

$$\text{Actuel 2017 : } V_T = 181.2 + 120 = 301.2 \text{ m}^3$$

$$\text{Long Terme 2050 : } V_T = 334.25 + 120 = 464.25 \text{ m}^3$$

Donc :

$$\text{Actuel 2020 : } V_T = 301.2 \text{ M}^3$$

$$\text{Long Terme 2050 : } V_T = 464.25 \text{ M}^3$$

On prend un réservoir de volume $V = 500 \text{ m}^3$.

IV.7.3. Équipements du réservoir :

Le réservoir doit être équipé :

1. D'une conduite d'arrivée ou d'alimentation.
2. Une conduite de départ ou de distribution.
3. Une conduite de vidange.
4. Une conduite de trop-plein.
5. Système de matérialisation de la consigne d'incendie.
6. Conduit by-passe.

Ces conduites sont commandées dans une chambre de manœuvre.

Cette figure montre les différents équipements d'un réservoir :

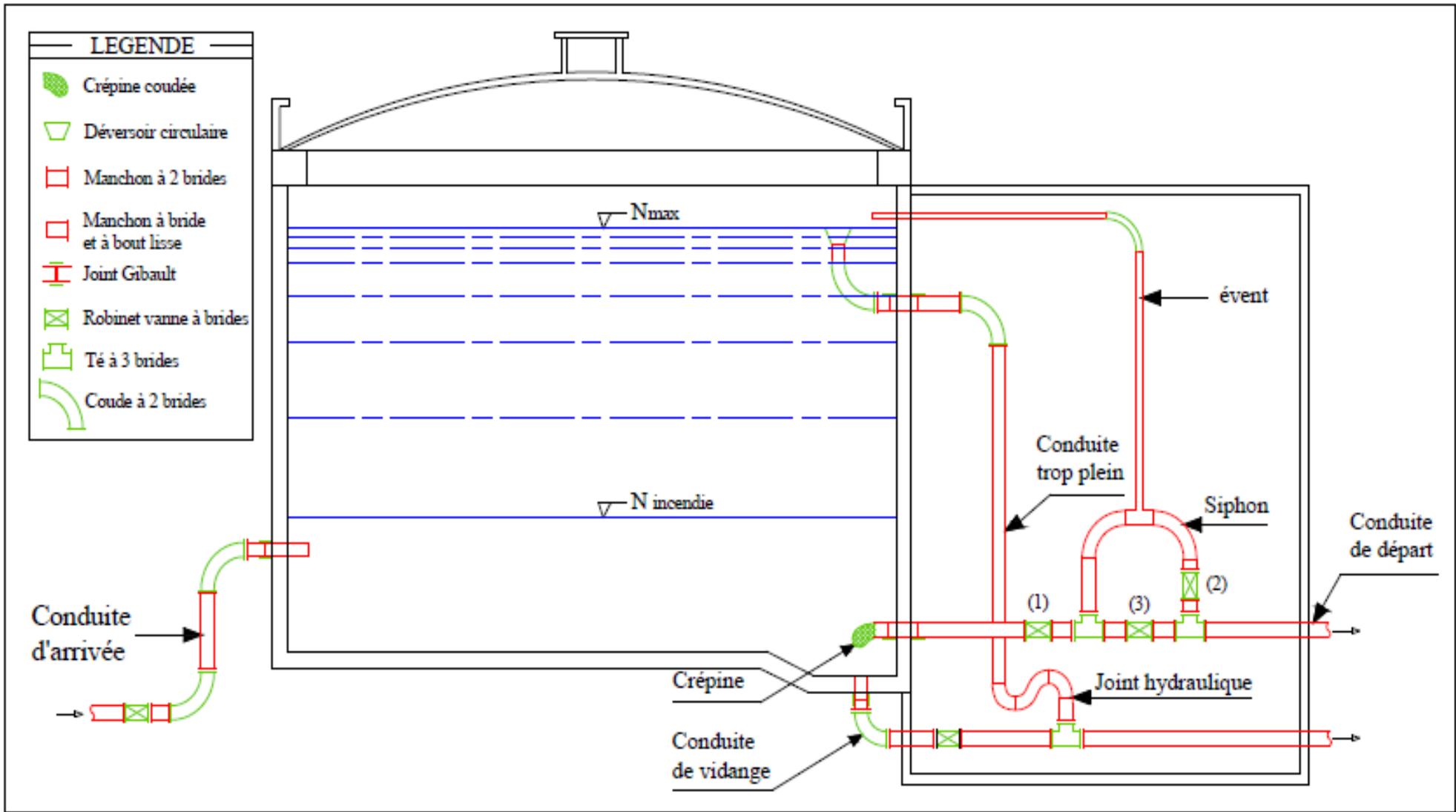


Figure IV. N° 01 : les différents équipements d'un réservoir

Conclusion :

Après cette partie, on remarque que les réservoirs ont un rôle très important (stockage et distribution), pour cela ils nécessitent une surveillance régularisée et un entretien périodique concernant le nettoyage de la cuve. Il convient donc de bien les concevoir et de bien les réaliser (assurant l'étanchéité) afin qu'ils remplissent toutes les fonctions requises d'une manière durable.



Chapitre V :
Réhabilitation du système
d'AEP



Le réseau d'AEP projeté

V.1. Description du réservoir :

Nous proposons d'alimenter le réseau projeté pour la ville de REBAIA uniquement à partir du réservoir projeté R500m³, et d'isoler les réservoirs (R200m³, R100m³ et R50m³) à l'aide des vannes.

La projection d'un nouveau réservoir d'une capacité de 500 m³ compensera le déficit qui se présentera à cette échéance. Cela réglera définitivement le manque en capacité de régulation.



Figure V. N°1 : Image satellite non traité d'emplacement des réservoirs (source : google earth)

V.2. Description du réseau de distribution projeté :

Les projections pour la ville au niveau du réseau de distribution principale se limitent à l'amélioration des diamètres et matériaux, et aussi intégrations de nouvelles conduites pour les zones d'extensions.

L'état du réseau de distribution principale devra être amélioré, par l'intermédiaire des projections proposées, afin de répondre d'une manière optimale aux différentes sollicitations quotidiennes dont il fait l'objet.

Des interventions dans le réseau de distribution devront améliorer l'état du réseau par un renforcement de son maillage. Au moyen terme, un nouveau réservoir devra être réalisés pour améliorer l'état de la régulation.

❖ Variante proposée :

- Un seul réseau principal d'AEP unique.
- Il est alimenté à partir d'un réservoir de distribution projeté de capacité $C = 500 \text{ M}^3$.

V.2.1. Calcul hydraulique du nouveau système d'AEP :

A travers ce chapitre nous allons apporter des améliorations et des modifications qui permettront d'atteindre un niveau de rendement optimal du nouveau système d'AEP.

Il a été constaté aussi que le réseau d'alimentation en eau potable actuel contenait des conduites en PVC, nous proposons de substituer toutes les conduites en PVC par du PEHD.

Calcul des débits :

Dans le tableau suivant on détermine le débit spécifique :

Tableau V. N°01 : Détermination de débit spécifique

| | | |
|-----------------|--------------------------------------|---------|
| | $Q_{\text{Pointe}} \text{ (l/s)}$ | 63.77 |
| Heure de pointe | $\sum_{i=1}^{n=100} L_i \text{ (m)}$ | 6681 |
| | $q_{\text{sp}} \text{ (l/s/m)}$ | 0,00954 |

- **Cas de pointe :**

Les tableaux suivants donnent le résultat de calcul du nouveau système de distribution d'AEP de l'Agglomération chef-lieu de REBAIA pour l'horizon 2050 (cas de pointe)

Tableau V. N°02 : détermination des débits aux nœuds (cas de pointe)

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Q _{sp} (l/s/m) | Q _r (l/s) | 0.55Q _r (l/s) | Q _n (l/s) |
|----------|-------------|--------------|-------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| 1 | 1-97 | 630 | 0,00954 | 6,010 | 3,005 | 4,722 |
| | 1-2 | 106 | 0,00954 | 1,011 | 0,506 | |
| | 1-17 | 254 | 0,00954 | 2,423 | 1,212 | |
| 2 | 2-1 | 106 | 0,00954 | 1,011 | 0,506 | 0,906 |
| | 2-3 | 84 | 0,00954 | 0,801 | 0,401 | |
| 3 | 3_2 | 84 | 0,00954 | 0,801 | 0,401 | 0,925 |
| | 3_9 | 38 | 0,00954 | 0,363 | 0,181 | |
| | 3_4 | 72 | 0,00954 | 0,687 | 0,343 | |
| 4 | 4_3 | 72 | 0,00954 | 0,687 | 0,343 | 0,964 |
| | 4_10 | 40 | 0,00954 | 0,382 | 0,191 | |
| | 4_5 | 67 | 0,00954 | 0,639 | 0,320 | |
| | 4_11 | 23 | 0,00954 | 0,219 | 0,110 | |
| 5 | 5_4 | 67 | 0,00954 | 0,639 | 0,320 | 0,382 |
| | 5_6 | 13 | 0,00954 | 0,124 | 0,062 | |
| 6 | 6_5 | 13 | 0,00954 | 0,124 | 0,062 | 0,181 |
| | 6_7 | 25 | 0,00954 | 0,239 | 0,119 | |
| 7 | 7-6 | 25 | 0,00954 | 0,239 | 0,119 | 0,267 |
| | 7_101 | 31 | 0,00954 | 0,296 | 0,148 | |
| 9 | 9_3 | 38 | 0,00954 | 0,363 | 0,181 | 0,181 |
| 10 | 10_4 | 40 | 0,00954 | 0,382 | 0,191 | 0,191 |
| 11 | 11-4 | 23 | 0,00954 | 0,219 | 0,110 | 0,315 |
| | 11_12 | 43 | 0,00954 | 0,410 | 0,205 | |
| 12 | 12_11 | 43 | 0,00954 | 0,410 | 0,205 | 0,525 |
| | 12_14 | 67 | 0,00954 | 0,639 | 0,320 | |
| 14 | 14_12 | 67 | 0,00954 | 0,639 | 0,320 | 0,525 |
| | 14-16 | 43 | 0,00954 | 0,410 | 0,205 | |
| 16 | 16_14 | 43 | 0,00954 | 0,410 | 0,205 | 0,949 |
| | 16-101 | 156 | 0,00954 | 1,488 | 0,744 | |
| 17 | 17-18 | 30 | 0,00954 | 0,286 | 0,143 | 1,355 |
| | 17-1 | 254 | 0,00954 | 2,423 | 1,212 | |
| 18 | 18-20 | 60 | 0,00954 | 0,572 | 0,286 | 0,849 |
| | 18-19 | 88 | 0,00954 | 0,840 | 0,420 | |
| | 18-17 | 30 | 0,00954 | 0,286 | 0,143 | |

Tableau V. N°03 : détermination des débits aux nœuds (cas de pointe) la suite

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Q _{sp} (l/s/m) | Q _r (l/s) | 0,55Q _r (l/s) | Q _n (l/s) |
|----------|-------------|--------------|-------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| 19 | 19-18 | 88 | 0,00954 | 0,840 | 0,420 | 0,420 |
| 20 | 20-18 | 60 | 0,00954 | 0,572 | 0,286 | 0,286 |
| 21 | 21-98 | 135 | 0,00954 | 1,288 | 0,644 | 2,638 |
| | 21-22 | 20 | 0,00954 | 0,191 | 0,095 | |
| | 21-36 | 398 | 0,00954 | 3,797 | 1,898 | |
| 22 | 22-21 | 20 | 0,00954 | 0,191 | 0,095 | 1,302 |
| | 22-23 | 54 | 0,00954 | 0,515 | 0,258 | |
| | 22-60 | 199 | 0,00954 | 1,898 | 0,949 | |
| 23 | 23-22 | 54 | 0,00954 | 0,515 | 0,258 | 0,840 |
| | 23-40 | 97 | 0,00954 | 0,925 | 0,463 | |
| | 23-24 | 25 | 0,00954 | 0,239 | 0,119 | |
| 24 | 24-23 | 25 | 0,00954 | 0,239 | 0,119 | 0,296 |
| | 24-25 | 37 | 0,00954 | 0,353 | 0,176 | |
| 25 | 25-24 | 37 | 0,00954 | 0,353 | 0,176 | 0,615 |
| | 25-26 | 26 | 0,00954 | 0,248 | 0,124 | |
| | 25-39 | 66 | 0,00954 | 0,630 | 0,315 | |
| 26 | 26-25 | 26 | 0,00954 | 0,248 | 0,124 | 0,229 |
| | 26-27 | 22 | 0,00954 | 0,210 | 0,105 | |
| 27 | 27-26 | 22 | 0,00954 | 0,210 | 0,105 | 0,315 |
| | 27-28 | 44 | 0,00954 | 0,420 | 0,210 | |
| 28 | 28-27 | 44 | 0,00954 | 0,420 | 0,210 | 0,663 |
| | 28-29 | 95 | 0,00954 | 0,906 | 0,453 | |
| 29 | 29-28 | 95 | 0,00954 | 0,906 | 0,453 | 1,173 |
| | 29-30 | 39 | 0,00954 | 0,372 | 0,186 | |
| | 29-39 | 112 | 0,00954 | 1,068 | 0,534 | |
| 30 | 30-29 | 39 | 0,00954 | 0,372 | 0,186 | 0,882 |
| | 30-43 | 56 | 0,00954 | 0,534 | 0,267 | |
| | 30-31 | 90 | 0,00954 | 0,859 | 0,429 | |
| 31 | 31-30 | 90 | 0,00954 | 0,859 | 0,429 | 1,045 |
| | 31-32 | 71 | 0,00954 | 0,677 | 0,339 | |
| | 31-44 | 58 | 0,00954 | 0,553 | 0,277 | |
| 32 | 32-31 | 71 | 0,00954 | 0,677 | 0,339 | 0,863 |
| | 32-34 | 110 | 0,00954 | 1,049 | 0,525 | |
| 34 | 34-32 | 110 | 0,00954 | 1,049 | 0,525 | 0,763 |
| | 34-36 | 50 | 0,00954 | 0,477 | 0,239 | |

Tableau V. N°04 : détermination des débits aux nœuds (cas de pointe) la suite

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Q _{sp} (l/s/m) | Q _r (l/s) | 0,55Q _r (l/s) | Q _n (l/s) |
|----------|-------------|--------------|-------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| 36 | 36-34 | 50 | 0,00954 | 0,477 | 0,239 | 2,409 |
| | 36-37 | 57 | 0,00954 | 0,544 | 0,272 | |
| | 36-21 | 398 | 0,00954 | 3,797 | 1,898 | |
| 37 | 37-36 | 57 | 0,00954 | 0,544 | 0,272 | 0,911 |
| | 37-38 | 90 | 0,00954 | 0,859 | 0,429 | |
| | 37-44 | 44 | 0,00954 | 0,420 | 0,210 | |
| 38 | 38-39 | 72 | 0,00954 | 0,687 | 0,343 | 1,092 |
| | 38-43 | 30 | 0,00954 | 0,286 | 0,143 | |
| | 38-46 | 37 | 0,00954 | 0,353 | 0,176 | |
| | 38-37 | 90 | 0,00954 | 0,859 | 0,429 | |
| 39 | 39-38 | 72 | 0,00954 | 0,687 | 0,343 | 1,355 |
| | 39-40 | 34 | 0,00954 | 0,324 | 0,162 | |
| | 39-29 | 112 | 0,00954 | 1,068 | 0,534 | |
| | 39-25 | 66 | 0,00954 | 0,630 | 0,315 | |
| 40 | 40-39 | 34 | 0,00954 | 0,324 | 0,162 | 0,625 |
| | 40-23 | 97 | 0,00954 | 0,925 | 0,463 | |
| 43 | 43-30 | 56 | 0,00954 | 0,534 | 0,267 | 0,410 |
| | 43-38 | 30 | 0,00954 | 0,286 | 0,143 | |
| 44 | 44-31 | 58 | 0,00954 | 0,553 | 0,277 | 0,487 |
| | 44-37 | 44 | 0,00954 | 0,420 | 0,210 | |
| 46 | 46-47 | 24 | 0,00954 | 0,229 | 0,114 | 0,291 |
| | 46-38 | 37 | 0,00954 | 0,353 | 0,176 | |
| 47 | 47-46 | 24 | 0,00954 | 0,229 | 0,114 | 0,114 |
| 52 | 52-53 | 27 | 0,00954 | 0,258 | 0,129 | 1,207 |
| | 52-56 | 92 | 0,00954 | 0,878 | 0,439 | |
| | 52-101 | 134 | 0,00954 | 1,278 | 0,639 | |
| 53 | 53-52 | 27 | 0,00954 | 0,258 | 0,129 | 0,248 |
| | 53-54 | 25 | 0,00954 | 0,239 | 0,119 | |
| 54 | 54-53 | 25 | 0,00954 | 0,239 | 0,119 | 0,644 |
| | 54-55 | 110 | 0,00954 | 1,049 | 0,525 | |
| 55 | 55-58 | 25 | 0,00954 | 0,239 | 0,119 | 0,644 |
| | 55-54 | 110 | 0,00954 | 1,049 | 0,525 | |
| 56 | 56-57 | 25 | 0,00954 | 0,239 | 0,119 | 0,558 |
| | 56-52 | 92 | 0,00954 | 0,878 | 0,439 | |
| 57 | 57-56 | 25 | 0,00954 | 0,239 | 0,119 | 0,239 |
| | 57-58 | 25 | 0,00954 | 0,239 | 0,119 | |

Tableau V. N°05 : détermination des débits aux nœuds (cas de pointe) la suite

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Q _{sp} (l/s/m) | Q _r (l/s) | 0,55Q _r (l/s) | Q _n (l/s) |
|----------|-------------|--------------|-------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| 58 | 58-57 | 25 | 0,00954 | 0,239 | 0,119 | 0,239 |
| | 58-55 | 25 | 0,00954 | 0,239 | 0,119 | |
| 60 | 60-22 | 199 | 0,00954 | 1,898 | 0,949 | 0,949 |
| 63 | 63-92 | 91 | 0,00954 | 0,868 | 0,434 | 1,770 |
| | 63-96 | 280 | 0,00954 | 2,671 | 1,336 | |
| 65 | 65-99 | 95 | 0,00954 | 0,906 | 0,453 | 2,504 |
| | 65-66 | 106 | 0,00954 | 1,011 | 0,506 | |
| | 65-74 | 324 | 0,00954 | 3,091 | 1,545 | |
| 66 | 66-65 | 106 | 0,00954 | 1,011 | 0,506 | 1,340 |
| | 66-70 | 6 | 0,00954 | 0,057 | 0,029 | |
| | 66-72 | 99 | 0,00954 | 0,944 | 0,472 | |
| | 66-67 | 70 | 0,00954 | 0,668 | 0,334 | |
| 67 | 67-66 | 70 | 0,00954 | 0,668 | 0,334 | 0,606 |
| | 67-68 | 57 | 0,00954 | 0,544 | 0,272 | |
| 68 | 68-67 | 57 | 0,00954 | 0,544 | 0,272 | 0,272 |
| 70 | 70-66 | 6 | 0,00954 | 0,057 | 0,029 | 0,706 |
| | 70-73 | 105 | 0,00954 | 1,002 | 0,501 | |
| | 70-71 | 37 | 0,00954 | 0,353 | 0,176 | |
| 71 | 71-70 | 37 | 0,00954 | 0,353 | 0,176 | 0,176 |
| 72 | 72-66 | 99 | 0,00954 | 0,944 | 0,472 | 0,472 |
| 73 | 73-70 | 105 | 0,00954 | 1,002 | 0,501 | 0,501 |
| 74 | 74-76 | 51 | 0,00954 | 0,487 | 0,243 | 2,147 |
| | 74-79 | 75 | 0,00954 | 0,716 | 0,358 | |
| | 74-65 | 324 | 0,00954 | 3,091 | 1,545 | |
| 76 | 76-74 | 51 | 0,00954 | 0,487 | 0,243 | 0,243 |
| 79 | 79-74 | 75 | 0,00954 | 0,716 | 0,358 | 0,358 |
| 87 | 87-98 | 98 | 0,00954 | 0,935 | 0,467 | 1,030 |
| | 87-89 | 118 | 0,00954 | 1,126 | 0,563 | |
| 89 | 89-99 | 58 | 0,00954 | 0,553 | 0,277 | 0,840 |
| | 89-87 | 118 | 0,00954 | 1,126 | 0,563 | |
| 92 | 92-63 | 91 | 0,00954 | 0,868 | 0,434 | 0,987 |
| | 92-98 | 116 | 0,00954 | 1,107 | 0,553 | |
| 96 | 96-63 | 280 | 0,00954 | 2,671 | 1,336 | 3,101 |
| | 96-97 | 370 | 0,00954 | 3,530 | 1,765 | |

Tableau IV. N°06 : détermination des débits aux nœuds (cas de pointe) la suite

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Q _{sp} (l/s/m) | Q _r (l/s) | 0,55Q _r (l/s) | Q _n (l/s) |
|----------|-------------|--------------|-------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| 98 | 98-92 | 116 | 0,00954 | 1,107 | 0,553 | 1,665 |
| | 98-87 | 98 | 0,00954 | 0,935 | 0,467 | |
| | 98-21 | 135 | 0,00954 | 1,288 | 0,644 | |
| 99 | 99-89 | 58 | 0,00954 | 0,553 | 0,277 | 0,730 |
| | 99-65 | 95 | 0,00954 | 0,906 | 0,453 | |
| 101 | 101-07 | 31 | 0,00954 | 0,296 | 0,148 | 1,531 |
| | 101-16 | 156 | 0,00954 | 1,488 | 0,744 | |
| | 101-52 | 134 | 0,00954 | 1,278 | 0,639 | |
| 97 | 97-96 | 370 | 0,00954 | 3,530 | 1,765 | 4,770 |
| | 97-01 | 630 | 0,00954 | 6,010 | 3,005 | |

Le débit desservi par le réservoir de tête R₁₅₀₀ (Q_{R1500}) :

On a la somme de débits aux nœuds pour le cas de pointe :

$$\sum Q_{ni} = 66,77 \text{ l/s} = Q_{\text{pointe}}$$

Donc :

$$Q_{R1500} = 66,77 \text{ l/s.}$$

- **Cas de pointe plus incendie :**

On fait les mêmes étapes de calcul avec le cas de pointe sauf que le débit d'incendie (17 l/s) est ajouté comme un débit concentré aux points défavorable.

Nous avons le point (N-19) comme étant le plus défavorable

Les tableaux suivants donnent le résultat de calcul du nouveau système de distribution d'AEP de l'Agglomération chef-lieu de REBAIA pour l'horizon 2050 (cas de pointe + incendie)

Tableau V. N°07 : détermination des débits aux nœuds (cas de pointe + inc)

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Q _{sp} (l/s/m) | Q _r (l/s) | 0,55Q _r (l/s) | Q _n (l/s) |
|----------|-------------|--------------|-------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| 1 | 1-97 | 630 | 0,00954 | 6,010 | 3,005 | 4,722 |
| | 1-2 | 106 | 0,00954 | 1,011 | 0,506 | |
| | 1-17 | 254 | 0,00954 | 2,423 | 1,212 | |
| 2 | 2-1 | 106 | 0,00954 | 1,011 | 0,506 | 0,906 |
| | 2-3 | 84 | 0,00954 | 0,801 | 0,401 | |
| 3 | 3_2 | 84 | 0,00954 | 0,801 | 0,401 | 0,925 |
| | 3_9 | 38 | 0,00954 | 0,363 | 0,181 | |
| | 3_4 | 72 | 0,00954 | 0,687 | 0,343 | |
| 4 | 4_3 | 72 | 0,00954 | 0,687 | 0,343 | 0,964 |
| | 4_10 | 40 | 0,00954 | 0,382 | 0,191 | |
| | 4_5 | 67 | 0,00954 | 0,639 | 0,320 | |
| | 4_11 | 23 | 0,00954 | 0,219 | 0,110 | |
| 5 | 5_4 | 67 | 0,00954 | 0,639 | 0,320 | 0,382 |
| | 5_6 | 13 | 0,00954 | 0,124 | 0,062 | |
| 6 | 6_5 | 13 | 0,00954 | 0,124 | 0,062 | 0,181 |
| | 6_7 | 25 | 0,00954 | 0,239 | 0,119 | |
| 7 | 7-6 | 25 | 0,00954 | 0,239 | 0,119 | 0,267 |
| | 7_101 | 31 | 0,00954 | 0,296 | 0,148 | |
| 9 | 9_3 | 38 | 0,00954 | 0,363 | 0,181 | 0,181 |
| 10 | 10_4 | 40 | 0,00954 | 0,382 | 0,191 | 0,191 |
| 11 | 11-4 | 23 | 0,00954 | 0,219 | 0,110 | 0,315 |
| | 11_12 | 43 | 0,00954 | 0,410 | 0,205 | |
| 12 | 12_11 | 43 | 0,00954 | 0,410 | 0,205 | 0,525 |
| | 12_14 | 67 | 0,00954 | 0,639 | 0,320 | |
| 14 | 14_12 | 67 | 0,00954 | 0,639 | 0,320 | 0,525 |
| | 14-16 | 43 | 0,00954 | 0,410 | 0,205 | |
| 16 | 16_14 | 43 | 0,00954 | 0,410 | 0,205 | 0,949 |
| | 16-101 | 156 | 0,00954 | 1,488 | 0,744 | |
| 17 | 17-18 | 30 | 0,00954 | 0,286 | 0,143 | 1,355 |
| | 17-1 | 254 | 0,00954 | 2,423 | 1,212 | |
| 18 | 18-20 | 60 | 0,00954 | 0,572 | 0,286 | 0,849 |
| | 18-19 | 88 | 0,00954 | 0,840 | 0,420 | |
| | 18-17 | 30 | 0,00954 | 0,286 | 0,143 | |

Tableau V. N°08 : détermination des débits aux nœuds (cas de pointe+inc) la suite

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Qsp (l/s/m) | Q _r (l/s) | 0.55Q _r (l/s) | Q _n (l/s) |
|----------|-------------|--------------|-------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| 19 | 19-18 | 88 | 0,00954 | 0,840 | 0,420 | 17,420 |
| 20 | 20-18 | 60 | 0,00954 | 0,572 | 0,286 | 0,286 |
| 21 | 21-98 | 135 | 0,00954 | 1,288 | 0,644 | 2,638 |
| | 21-22 | 20 | 0,00954 | 0,191 | 0,095 | |
| | 21-36 | 398 | 0,00954 | 3,797 | 1,898 | |
| 22 | 22-21 | 20 | 0,00954 | 0,191 | 0,095 | 1,302 |
| | 22-23 | 54 | 0,00954 | 0,515 | 0,258 | |
| | 22-60 | 199 | 0,00954 | 1,898 | 0,949 | |
| 23 | 23-22 | 54 | 0,00954 | 0,515 | 0,258 | 0,840 |
| | 23-40 | 97 | 0,00954 | 0,925 | 0,463 | |
| | 23-24 | 25 | 0,00954 | 0,239 | 0,119 | |
| 24 | 24-23 | 25 | 0,00954 | 0,239 | 0,119 | 0,296 |
| | 24-25 | 37 | 0,00954 | 0,353 | 0,176 | |
| 25 | 25-24 | 37 | 0,00954 | 0,353 | 0,176 | 0,615 |
| | 25-26 | 26 | 0,00954 | 0,248 | 0,124 | |
| | 25-39 | 66 | 0,00954 | 0,630 | 0,315 | |
| 26 | 26-25 | 26 | 0,00954 | 0,248 | 0,124 | 0,229 |
| | 26-27 | 22 | 0,00954 | 0,210 | 0,105 | |
| 27 | 27-26 | 22 | 0,00954 | 0,210 | 0,105 | 0,315 |
| | 27-28 | 44 | 0,00954 | 0,420 | 0,210 | |
| 28 | 28-27 | 44 | 0,00954 | 0,420 | 0,210 | 0,663 |
| | 28-29 | 95 | 0,00954 | 0,906 | 0,453 | |
| 29 | 29-28 | 95 | 0,00954 | 0,906 | 0,453 | 1,173 |
| | 29-30 | 39 | 0,00954 | 0,372 | 0,186 | |
| | 29-39 | 112 | 0,00954 | 1,068 | 0,534 | |
| 30 | 30-29 | 39 | 0,00954 | 0,372 | 0,186 | 0,882 |
| | 30-43 | 56 | 0,00954 | 0,534 | 0,267 | |
| | 30-31 | 90 | 0,00954 | 0,859 | 0,429 | |
| 31 | 31-30 | 90 | 0,00954 | 0,859 | 0,429 | 1,045 |
| | 31-32 | 71 | 0,00954 | 0,677 | 0,339 | |
| | 31-44 | 58 | 0,00954 | 0,553 | 0,277 | |
| 32 | 32-31 | 71 | 0,00954 | 0,677 | 0,339 | 0,863 |
| | 32-34 | 110 | 0,00954 | 1,049 | 0,525 | |
| 34 | 34-32 | 110 | 0,00954 | 1,049 | 0,525 | 0,763 |
| | 34-36 | 50 | 0,00954 | 0,477 | 0,239 | |

Tableau V. N°09 : détermination des débits aux nœuds (cas de pointe+inc) la suite

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Q _{sp} (l/s/m) | Q _r (l/s) | 0,55Q _r (l/s) | Q _n (l/s) |
|----------|-------------|--------------|-------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| 36 | 36-34 | 50 | 0,00954 | 0,477 | 0,239 | 2,409 |
| | 36-37 | 57 | 0,00954 | 0,544 | 0,272 | |
| | 36-21 | 398 | 0,00954 | 3,797 | 1,898 | |
| 37 | 37-36 | 57 | 0,00954 | 0,544 | 0,272 | 0,911 |
| | 37-38 | 90 | 0,00954 | 0,859 | 0,429 | |
| | 37-44 | 44 | 0,00954 | 0,420 | 0,210 | |
| 38 | 38-39 | 72 | 0,00954 | 0,687 | 0,343 | 1,092 |
| | 38-43 | 30 | 0,00954 | 0,286 | 0,143 | |
| | 38-46 | 37 | 0,00954 | 0,353 | 0,176 | |
| | 38-37 | 90 | 0,00954 | 0,859 | 0,429 | |
| 39 | 39-38 | 72 | 0,00954 | 0,687 | 0,343 | 1,355 |
| | 39-40 | 34 | 0,00954 | 0,324 | 0,162 | |
| | 39-29 | 112 | 0,00954 | 1,068 | 0,534 | |
| | 39-25 | 66 | 0,00954 | 0,630 | 0,315 | |
| 40 | 40-39 | 34 | 0,00954 | 0,324 | 0,162 | 0,625 |
| | 40-23 | 97 | 0,00954 | 0,925 | 0,463 | |
| 43 | 43-30 | 56 | 0,00954 | 0,534 | 0,267 | 0,410 |
| | 43-38 | 30 | 0,00954 | 0,286 | 0,143 | |
| 44 | 44-31 | 58 | 0,00954 | 0,553 | 0,277 | 0,487 |
| | 44-37 | 44 | 0,00954 | 0,420 | 0,210 | |
| 46 | 46-47 | 24 | 0,00954 | 0,229 | 0,114 | 0,291 |
| | 46-38 | 37 | 0,00954 | 0,353 | 0,176 | |
| 47 | 47-46 | 24 | 0,00954 | 0,229 | 0,114 | 0,114 |
| 52 | 52-53 | 27 | 0,00954 | 0,258 | 0,129 | 1,207 |
| | 52-56 | 92 | 0,00954 | 0,878 | 0,439 | |
| | 52-101 | 134 | 0,00954 | 1,278 | 0,639 | |
| 53 | 53-52 | 27 | 0,00954 | 0,258 | 0,129 | 0,248 |
| | 53-54 | 25 | 0,00954 | 0,239 | 0,119 | |
| 54 | 54-53 | 25 | 0,00954 | 0,239 | 0,119 | 0,644 |
| | 54-55 | 110 | 0,00954 | 1,049 | 0,525 | |
| 55 | 55-58 | 25 | 0,00954 | 0,239 | 0,119 | 0,644 |
| | 55-54 | 110 | 0,00954 | 1,049 | 0,525 | |
| 56 | 56-57 | 25 | 0,00954 | 0,239 | 0,119 | 0,558 |
| | 56-52 | 92 | 0,00954 | 0,878 | 0,439 | |
| 57 | 57-56 | 25 | 0,00954 | 0,239 | 0,119 | 0,239 |
| | 57-58 | 25 | 0,00954 | 0,239 | 0,119 | |

Tableau V. N°10 : détermination des débits aux nœuds (cas de pointe+inc) la suite

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Qsp (l/s/m) | Q _r (l/s) | 0.55Q _r (l/s) | Q _n (l/s) |
|----------|-------------|--------------|-------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| 58 | 58-57 | 25 | 0,00954 | 0,239 | 0,119 | 0,239 |
| | 58-55 | 25 | 0,00954 | 0,239 | 0,119 | |
| 60 | 60-22 | 199 | 0,00954 | 1,898 | 0,949 | 0,949 |
| 63 | 63-92 | 91 | 0,00954 | 0,868 | 0,434 | 1,770 |
| | 63-96 | 280 | 0,00954 | 2,671 | 1,336 | |
| 65 | 65-99 | 95 | 0,00954 | 0,906 | 0,453 | 2,504 |
| | 65-66 | 106 | 0,00954 | 1,011 | 0,506 | |
| | 65-74 | 324 | 0,00954 | 3,091 | 1,545 | |
| 66 | 66-65 | 106 | 0,00954 | 1,011 | 0,506 | 1,340 |
| | 66-70 | 6 | 0,00954 | 0,057 | 0,029 | |
| | 66-72 | 99 | 0,00954 | 0,944 | 0,472 | |
| | 66-67 | 70 | 0,00954 | 0,668 | 0,334 | |
| 67 | 67-66 | 70 | 0,00954 | 0,668 | 0,334 | 0,606 |
| | 67-68 | 57 | 0,00954 | 0,544 | 0,272 | |
| 68 | 68-67 | 57 | 0,00954 | 0,544 | 0,272 | 0,272 |
| 70 | 70-66 | 6 | 0,00954 | 0,057 | 0,029 | 0,706 |
| | 70-73 | 105 | 0,00954 | 1,002 | 0,501 | |
| | 70-71 | 37 | 0,00954 | 0,353 | 0,176 | |
| 71 | 71-70 | 37 | 0,00954 | 0,353 | 0,176 | 0,176 |
| 72 | 72-66 | 99 | 0,00954 | 0,944 | 0,472 | 0,472 |
| 73 | 73-70 | 105 | 0,00954 | 1,002 | 0,501 | 0,501 |
| 74 | 74-76 | 51 | 0,00954 | 0,487 | 0,243 | 2,147 |
| | 74-79 | 75 | 0,00954 | 0,716 | 0,358 | |
| | 74-65 | 324 | 0,00954 | 3,091 | 1,545 | |
| 76 | 76-74 | 51 | 0,00954 | 0,487 | 0,243 | 0,243 |
| 79 | 79-74 | 75 | 0,00954 | 0,716 | 0,358 | 0,358 |
| 87 | 87-98 | 98 | 0,00954 | 0,935 | 0,467 | 1,030 |
| | 87-89 | 118 | 0,00954 | 1,126 | 0,563 | |
| 89 | 89-99 | 58 | 0,00954 | 0,553 | 0,277 | 0,840 |
| | 89-87 | 118 | 0,00954 | 1,126 | 0,563 | |
| 92 | 92-63 | 91 | 0,00954 | 0,868 | 0,434 | 0,987 |
| | 92-98 | 116 | 0,00954 | 1,107 | 0,553 | |
| 96 | 96-63 | 280 | 0,00954 | 2,671 | 1,336 | 3,101 |
| | 96-97 | 370 | 0,00954 | 3,530 | 1,765 | |

Tableau IV. N°11 : détermination des débits aux nœuds (cas de pointe+inc) la suite

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Q _{sp} (l/s/m) | Q _r (l/s) | 0,55Q _r (l/s) | Q _n (l/s) |
|----------|-------------|--------------|-------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| 98 | 98-92 | 116 | 0,00954 | 1,107 | 0,553 | 1,665 |
| | 98-87 | 98 | 0,00954 | 0,935 | 0,467 | |
| | 98-21 | 135 | 0,00954 | 1,288 | 0,644 | |
| 99 | 99-89 | 58 | 0,00954 | 0,553 | 0,277 | 0,730 |
| | 99-65 | 95 | 0,00954 | 0,906 | 0,453 | |
| 101 | 101-07 | 31 | 0,00954 | 0,296 | 0,148 | 1,531 |
| | 101-16 | 156 | 0,00954 | 1,488 | 0,744 | |
| | 101-52 | 134 | 0,00954 | 1,278 | 0,639 | |
| 97 | 97-96 | 370 | 0,00954 | 3,530 | 1,765 | 4,770 |
| | 97-01 | 630 | 0,00954 | 6,010 | 3,005 | |

Le débit desservi par le réservoir de tête R₁₅₀₀ (Q_{R1500}) :

On a la somme de débits aux nœuds pour le cas de pointe :

$$\sum Q_{ni} = 66,77 \text{ l/s} + 17 \text{ l/s} = Q_{\text{pointe}} + Q_{\text{inc}}$$

Donc :

$$Q_{R1500} = 83,77 \text{ l/s.}$$

V.2.2. Les résultats de calcul :

Par le programme EPANET on a pu tirer les résultats de simulation du nouveau réseau de distribution d'AEP de la ville de REBAIA pour l'horizon 2050 (cas de pointe et pointe plus incendie) sont donné dans les tableaux suivants :

- **Cas de pointe :**

Les tableaux suivants donnent le débit, la vitesse et la perte de charge pour chaque tronçon :

Tableau V. N°12 : Calcul des paramètres hydrauliques (cas de pointe)

| Tronçon | Longueur (m) | Diamètre (mm) | Debit (l/s) | Vitesse (m/s) | PdC (m.c.e) |
|----------|--------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| N3-N4 | 72 | 96,8 | 9,62 | 1,31 | 19,81 |
| N4-N11 | 23 | 79,2 | 2,97 | 0,6 | 5,89 |
| N4-N5 | 67 | 96,8 | 5,49 | 0,75 | 6,81 |
| N12-N14 | 67 | 66 | 2,13 | 0,62 | 7,87 |
| N5-N6 | 13 | 79,2 | 5,11 | 1,04 | 16,36 |
| N6-N7 | 25 | 66 | 4,92 | 1,44 | 38,49 |
| N1-N2 | 106 | 96,8 | 9,34 | 1,27 | 16,1 |
| N14-N16 | 43 | 55,4 | 1,61 | 0,67 | 11,16 |
| N2-N3 | 84 | 96,8 | 10,72 | 1,46 | 24,42 |
| N7-N101 | 31 | 66 | 4,65 | 1,36 | 34,57 |
| N16-N101 | 156 | 44 | 0,91 | 0,6 | 7,31 |
| N52-N101 | 134 | 79,2 | 3,78 | 0,77 | 9,24 |
| N52-N53 | 27 | 66 | 1,01 | 0,66 | 14,77 |
| N53-N54 | 25 | 55,4 | 1,25 | 0,52 | 9,39 |
| N54-N55 | 110 | 44 | 0,76 | 0,51 | 8,03 |
| N52-N56 | 92 | 55,4 | 1,57 | 0,65 | 10,63 |
| N56-N57 | 25 | 44 | 1,01 | 0,66 | 14,81 |
| N57-N58 | 25 | 44 | 0,77 | 0,51 | 8,94 |
| N55-N58 | 25 | 44 | 1,04 | 0,69 | 15,76 |
| N1-N17 | 254 | 79,2 | 2,91 | 0,59 | 5,65 |
| N17-N18 | 30 | 55,4 | 1,25 | 0,52 | 5,94 |
| N98-N21 | 135 | 141 | 20,27 | 1,3 | 12,25 |
| N21-N36 | 398 | 110,2 | 6,13 | 0,64 | 4,37 |
| N21-N22 | 20 | 141 | 11,5 | 0,74 | 4,16 |
| N22-N23 | 54 | 141 | 9,25 | 0,59 | 2,76 |

Tableau V. N°13 : Calcul des paramètres hydrauliques. (La suite)

| Tronçon | Longueur (m) | Diamètre (mm) | Debit (l/s) | Vitesse (m/s) | PdC (m.c.e) |
|----------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|
| N23-N24 | 25 | 96,8 | 4,56 | 0,62 | 4,81 |
| N24-N25 | 37 | 79,2 | 2,76 | 0,56 | 5 ,29 |
| N25-N26 | 26 | 79,2 | 2,99 | 0,61 | 5,96 |
| N26-N27 | 22 | 66 | 2,76 | 0,81 | 12,81 |
| N27-N28 | 44 | 55,4 | 2,45 | 1,02 | 24,69 |
| N28-N29 | 95 | 55,4 | 1,78 | 0,74 | 13,58 |
| N29-N30 | 39 | 44 | 1,1 | 0,72 | 17,34 |
| N30-N31 | 90 | 44 | 0,84 | 0,55 | 9,26 |
| N31-N32 | 71 | 44 | 0,85 | 0,56 | 12,06 |
| N32-N34 | 110 | 44 | 0,8 | 0,53 | 8,56 |
| N34-N36 | 50 | 55,4 | 1,5 | 0,62 | 9,85 |
| N36-N37 | 57 | 66 | 2,21 | 0,65 | 8,44 |
| N37-N38 | 90 | 44 | 0,85 | 0,56 | 9,01 |
| N38-N39 | 72 | 55,4 | 2,04 | 0,85 | 17,56 |
| N39-N40 | 34 | 66 | 2,05 | 0,6 | 5,78 |
| N23-N40 | 97 | 79,2 | 3,01 | 0,61 | 5,04 |
| N25-N39 | 66 | 44 | 0,89 | 0,59 | 7,6 |
| N30-N43 | 56 | 55,4 | 1,44 | 0,6 | 9,34 |
| N38-N43 | 30 | 44 | 0,98 | 0,65 | 10,28 |
| N31-N44 | 58 | 55,4 | 1,23 | 0,51 | 8,94 |
| N37-N44 | 44 | 44 | 1,32 | 0,87 | 24,59 |
| N38-N46 | 37 | 55,4 | 1,25 | 0,52 | 9,46 |
| N46-N47 | 24 | 44 | 1,01 | 0,67 | 15,25 |
| N22-N60 | 199 | 44 | 0,95 | 0,62 | 13,24 |
| N65-N99 | 95 | 96,8 | 9,32 | 1,27 | 18,67 |

Tableau V. N°14 : Calcul des paramètres hydrauliques. (La suite)

| Tronçon | Longueur (m) | Diamètre (mm) | Debit (l/s) | Vitesse (m/s) | PdC (m.c.e) |
|----------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|
| N65-N74 | 324 | 79,2 | 2,75 | 0,56 | 5,08 |
| N65-N66 | 106 | 96,8 | 4,24 | 0,58 | 4,33 |
| N66-N67 | 70 | 55,4 | 1,44 | 0,6 | 12,34 |
| N67-N68 | 57 | 44 | 0,81 | 0,53 | 12,51 |
| N66-N70 | 6 | 55,4 | 1,38 | 0,57 | 8,43 |
| N70-N71 | 37 | 44 | 0,79 | 0,52 | 9,55 |
| N70-N73 | 105 | 44 | 1,29 | 0,85 | 7,99 |
| N66-N72 | 99 | 44 | 1,06 | 0,7 | 8,61 |
| N74-N76 | 51 | 44 | 0,91 | 0,6 | 9,31 |
| N74-N79 | 75 | 44 | 0,8 | 0,53 | 10,81 |
| N63-N92 | 91 | 220,4 | 34,84 | 0,91 | 3,61 |
| N92-N98 | 116 | 176,2 | 33,86 | 1,39 | 10,59 |
| N98-N87 | 98 | 176,2 | 12,41 | 0,51 | 1,58 |
| N87-N89 | 118 | 141 | 10,9 | 0,7 | 3,76 |
| N89-N99 | 58 | 110,2 | 10,06 | 1,05 | 11,17 |
| N11_N12 | 43 | 66 | 2,66 | 0,78 | 11,91 |
| N29-N39 | 112 | 44 | 0,85 | 0,56 | 7,09 |
| N96-N97 | 370 | 141 | 19,36 | 1,24 | 9,67 |
| N3-N9 | 38 | 96,8 | 4,05 | 0,55 | 3,86 |
| N4-N10 | 40 | 96,8 | 3,83 | 0,52 | 3,51 |
| N18-N19 | 88 | 55,4 | 1,3 | 0,54 | 9,43 |
| N18-N20 | 60 | 55,4 | 1,47 | 0,61 | 12,75 |
| N96-N63 | 280 | 141 | 22,64 | 1,45 | 11,28 |
| R1500-N97 | 1325 | 277,6 | 63,78 | 1,05 | 3,57 |
| N97-N1 | 630 | 141 | 19,26 | 1,23 | 11,11 |

Les tableaux suivants donnent la charge et la pression pour chaque nœud :

Tableau V. N °15 : Calcul des paramètres hydrauliques (cas de pointe)

| Nœuds | Altitude (m) | Demande de base (l/s) | Charge (m) | Pression (m) |
|--------------|---------------------|------------------------------|-------------------|---------------------|
| Noeud 01 | 807 | 4,722 | 856,96 | 49,96 |
| Noeud 02 | 808 | 0,906 | 853,93 | 45,93 |
| Noeud 03 | 806 | 0,925 | 851,88 | 45,88 |
| Noeud 04 | 801 | 0,964 | 850,45 | 49,45 |
| Noeud 05 | 796 | 0,382 | 850 | 54 |
| Noeud 06 | 796 | 0,189 | 849,79 | 53,79 |
| Noeud 07 | 795 | 0,267 | 848,82 | 53,82 |
| Noeud 09 | 806 | 0,181 | 850,93 | 44,93 |
| Noeud 10 | 799 | 0,191 | 849,58 | 50,58 |
| Noeud 101 | 795 | 1,531 | 847,75 | 52,75 |
| Noeud 11 | 800 | 0,315 | 850,32 | 50,32 |
| Noeud 12 | 800 | 0,525 | 849,81 | 49,81 |
| Noeud 14 | 796 | 0,525 | 849,28 | 53,28 |
| Noeud 16 | 793 | 0,949 | 848,8 | 55,8 |
| Noeud 17 | 805 | 1,355 | 855,52 | 50,52 |
| Noeud 18 | 809 | 0,849 | 855,36 | 46,36 |
| Noeud 19 | 812 | 0,42 | 854,1 | 42,1 |
| Noeud 20 | 811 | 0,286 | 853,9 | 42,9 |
| Noeud 21 | 808 | 2,638 | 853,96 | 45,96 |
| Noeud 22 | 807 | 1,302 | 853,88 | 46,88 |
| Noeud 23 | 804 | 0,84 | 853,73 | 49,73 |
| Noeud 24 | 803 | 0,296 | 853,61 | 50,61 |
| Noeud 25 | 802 | 0,615 | 853,45 | 51,45 |
| Noeud 26 | 801 | 0,229 | 853,3 | 52,3 |
| Noeud 27 | 800 | 0,315 | 853,02 | 53,02 |

Tableau V. N °16 : Calcul des paramètres hydrauliques (la suite).

| Nœuds | Altitude (m) | Demande de base (l/s) | Charge (m) | Pression (m) |
|--------------|---------------------|------------------------------|-------------------|---------------------|
| Noeud 28 | 799 | 0,663 | 851,93 | 52,93 |
| Noeud 29 | 798 | 1,173 | 850,91 | 52,91 |
| Noeud 30 | 798 | 0,882 | 850,24 | 52,24 |
| Noeud 31 | 799 | 1,045 | 850,06 | 51,06 |
| Noeud 32 | 799 | 0,863 | 850,05 | 51,05 |
| Noeud 34 | 802 | 0,763 | 851,73 | 49,73 |
| Noeud 36 | 803 | 2,409 | 852,22 | 49,22 |
| Noeud 37 | 801 | 0,911 | 851,74 | 50,74 |
| Noeud 38 | 800 | 1,092 | 851,74 | 51,74 |
| Noeud 39 | 800 | 1,355 | 853,01 | 53,01 |
| Noeud 40 | 801 | 0,625 | 853,24 | 52,24 |
| Noeud 43 | 799 | 0,41 | 851,08 | 52,08 |
| Noeud 44 | 800 | 0,487 | 850,66 | 50,66 |
| Noeud 46 | 802 | 0,291 | 851,25 | 49,25 |
| Noeud 47 | 803 | 0,114 | 849,87 | 46,87 |
| Noeud 52 | 797 | 1,207 | 846,51 | 49,51 |
| Noeud 53 | 798 | 0,248 | 846,11 | 48,11 |
| Noeud 54 | 798 | 0,644 | 845,9 | 47,9 |
| Noeud 55 | 797 | 0,644 | 844,39 | 47,39 |
| Noeud 56 | 796 | 0,558 | 845,54 | 49,54 |
| Noeud 57 | 798 | 0,239 | 845,17 | 47,17 |
| Noeud 58 | 797 | 0,239 | 844,94 | 47,94 |
| Noeud 60 | 802 | 0,949 | 851,24 | 49,24 |
| Noeud 63 | 827 | 1,77 | 857,17 | 30,17 |
| Noeud 65 | 800 | 2,504 | 852,61 | 52,61 |

Tableau V. N °17 : Calcul des paramètres hydrauliques (la suite).

| Nœuds | Altitude (m) | Demande de base (l/s) | Charge (m) | Pression (m) |
|--------------|---------------------|------------------------------|-------------------|---------------------|
| Noeud 66 | 795 | 1,34 | 852,18 | 57,18 |
| Noeud 67 | 794 | 0,606 | 851,38 | 57,38 |
| Noeud 68 | 794 | 0,272 | 850,35 | 56,35 |
| Noeud 70 | 795 | 0,706 | 852,13 | 57,13 |
| Noeud 71 | 807 | 0,176 | 851,26 | 44,26 |
| Noeud 72 | 793 | 0,472 | 849,74 | 56,74 |
| Noeud 73 | 793 | 0,501 | 848,04 | 55,04 |
| Noeud 74 | 792 | 2,147 | 850,96 | 58,96 |
| Noeud 76 | 791 | 0,243 | 850,05 | 59,05 |
| Noeud 79 | 792 | 0,358 | 849,86 | 57,86 |
| Noeud 87 | 814 | 1,03 | 855,47 | 41,47 |
| Noeud 89 | 808 | 0,84 | 855,03 | 47,03 |
| Noeud 92 | 823 | 0,987 | 856,85 | 33,85 |
| Noeud 96 | 845 | 3,101 | 894,27 | 49,27 |
| Noeud 97 | 855 | 4,77 | 890,96 | 35,96 |
| Noeud 98 | 822 | 1,665 | 855,62 | 33,62 |
| Noeud 99 | 805 | 0,73 | 854,38 | 49,38 |

La figure suivante représente la pression et la vitesse dans le réseau pour le cas de pointe long terme :

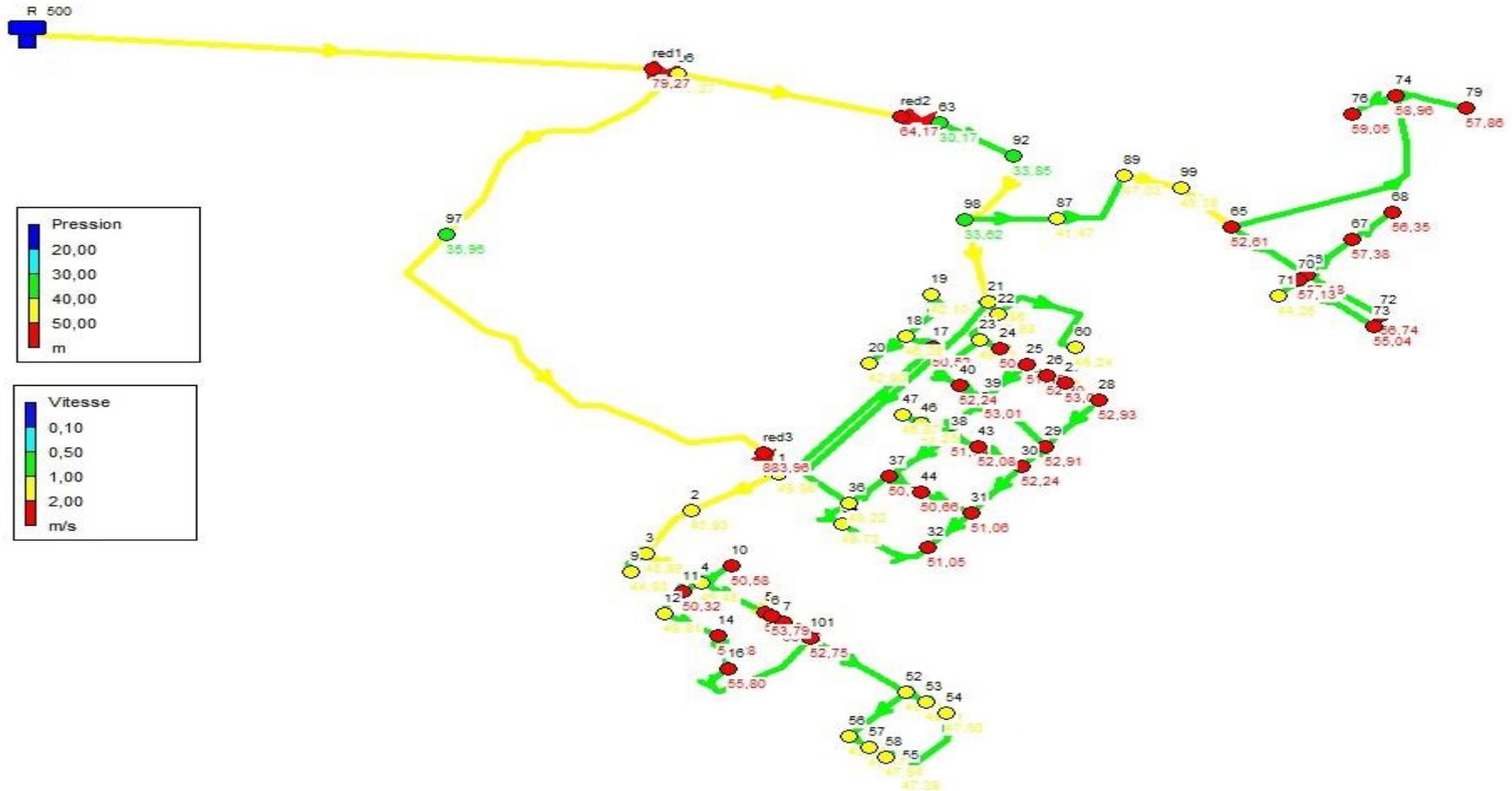


Fig. V. N °02 : Variation de vitesse et de pression dans le réseau (cas de pointe long terme).

- **Cas de pointe plus incendie :**

Les tableaux suivants donnent le débit, la vitesse et la perte de charge pour chaque tronçon :

Tableau V. N°18 : Calcul des paramètres hydrauliques (cas de pointe + inc)

| Tronçon | Longueur (m) | Diamètre (mm) | Debit (l/s) | Vitesse (m/s) | PdC (m.c.e) |
|----------|--------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| N3-N4 | 72 | 96,8 | 9,62 | 1,31 | 19,81 |
| N4-N11 | 23 | 79,2 | 2,97 | 0,6 | 5,89 |
| N4-N5 | 67 | 96,8 | 5,49 | 0,75 | 6,81 |
| N12-N14 | 67 | 66 | 2,13 | 0,62 | 7,87 |
| N5-N6 | 13 | 79,2 | 5,11 | 1,04 | 16,36 |
| N6-N7 | 25 | 66 | 4,92 | 1,44 | 38,49 |
| N1-N2 | 106 | 96,8 | 9,34 | 1,27 | 16,1 |
| N14-N16 | 43 | 55,4 | 1,61 | 0,67 | 11,16 |
| N2-N3 | 84 | 96,8 | 10,72 | 1,46 | 24,42 |
| N7-N101 | 31 | 66 | 4,65 | 1,36 | 34,57 |
| N16-N101 | 156 | 44 | 0,91 | 0,6 | 7,31 |
| N52-N101 | 134 | 79,2 | 3,78 | 0,77 | 9,24 |
| N52-N53 | 27 | 66 | 1,01 | 0,66 | 14,77 |
| N53-N54 | 25 | 55,4 | 1,25 | 0,52 | 9,39 |
| N54-N55 | 110 | 44 | 0,76 | 0,51 | 8,03 |
| N52-N56 | 92 | 55,4 | 1,57 | 0,65 | 10,63 |
| N56-N57 | 25 | 44 | 1,01 | 0,66 | 14,81 |
| N57-N58 | 25 | 44 | 0,77 | 0,51 | 8,94 |
| N55-N58 | 25 | 44 | 1,04 | 0,69 | 15,76 |
| N1-N17 | 254 | 79,2 | 7,44 | 1,51 | 55,65 |
| N17-N18 | 30 | 55,4 | 3,37 | 1,2 | 25,94 |
| N98-N21 | 135 | 141 | 20,27 | 1,3 | 12,25 |
| N21-N36 | 398 | 110,2 | 6,13 | 0,64 | 4,37 |
| N21-N22 | 20 | 141 | 11,5 | 0,74 | 4,16 |
| N22-N23 | 54 | 141 | 9,25 | 0,59 | 2,76 |

Tableau V. N°19 : Calcul des paramètres hydrauliques. (La suite)

| Tronçon | Longueur (m) | Diamètre (mm) | Debit (l/s) | Vitesse (m/s) | PdC (m.c.e) |
|----------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|
| N23-N24 | 25 | 96,8 | 4,56 | 0,62 | 4,81 |
| N24-N25 | 37 | 79,2 | 2,76 | 0,56 | 5 ,29 |
| N25-N26 | 26 | 79,2 | 2,99 | 0,61 | 5,96 |
| N26-N27 | 22 | 66 | 2,76 | 0,81 | 12,81 |
| N27-N28 | 44 | 55,4 | 2,45 | 1,02 | 24,69 |
| N28-N29 | 95 | 55,4 | 1,78 | 0,74 | 13,58 |
| N29-N30 | 39 | 44 | 1,1 | 0,72 | 17,34 |
| N30-N31 | 90 | 44 | 0,84 | 0,55 | 9,26 |
| N31-N32 | 71 | 44 | 0,85 | 0,56 | 12,06 |
| N32-N34 | 110 | 44 | 0,8 | 0,53 | 8,56 |
| N34-N36 | 50 | 55,4 | 1,5 | 0,62 | 9,85 |
| N36-N37 | 57 | 66 | 2,21 | 0,65 | 8,44 |
| N37-N38 | 90 | 44 | 0,85 | 0,56 | 9,01 |
| N38-N39 | 72 | 55,4 | 2,04 | 0,85 | 17,56 |
| N39-N40 | 34 | 66 | 2,05 | 0,6 | 5,78 |
| N23-N40 | 97 | 79,2 | 3,01 | 0,61 | 5,04 |
| N25-N39 | 66 | 44 | 0,89 | 0,59 | 7,6 |
| N30-N43 | 56 | 55,4 | 1,44 | 0,6 | 9,34 |
| N38-N43 | 30 | 44 | 0,98 | 0,65 | 10,28 |
| N31-N44 | 58 | 55,4 | 1,23 | 0,51 | 8,94 |
| N37-N44 | 44 | 44 | 1,32 | 0,87 | 24,59 |
| N38-N46 | 37 | 55,4 | 1,25 | 0,52 | 9,46 |
| N46-N47 | 24 | 44 | 1,01 | 0,67 | 15,25 |
| N22-N60 | 199 | 44 | 0,95 | 0,62 | 13,24 |
| N65-N99 | 95 | 96,8 | 9,32 | 1,27 | 18,67 |

Tableau V. N°20 : Calcul des paramètres hydrauliques. (La suite)

| Tronçon | Longueur (m) | Diamètre (mm) | Debit (l/s) | Vitesse (m/s) | PdC (m.c.e) |
|----------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|
| N65-N74 | 324 | 79,2 | 2,75 | 0,56 | 5,08 |
| N65-N66 | 106 | 96,8 | 4,24 | 0,58 | 4,33 |
| N66-N67 | 70 | 55,4 | 1,44 | 0,6 | 12,34 |
| N67-N68 | 57 | 44 | 0,81 | 0,53 | 12,51 |
| N66-N70 | 6 | 55,4 | 1,38 | 0,57 | 8,43 |
| N70-N71 | 37 | 44 | 0,79 | 0,52 | 9,55 |
| N70-N73 | 105 | 44 | 1,29 | 0,85 | 7,99 |
| N66-N72 | 99 | 44 | 1,06 | 0,7 | 8,61 |
| N74-N76 | 51 | 44 | 0,91 | 0,6 | 9,31 |
| N74-N79 | 75 | 44 | 0,8 | 0,53 | 10,81 |
| N63-N92 | 91 | 220,4 | 34,84 | 0,91 | 3,61 |
| N92-N98 | 116 | 176,2 | 33,86 | 1,39 | 10,59 |
| N98-N87 | 98 | 176,2 | 12,41 | 0,51 | 1,58 |
| N87-N89 | 118 | 141 | 10,9 | 0,7 | 3,76 |
| N89-N99 | 58 | 110,2 | 10,06 | 1,05 | 11,17 |
| N11_N12 | 43 | 66 | 2,66 | 0,78 | 11,91 |
| N29-N39 | 112 | 44 | 0,85 | 0,56 | 7,09 |
| N96-N97 | 370 | 141 | 24,36 | 1,58 | 9,67 |
| N3-N9 | 38 | 96,8 | 4,05 | 0,55 | 3,86 |
| N4-N10 | 40 | 96,8 | 3,83 | 0,52 | 3,51 |
| N18-N19 | 88 | 55,4 | 3,56 | 1,48 | 19,43 |
| N18-N20 | 60 | 55,4 | 1,47 | 0,61 | 12,75 |
| N96-N63 | 280 | 141 | 22,64 | 1,45 | 11,28 |
| R1500-N97 | 1325 | 277,6 | 80,75 | 1,33 | 5,62 |
| N97-N1 | 630 | 141 | 24,2 | 1,55 | 21,1 |

Les tableaux suivants donnent la charge et la pression pour chaque nœud :

Tableau V. N °21 : Calcul des paramètres hydrauliques (cas de pointe + inc)

| Nœuds | Altitude (m) | Demande de base (l/s) | Charge (m) | Pression (m) |
|-----------|--------------|-----------------------|------------|--------------|
| Noeud 01 | 807 | 4,722 | 853,49 | 46,49 |
| Noeud 02 | 808 | 0,906 | 853,93 | 45,93 |
| Noeud 03 | 806 | 0,925 | 850,46 | 42,46 |
| Noeud 04 | 801 | 0,964 | 848,41 | 42,41 |
| Noeud 05 | 796 | 0,382 | 846,98 | 45,98 |
| Noeud 06 | 796 | 0,189 | 849,79 | 53,79 |
| Noeud 07 | 795 | 0,267 | 845,35 | 50,35 |
| Noeud 09 | 806 | 0,181 | 847,46 | 41,46 |
| Noeud 10 | 799 | 0,191 | 846,11 | 47,11 |
| Noeud 101 | 795 | 1,531 | 844,28 | 49,28 |
| Noeud 11 | 800 | 0,315 | 846,85 | 46,85 |
| Noeud 12 | 800 | 0,525 | 846,33 | 46,33 |
| Noeud 14 | 796 | 0,525 | 845,81 | 49,81 |
| Noeud 16 | 793 | 0,949 | 845,33 | 52,33 |
| Noeud 17 | 805 | 1,355 | 844,52 | 39,52 |
| Noeud 18 | 809 | 0,849 | 842,09 | 33,09 |
| Noeud 19 | 812 | 17,42 | 847,09 | 35,09 |
| Noeud 20 | 811 | 0,286 | 846,12 | 35,12 |
| Noeud 21 | 808 | 2,638 | 854,25 | 46,25 |
| Noeud 22 | 807 | 1,302 | 854,16 | 47,16 |
| Noeud 23 | 804 | 0,84 | 854,01 | 50,01 |
| Noeud 24 | 803 | 0,296 | 853,89 | 50,89 |
| Noeud 25 | 802 | 0,615 | 853,74 | 51,74 |
| Noeud 26 | 801 | 0,229 | 853,58 | 52,58 |
| Noeud 27 | 800 | 0,315 | 853,3 | 53,3 |

Tableau V. N °22 : Calcul des paramètres hydrauliques (la suite).

| Nœuds | Altitude (m) | Demande de base (l/s) | Charge (m) | Pression (m) |
|--------------|---------------------|------------------------------|-------------------|---------------------|
| Noeud 28 | 799 | 0,663 | 852,21 | 53,21 |
| Noeud 29 | 798 | 1,173 | 851,2 | 53,2 |
| Noeud 30 | 798 | 0,882 | 850,52 | 52,52 |
| Noeud 31 | 799 | 1,045 | 850,34 | 51,34 |
| Noeud 32 | 799 | 0,863 | 850,33 | 51,33 |
| Noeud 34 | 802 | 0,763 | 852,01 | 50,01 |
| Noeud 36 | 803 | 2,409 | 852,51 | 49,51 |
| Noeud 37 | 801 | 0,911 | 852,03 | 51,03 |
| Noeud 38 | 800 | 1,092 | 852,03 | 52,03 |
| Noeud 39 | 800 | 1,355 | 853,29 | 53,29 |
| Noeud 40 | 801 | 0,625 | 853,53 | 52,53 |
| Noeud 43 | 799 | 0,41 | 851,36 | 52,36 |
| Noeud 44 | 800 | 0,487 | 850,94 | 50,94 |
| Noeud 46 | 802 | 0,291 | 851,53 | 49,53 |
| Noeud 47 | 803 | 0,114 | 850,15 | 47,15 |
| Noeud 52 | 797 | 1,207 | 843,04 | 46,04 |
| Noeud 53 | 798 | 0,248 | 842,64 | 44,64 |
| Noeud 54 | 798 | 0,644 | 842,42 | 44,42 |
| Noeud 55 | 797 | 0,644 | 840,92 | 43,92 |
| Noeud 56 | 796 | 0,558 | 842,06 | 46,06 |
| Noeud 57 | 798 | 0,239 | 841,69 | 43,69 |
| Noeud 58 | 797 | 0,239 | 841,47 | 44,47 |
| Noeud 60 | 802 | 0,949 | 851,53 | 49,53 |
| Noeud 63 | 827 | 1,77 | 857,46 | 30,46 |
| Noeud 65 | 800 | 2,504 | 852,89 | 52,89 |

Tableau V. N °23 : Calcul des paramètres hydrauliques (la suite).

| Nœuds | Altitude (m) | Demande de base (l/s) | Charge (m) | Pression (m) |
|--------------|---------------------|------------------------------|-------------------|---------------------|
| Noeud 66 | 795 | 1,34 | 852,47 | 57,47 |
| Noeud 67 | 794 | 0,606 | 851,66 | 57,66 |
| Noeud 68 | 794 | 0,272 | 850,63 | 56,63 |
| Noeud 70 | 795 | 0,706 | 852,42 | 57,42 |
| Noeud 71 | 807 | 0,176 | 851,54 | 44,54 |
| Noeud 72 | 793 | 0,472 | 850,03 | 57,03 |
| Noeud 73 | 793 | 0,501 | 848,32 | 55,32 |
| Noeud 74 | 792 | 2,147 | 851,25 | 59,25 |
| Noeud 76 | 791 | 0,243 | 850,33 | 59,33 |
| Noeud 79 | 792 | 0,358 | 850,14 | 58,14 |
| Noeud 87 | 814 | 1,03 | 855,76 | 41,76 |
| Noeud 89 | 808 | 0,84 | 855,31 | 47,31 |
| Noeud 92 | 823 | 0,987 | 857,13 | 34,13 |
| Noeud 96 | 845 | 3,101 | 896,55 | 51,55 |
| Noeud 97 | 855 | 4,77 | 887,26 | 32,26 |
| Noeud 98 | 822 | 1,665 | 855,9 | 33,9 |
| Noeud 99 | 805 | 0,73 | 854,67 | 49,67 |

La figure suivante représente la pression et la vitesse dans le réseau pour le cas de pointe plus incendie long terme :

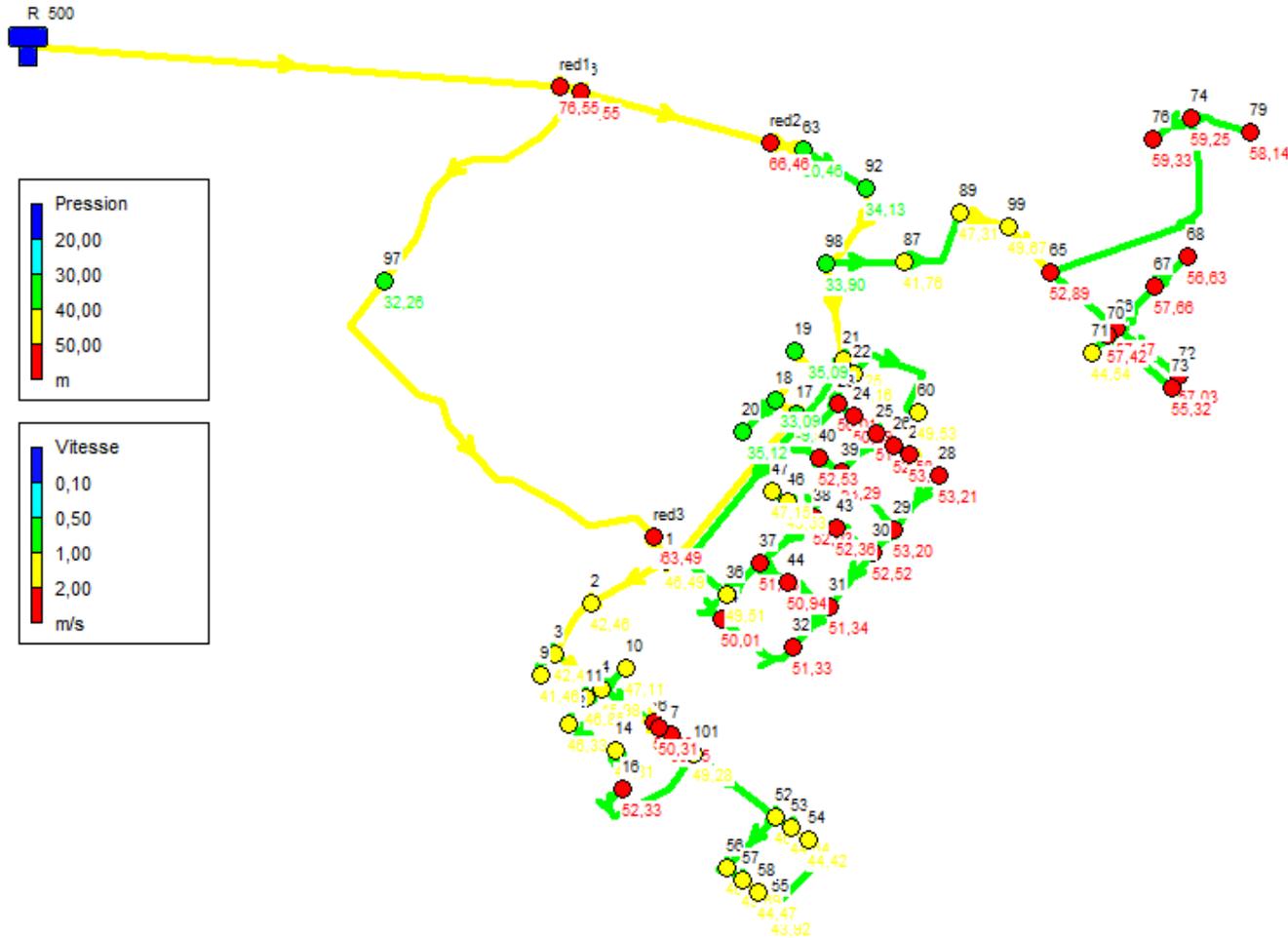


Fig. V. N °03 : Variation de vitesse et de pression dans le réseau (cas de pointe plus incendie long terme)

V.3. Appareils et accessoires du réseau :

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

Le long d'une canalisation, divers organes accessoires sont installés, pour :

- Assurer un bon écoulement ;
- Régulariser les pressions et mesurer les débits ;
- Protéger la canalisation ;
- Vidangé une conduite ;
- Chassé où faire pénétrer l'air dans une conduite.

V.3.1. Robinets vannes :

Ils sont disposés à chaque nœud du réseau, ou sur le parcours d'une longue conduite. Ils permettent d'isoler les divers tronçons du réseau pour faciliter d'éventuelles réparations sans aucune influence sur les autres tronçons du réseau. Il existe plusieurs types de vannes qui satisfont à des besoins variés. On distingue :

- Les vannes d'isolement.
- Les vannes à papillon.
- Les vannes à clapet.
- Les vannes de réduction

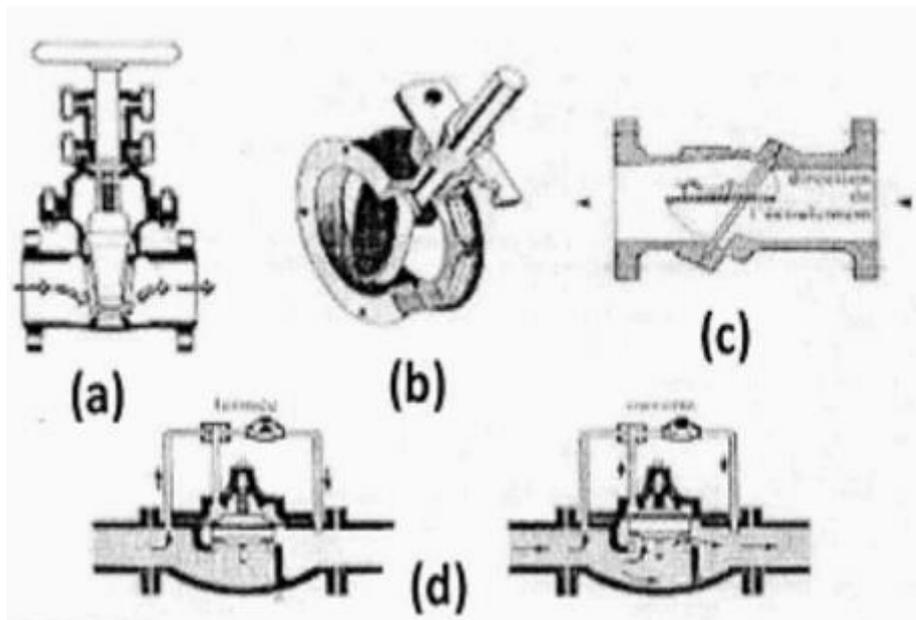


Figure V.4: Les différents types de vannes

- | | |
|---------------------------------|------------------------------------|
| a) robinet-vanne | b) robinet à papillon |
| c) vanne à clapet de non-retour | d) vanne de réduction de pression. |

Dans notre réseau on met une vanne fermeture en lente entre le réservoir 500m³ et 1ere nœud N-96 et des vannes à opercule entre les nœuds.

V.3.2. Les poteaux d'incendie :

Les poteaux d'incendies sont plus nombreux et rapprochés lorsque les débits d'incendie sont plus élevés. Les poteaux d'incendie doivent comporter au moins deux prises latérales de 65 mm de diamètre auxquelles on ajoute une prise frontale de 100 mm si le débit d'incendie excède 50 l/min, ou si la pression de l'eau est faible. Les poteaux d'incendie doivent être relié aux conduites du réseau par des conduites de raccordement d'au moins 100 mm de diamètre doté d'une vanne d'isolement. La distance qui sépare les poteaux d'incendie situés le long des rues ne doit pas dépasser 200 m. dans le cas où les risques d'incendie sont élevés, la distance sera de 100 m. pour les protéger contre le gel, on doit garder les poteaux d'incendie vides de toute eau.

Pour se faire on place à leurs pieds des pierres dans lesquelles on les draine après les avoir utilisés. On choisit la côte de la rue ou on installe les poteaux d'incendie de façon à minimiser la longueur de leur branchement à la conduite de distribution. Comme notre périmètre d'étude est à vocation agricole et ne possède pratiquement pas des industries ou des laboratoires chimiques, le risque d'incendie est faible par conséquent on peut directement brancher les poteaux d'incendie sur le réseau de distribution au lieu de faire un réseau à part. Dans notre projet, ils sont placés là où les risques d'incendie sont jugés importants et que le diamètre de la maille dépasse 100 mm.

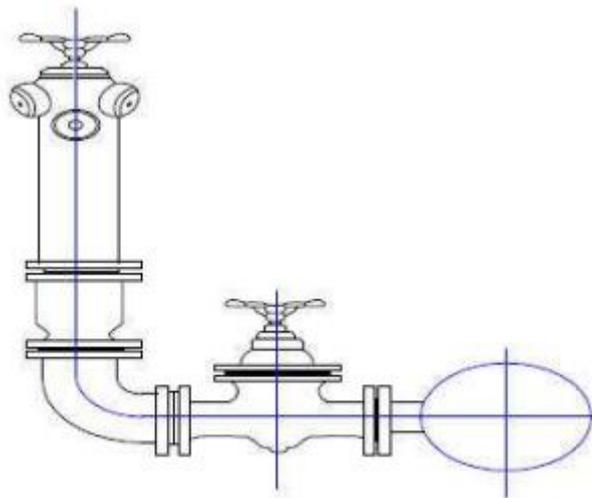


Figure V.5 : poteau d'incendie.

V.3.3. Régulateurs de pression aval :

Ce sont des organes de vannage qui introduisent automatiquement une perte de charge variable de manière à ce que la pression aval soit maintenue à une valeur constante de consigne quel que soit le débit de la pression amont. Le réglage du clapet se fait directement par l'action de la pression aval sur un piston ou une membrane venant contrebalancer l'effet d'un ressort ou d'un contrepoids. Leur étanchéité à débit nul nécessite une surpression par rapport à la pression de réglage de 1 à 2 bars. En eau chargée, il faut maintenir ces appareils en état de propreté pour limiter les frottements entre pièces mobiles et éviter le coincement.

Les régulateurs de pressions aval sont généralement utilisés pour limiter des pressions dans les canalisations présentant une pente importante. Cela peut permettre de limiter les caractéristiques mécaniques de ces conduites.

V.3.4. Régulateur de pression amont :

Ce sont les mêmes appareils que les régulateurs aval mais inversés. Le réglage étant effectué par la pression amont. Cet appareil est destiné principalement à maintenir une pression suffisante dans une conduite gravitaire.

Dans notre réseau, on met 3 régulateurs de pression :

- 1- En amont de N-96 : 25m
- 2- En amont de N-01 : 10m
- 3- En amont de N-63 : 36m

V.4. Récapitulation des caractéristiques finales des tronçons :

Dans Les pages qui suivront, nous donnons les tableaux des modifications et des projections dans le réseau de distribution :

Tableau V. N °24 : caractéristiques finales des tronçons

| Tronçon | Longueur (m) | Diamètre existant (mm) | Nouveau Diamètre (mm) | matériaux | observation |
|----------|--------------|------------------------|-----------------------|-----------|-----------------|
| N97 -N1 | 630 | 160 | - | PEHD | Maintenir |
| N1 -N2 | 106 | 110 | - | PEHD | Maintenir |
| N2 -N3 | 84 | 110 | - | PEHD | Maintenir |
| N3 -N4 | 72 | 110 | - | PVC | Changer en PEHD |
| N4 -N5 | 67 | 110 | - | PVC | Changer en PEHD |
| N5 -N6 | 13 | 110 | 90 | PVC | Changer en PEHD |
| N6-N7 | 25 | 110 | 75 | PVC | Changer en PEHD |
| N3 -N9 | 38 | 110 | - | PEHD | Maintenir |
| N4-N10 | 40 | 110 | - | PEHD | Maintenir |
| N4 -N11 | 23 | 110 | 90 | PVC | Changer en PEHD |
| N11 -N12 | 43 | 110 | 75 | PVC | Changer en PEHD |
| N1 -N17 | 254 | 90 | - | PVC | Changer en PEHD |
| N17 -N18 | 30 | 90 | 63 | PVC | Changer en PEHD |
| N18 -N19 | 88 | 63 | - | PEHD | Maintenir |
| N18 -N20 | 60 | 63 | - | PEHD | Maintenir |
| N96-N97 | 370 | 160 | - | PEHD | Maintenir |
| N96 -N63 | 280 | 160 | - | PEHD | Maintenir |
| N98 -N21 | 135 | 160 | - | PEHD | Maintenir |
| N21 -N22 | 20 | 110 | 160 | PVC | Changer en PEHD |
| N22-N23 | 54 | 110 | 160 | PVC | Changer en PEHD |
| N23-N24 | 25 | 110 | - | PVC | Changer en PEHD |
| N24-N25 | 37 | 110 | 90 | PVC | Changer en PEHD |
| N25-N26 | 26 | 110 | 90 | PVC | Changer en PEHD |
| N26-N27 | 22 | 110 | 75 | PVC | Changer en PEHD |
| N27-N28 | 44 | 110 | 63 | PVC | Changer en PEHD |
| N28-N29 | 95 | 90 | 63 | PVC | Changer en PEHD |
| N29-N30 | 39 | 90 | 50 | PVC | Changer en PEHD |
| N30-N31 | 90 | 90 | 50 | PVC | Changer en PEHD |
| N31-N32 | 71 | 90 | 50 | PVC | Changer en PEHD |
| N32-N34 | 110 | 90 | 50 | PVC | Changer en PEHD |
| N34-N36 | 50 | 90 | 63 | PVC | Changer en PEHD |
| N36-N37 | 57 | 90 | 75 | PVC | Changer en PEHD |

Tableau V. N °25 : caractéristiques finales des tronçons (la suite)

| Tronçon | Longueur (m) | Diamètre existant (mm) | Nouveau diamètre (mm) | matériaux | observation |
|---------|--------------|------------------------|-----------------------|-----------|-----------------|
| N37-N38 | 90 | 90 | 50 | PVC | Changer en PEHD |
| N38-N39 | 72 | 90 | 63 | PVC | Changer en PEHD |
| N39-N40 | 34 | 90 | 75 | PVC | Changer en PEHD |
| N23-N40 | 97 | 90 | - | PVC | Changer en PEHD |
| N21-N36 | 398 | 110 | 125 | PVC | Changer en PEHD |
| N22-N60 | 199 | 110 | 50 | PVC | Changer en PEHD |
| N25-N39 | 66 | 90 | 50 | PVC | Changer en PEHD |
| N30-N43 | 56 | 90 | 63 | PVC | Changer en PEHD |
| N31-N44 | 58 | 90 | 63 | PVC | Changer en PEHD |
| N37-N44 | 44 | 90 | 50 | PVC | Changer en PEHD |
| N38-N43 | 30 | 90 | 50 | PVC | Changer en PEHD |
| N38-N46 | 37 | 110 | 63 | PVC | Changer en PEHD |
| N46-N47 | 24 | 110 | 50 | PVC | Changer en PEHD |
| N52-N53 | 27 | 90 | 75 | PVC | Changer en PEHD |
| N53-N54 | 25 | 90 | 63 | PVC | Changer en PEHD |
| N54-N55 | 110 | 63 | 50 | PVC | Changer en PEHD |
| N52-N56 | 92 | 63 | - | PVC | Changer en PEHD |
| N65-N99 | 95 | 110 | - | PEHD | Maintenir |
| N65-N66 | 106 | 90 | 110 | PVC | Changer en PEHD |
| N66-N67 | 70 | 90 | 63 | PVC | Changer en PEHD |
| N67-N68 | 57 | 90 | 50 | PVC | Changer en PEHD |
| N66-N70 | 6 | 40 | 63 | PVC | Changer en PEHD |
| N66-N72 | 99 | 40 | 50 | PVC | Changer en PEHD |
| N70-N71 | 37 | 40 | 50 | PVC | Changer en PEHD |
| N70-N73 | 105 | 40 | 50 | PVC | Changer en PEHD |
| N65-N74 | 324 | 160 | 90 | PVC | Changer en PEHD |
| N74-N76 | 51 | 63 | 50 | PVC | Changer en PEHD |
| N74-N79 | 75 | 63 | 50 | PVC | Changer en PEHD |

La liste des tronçons à ajouter pour équilibrer le réseau :

Tableau V. N °26 : Tronçons à projeter

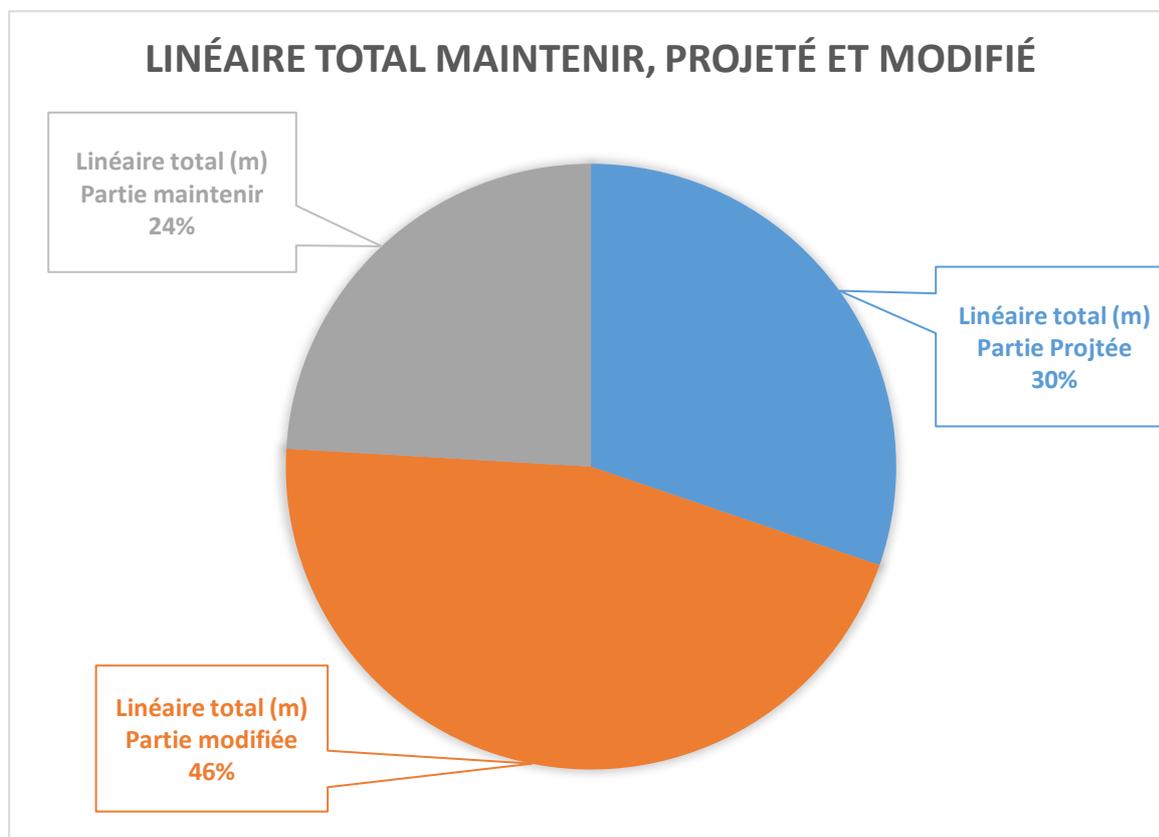
| Tronçon | Longueur (m) | Diamètre (mm) | Matériaux |
|----------------|-------------------------|--------------------------|------------------|
| N12-N14 | 67 | 75 | PEHD |
| N14-N16 | 43 | 63 | PEHD |
| N7-N101 | 31 | 75 | PEHD |
| N16-N101 | 156 | 50 | PEHD |
| N52-N101 | 134 | 90 | PEHD |
| N56-N57 | 25 | 50 | PEHD |
| N57-N58 | 25 | 50 | PEHD |
| N55-N58 | 25 | 50 | PEHD |
| N63-N92 | 91 | 250 | PEHD |
| N92-N98 | 116 | 200 | PEHD |
| N98-N87 | 98 | 200 | PEHD |
| N87-N89 | 118 | 160 | PEHD |
| N89-N99 | 58 | 125 | PEHD |
| N29-N39 | 112 | 50 | PEHD |
| R1500-N97 | 1325 | 315 | PEHD |

La longueur totale, selon le diamètre, est indiquée dans le tableau suivant :

Tableau V. N°27 : linéaire total maintenir, projeté et modifié

| Diamètre (mm) | Linéaire total (m) | | |
|---------------|--------------------|-----------------|------------------|
| | Partie Projetée | Partie modifiée | Partie Maintenir |
| 315 | 1325 | - | - |
| 250 | 91 | - | - |
| 200 | 214 | - | - |
| 160 | 118 | 74 | 1415 |
| 125 | 58 | 398 | - |
| 110 | - | 270 | 363 |
| 90 | 134 | 774 | - |
| 75 | 98 | 208 | - |
| 63 | 43 | 635 | 148 |
| 50 | 343 | 1297 | - |

La figure suivante représente les proportions du linéaire total maintenir, projeté et modifié, selon le diamètre de la conduite :



La figure V. N°06 : les proportions du linéaire total maintenir, projeté et modifié

Conclusion :

Pour le système d'alimentation en eau potable de la ville de REBAIA l'alimentation sera à partir du réservoir 500m³. Le calcul hydraulique pour l'horizon 2050 a montré que le réseau existant n'est pas satisfaisant.

Nous proposons une modification du réseau d'AEP existant :

- Maintenir 24% du linéaire total.
- Modifier 46% du linéaire total remplacement des conduites en P.V.C par celles du PEHD.
- Projeter 30% du linéaire total.



Chapitre VI :

Management de projet



VI.1. Introduction :

Le management de projet consiste à déterminer et à coordonner la mise en œuvre des moyens nécessaires pour accomplir dans les meilleures conditions possibles les travaux à exécuter, ces travaux sont les opérations concourantes à la construction, la réparation, l'entretien ou la démolition d'un édifice (construction, bâtisse) de nature hydraulique ou génie civil.

Les terrassements forment la partie principale d'un grand nombre de travaux. Notamment la construction des voies de communication, des travaux des ports, en plus l'exécution des ouvrages d'art et des bâtiments.

Actuellement, les tendances principales du développement des machines de construction et de terrassement sont le changement de la transmission hydraulique et l'augmentation de la puissance ou de la capacité des machines, et leur mécanique est plus en plus complexe.

Avant d'aller sur chantier et commencer la réalisation de travaux il faut toujours commencer par une étude donnant les meilleurs outils de travail (engins) la stratégie des travaux et leur organisation et cherche constamment la meilleure façon la plus économique d'utilisation des moyens fournis

VI.2. Les contraintes exercées sur les conduites :

Les conduites enterrées sont soumises à des actions qui sont les suivantes :

- La pression verticale due au remblai ;
- La pression résultant des charges roulantes ;
- La pression résultant des charges permanentes de surface ;
- La pression hydrostatique extérieure due à la présence éventuelle d'une nappe phréatique ;
- Le tassement différentiel du terrain ;
- Action des racines des arbres.

VI.3. Exécution des travaux :

Les principales étapes à exécuter pour la pose des canalisations sont :

- Vérification, manutention des conduites
- Décapage de la couche du goudron (si elle existe)
- Emplacement des jalons des piquets
- Exécution des tranchées et des fouilles.
- Aménagement du lit de pose
- La mise en place des canalisations en tranchée
- Assemblage des tuyaux
- Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints
- Remblai des tranchées

VI.3.1. Vérification, manutention des canalisations :

Les produits préfabriqués font l'objet sur chantier de vérification portant sur :

- Les quantités
- L'aspect et le contrôle de l'intégrité
- Le marquage en cas de défaut

VI.3.2. Décapage de la couche de terre végétale ou supérieure :

Avant d'entamer l'excavation des tranchées, on doit tout d'abord commencer par l'opération de décapage des terres végétales sur des faibles profondeurs,

Le volume de la couche à décapier est :

$$V = B.h.L \text{ (m}^3\text{)} \dots\dots\dots \text{VI.1}$$

Avec :

- B : largeur de la couche végétale (m)
- h : hauteur de la couche (h=0.1m)
- L : longueur totale des tranchées (m)

VI.3.3. Excavation des tranchées :

Selon les caractéristiques du terrain l'excavation sera réalisée mécaniquement la profondeur minimale de la tranchée à excaver atteint 1 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.

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

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

- La profondeur de la tranchée (H) ;
- La longueur de la tranchée (b) ;
- Distance de la cavalière.

VI.3.3.1. Calcul de la largeur de tranchée :

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

$$b = D + 0,6 \text{ m.} \dots\dots\dots \text{(VI-2)}$$

b : largeur de la tranchée (m) et D : diamètre de la conduite (m)

VI.3.3.2. Calcul de la profondeur de tranchée :

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

Elle est donnée par la relation suivante :

$$H = e + \varnothing + h \dots\dots\dots (VI-3)$$

Avec :

H : profondeur de la tranchée. (m)

\varnothing : diamètre de la conduite. (m)

h : hauteur de la génératrice supérieure de la conduite à la surface du sol. On prend : h=1 m.

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

D'où : $H = 1,15 + \varnothing$ (m)

VI.3.4. Pose du lit de sable :

Le fond de la tranchée est, normalement, arasé avec une couche du sable de 15cm d'épaisseur.

Le lit de pose doit être constitué de sable contenant au moins 12% de particules inférieures à 0,1mm

Si le terrain est instable, des travaux spéciaux se révèlent nécessaire :

Exécution d'un béton de propreté, de berceaux ou même de dalles de répétition.

VI .3.5. Pose de canalisation :

La pose de canalisation joue un rôle très important dans leur stabilisation, et leur durabilité, et par conséquent dans la durée de vie du réseau et son bon fonctionnement. Dans ce contexte, et dans le but d'obtenir une meilleure coordination des travaux sur terrain, nous allons exposer la pose de canalisation en général, à effectuer dans notre agglomération, une chronologie des travaux à entreprendre, ainsi que les engins de terrassement qui vont être utilisés pour la mise en place des conduites.

VI.3.5.1. Principe de pose des canalisations :

Les consignes de pose de la canalisation sont pratiquement les mêmes pour toutes les conduites. Par contre le mode de pose varie d'un terrain à l'autre, ceci dans le but de diminuer l'effet des différentes contraintes agissant sur la canalisation. En principe pour permettre un écoulement naturel des eaux d'infiltration, la pose de canalisation s'effectue à partir des points hauts. Si la canalisation est posée en tranchée, celle-ci doit être suffisamment large (minimum 70 cm), de façon à permettre l'accès aux ouvriers pour effectuer le travail. Au niveau des joints, la tranchée devra présenter un élargissement plus important appelés niches, Elle est rarement inférieure à 70 cm pour les petits diamètres. Pour les diamètres supérieurs à 150 mm, cette largeur doit être augmentée.

L'épaisseur du remblai au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite est variable suivant les régions du fait du gel. En général, elle est de 1 m. Une conduite doit être toujours posée avec une légère pente afin de créer des points bas pour la vidange, et des points hauts pour l'évacuation de l'air entraîné soit lors du remplissage de la conduite soit pendant le fonctionnement. On adopte en conséquence un tracé en dents de scie avec des pentes de quelques millimètres par mètre et des changements de pente tous les 200 à 400 m.

Les canalisations doivent être éloignées lors de la pose de tout élément dure d'environ 10 m, de 30 cm des câbles électriques et de 60 cm des canalisations de gaz.

VI.3.5.2. Pose de canalisation dans un terrain ordinaire :

La canalisation est posée dans une tranchée ayant une largeur minimale de 70 cm.

Le fond de la tranchée est recouvert d'un lit de sable d'une épaisseur de 15 à 20 cm convenablement nivelé. Avant la mise en fouille, on possède à un triage de conduite de façon à écarter celle qui en subies des chocs, des fissures, ..., après cela on pratique la décente en lit soit manuellement soit mécaniquement d'une façon lente.

Dans le cas d'un soudage de joints, cette opération doit être faite de préférence en fond de tranchée en calant la canalisation soit avec des butés de terre soit avec des tronçons de madriers en bois disposés dans le sens de la longueur de la tranchée.

Le remblaiement doit être fait par couche de 20 à 30 cm exempts de pierre et bien pilonné et sera par la suite achevé avec des engins.

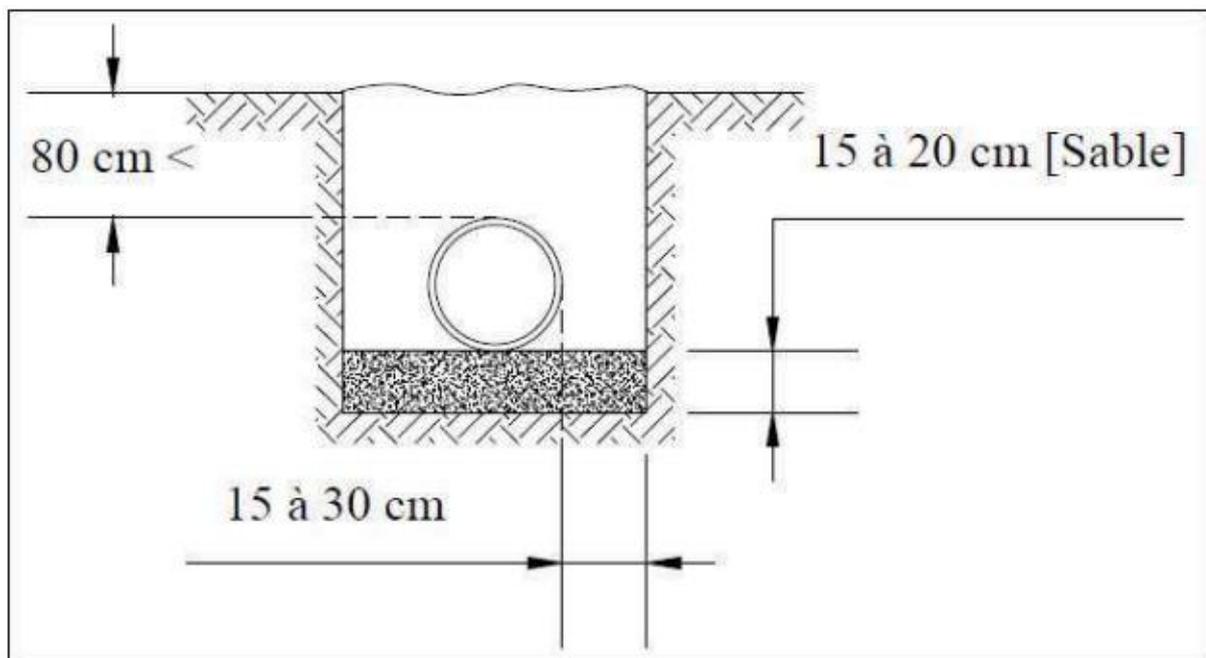


Figure VI. N°1 : pose de canalisation dans un terrain ordinaire (B.Salah)

VI.3.5.3. Pose de canalisation dans un mauvais terrain :

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

1/ Cas d'un terrain peu consistant :

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

2/ Cas d'un terrain mouillé :

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

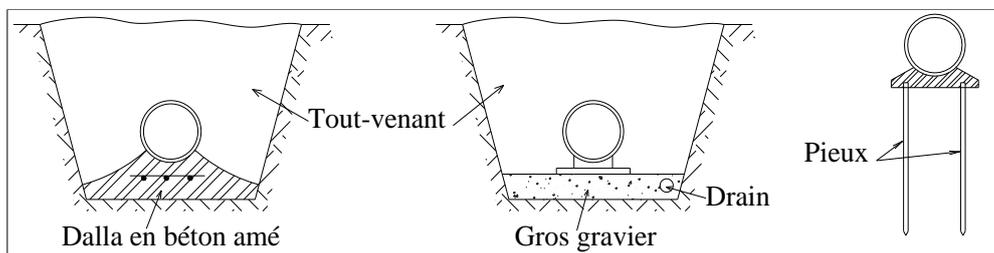


Figure VI. N°2 : Pose de conduite dans mauvais terrain (B. Salah)

VI.3.5.4. Pose de canalisation en galerie (Traversée d'une route) :

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

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

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

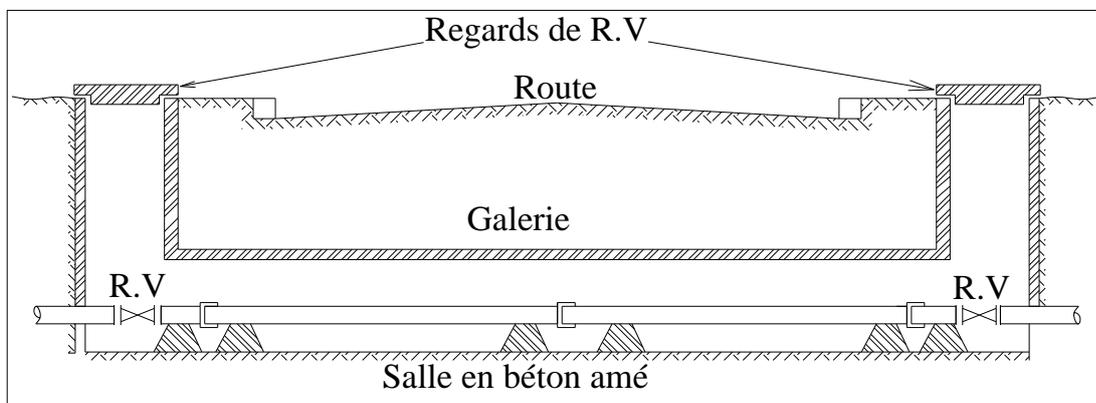


Figure VI. N°3 : Pose de canalisation en galerie (B. Salah)

VI.3.5.5. Traversée d'une rivière ou oued :

La pose de canalisation à la traversée d'une rivière demande certains travaux confortatifs en fonction de l'état de la traversée et de l'importance de l'adduction. L'existence d'un pont-route servira également de support pour la canalisation, ou celle-ci sera accrochée au tablier. Dans le cas où le pont-route n'existe pas la canalisation pourra suivre le lit de rivière, posée sur des ouvrages spéciaux (Tasseaux par exemple) et couverte de tout-venant pour être protégée contre les chocs (Dus à la navigation par exemple).

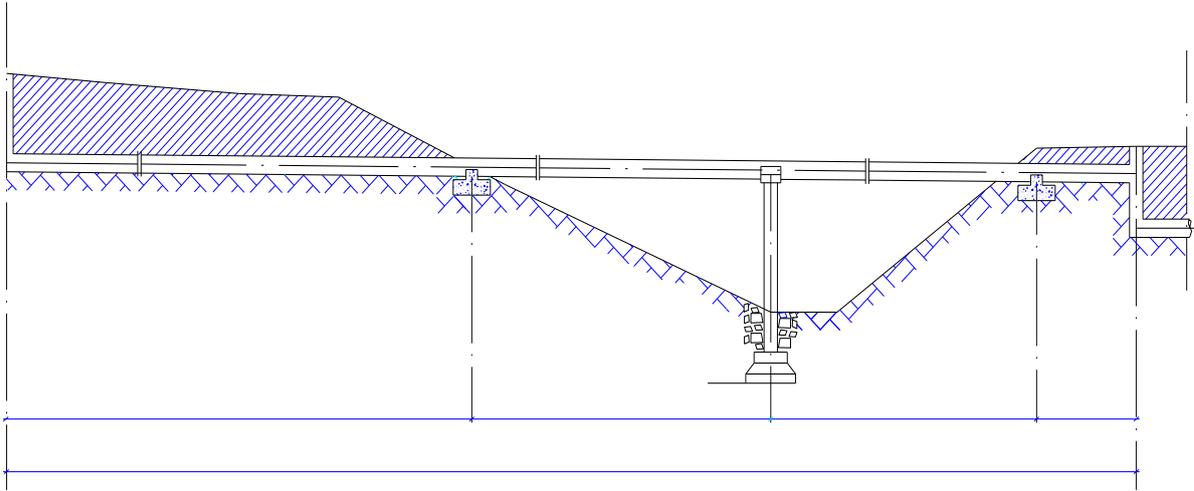


Figure VI. N°4 : la traversée d'une rivière ou oued avec un pont-route

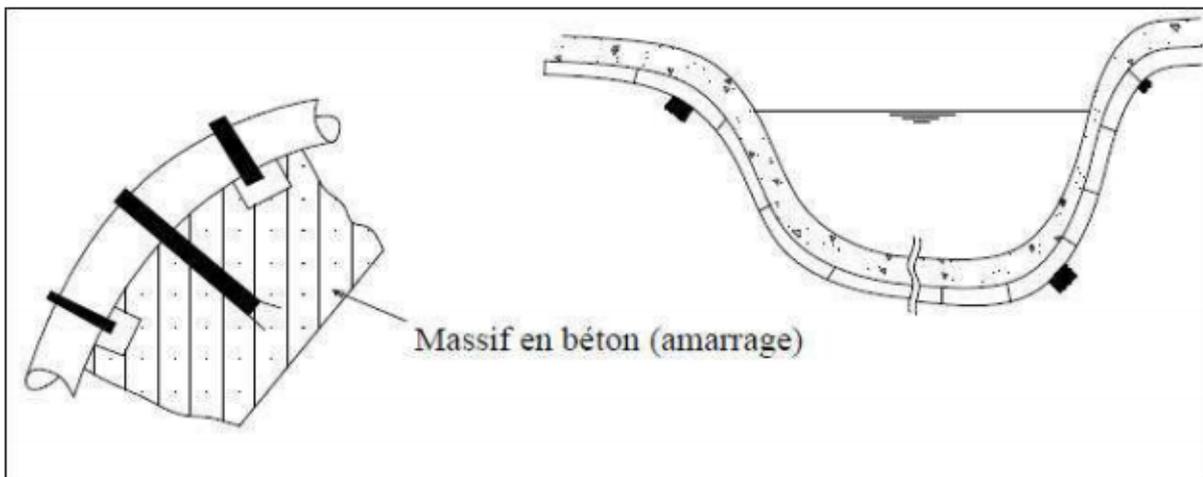


Figure VI. N°5 : la traversée d'une rivière ou oued sans un pont-route (B.Salah)

VI.3.6. Les Conduites en PEHD :

- Les tubes en PEHD se prêtent parfaitement à la pose en tranchée.
- Leur légèreté et leur mode d'assemblage rapide rendent la mise en œuvre plus aisée.
- La performance à long terme des conduites pression en PEHD dépend directement de

La qualité de l'exécution et des matériaux utilisés à la pose du produit.

Une surveillance compétente est recommandée à toutes les étapes.

La pose des canalisations est effectuée selon les opérations suivantes :

- Aménagement du lit de pose ;
- Introduction de canalisation dans les tranchées ;

VI.3.6.1. Aménagement du lit de pose des conduites :

Avant la pose des conduites, on procèdera aux opérations suivantes :

- Eliminer les grosses pierres des déblais placés sur les côtes de la tranchée de façon à éviter leurs chutes accidentelles sur la canalisation une fois posée.
- Nivelier soigneusement le fond de la fouille pour que la pression soit constante entre les points de changement de pentes prévues.
- Etablir en suite le niveau du fond de la tranchée en confectionnant un lit de pose bien damé avec la terre meuble du sable et d'une couche maigre de béton, suivant la nature du terrain, le lit de sable est à une épaisseur d'environ 15cm.

VI.3.6.2. Introduction de la canalisation :

La pose en enterré doit rester en accord avec le projet, cependant, la souplesse naturelle des canalisations (en PE) leur permet d'éviter l'utilisation de coudes lorsque les rayons de courbures du tracé sont compatibles avec les rayons de courbures des tubes PE.

Autrement la pose doit être faite de façon à respecter certaines recommandations :

- S'assurer au préalable qu'aucun corps étranger ne se trouve à l'intérieur de la tranchée et des tuyaux ;
- Nivelier soigneusement le fond de la tranchée en évitant les contres pentes ;
- Déposer la conduite au fond de la tranchée sans la laisser tomber moyennant des engins de levage ;
- De ne pas laisser les revêtements à endommager ;
- Vérifier l'alignement.

VI.3.7. Essai sur la canalisation en place

Après la pose de la conduite et avant remblaiement de la tranchée il faut effectuer par tronçon des essais à la pression d'épreuve.

La conduite est alors remplie d'eau pour l'éprouver à la pression.

La pression d'essai sera égale à la pression à laquelle sera soumise réellement la conduite (+50%).

La durée d'essai est d'au moins 30 min.

La variation de pression devra être supérieure à 0.2 bar.

VI.3.7.1. L'épreuve des joints et canalisations principales :

Dans le but de s'assurer l'étanchéité des joints en essai à la poussée hydraulique est effectué sur la canalisation quand elle est mise en place pour y procéder, l'aval de la canalisation est clôturé par une plaque d'extrémité sur laquelle une pompe est branchée. Quand les joints sont d'un type tel qu'ils cessent d'être visibles sous un revêtement ne permettant plus d'avoir les fuites, un premier essai est fait avant l'application du lit de revêtement cet essai peut avoir lieu à l'air sous une pression de 6 bars.

VI.3.8. Remblaiement des tranchées :

Jusqu'à la hauteur du diamètre horizontal pour les tuyaux circulaires, le matériau de remblai doit être poussé sous les flancs de la canalisation.

Au-dessus de l'assise et après les essais, le remblaiement et le damage doivent être poursuivis par couches successives jusqu'à une hauteur de 0.10m, au-dessus de la génératrice supérieure de l'assemblage.

L'exécution de l'assis et de l'enrobage doit être effectuée avec des matériaux purgés des éléments supérieurs à 30mm.

La seconde fraction du remblai peut être effectuée à l'aide d'engins mécaniques étant précisé que cette terre, qui doit être ré pondue par couches successives et légèrement damée, ne doit contenir ni blocs de roche, ni débris végétaux ou animaux.

$$V_r = V_d - [V_{cdt} + V_{cv} + V_{ls}] \dots\dots\dots (VI-4)$$

V_r : Volume du remblai en (m³).

V_d : Volume du déblai en (m³)

V_{cdt} : Volume occupée par la conduite

V_{cv} : Volume de la couche végétale

V_{ls} : Volume du lit de sable

VI.4. Choix des engins :

VI.4.1. L'engin Pour l'excavation des tranchées :

On utilise une pelle équipée en rétro

Les pelles sont des engins de terrassement conviennent à tous les types de terrains. Ce sont des engins dont le rôle est l'exécution des déblais et leur chargement. Ils sont de type à fonctionnement discontinu, c'est à dire que le cycle de travail comprend les temps suivants :

- 1- Temps de fouille ;
- 2- Temps de transport ;
- 3- Temps de déchargement ;
- 4- Temps de remise en position de déblais.

Ces engins très réponsus et utilisés à grande échelle grâce à leur bon rendement et à la qualité du travail qu'ils peuvent fournir.



Figure VI. N°6 : Pelle équipée en rétro

VI.4.2. L'engin Pour le remblaiement des tranchées :

Pour les grands travaux de ce type, l'engin qui convient c'est le chargeur.

Les chargeurs : ce sont des tracteurs sur les quels monte à l'avant deux bras articulés, actionnés par des vérins et porte un godet.

Si les travaux ne sont pas très importants, on utilise le rétro chargeur.



Figure VI. N°7 : Chargeur

VI.5. Calcul du volume de terrassements :

VI.5.1. Décapage de la couche végétale ou supérieure :

D'après l'équation (VI.1), le volume de la couche à décaper est dans le tableau suivant :

Tableau VI. N°1 : calcul du volume de la couche végétale ou supérieure

| Diamètre (mm) | Longueur de la conduite (m) | Largueur de tranchée b (m) | Volume de la couche végétale (m ³) |
|-------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|--|
| 315 | 1325 | 0,915 | 121,24 |
| 250 | 91 | 0,85 | 7,74 |
| 200 | 214 | 0,8 | 17,12 |
| 160 | 192 | 0,76 | 14,59 |
| 125 | 456 | 0,725 | 33,06 |
| 110 | 270 | 0,71 | 19,17 |
| 90 | 908 | 0,69 | 62,65 |
| 75 | 306 | 0,675 | 20,66 |
| 63 | 678 | 0,663 | 44,95 |
| 50 | 1640 | 0,65 | 106,60 |
| Volume total (m³) | | | 447,8 |

Donc le volume total de la couche végétale : $V_s = 447,8 \text{ m}^3$

VI.5.2. Calcul du volume des déblais :

D'après l'équation (VI.3), Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau VI. N°2 : calcul du volume des déblais pour le réseau

| Diamètre (mm) | Longueur de la conduite (m) | Largueur de tranchée b (m) | Profondeur de tranchée(m) | Volume de déblai (m³) |
|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---|
| 315 | 1325 | 0,915 | 1,465 | 1776,13 |
| 250 | 91 | 0,85 | 1,4 | 108,29 |
| 200 | 214 | 0,8 | 1,35 | 231,12 |
| 160 | 192 | 0,76 | 1,31 | 191,16 |
| 125 | 456 | 0,725 | 1,275 | 421,52 |
| 110 | 270 | 0,71 | 1,26 | 241,54 |
| 90 | 908 | 0,69 | 1,24 | 776,88 |
| 75 | 306 | 0,675 | 1,225 | 253,02 |
| 63 | 678 | 0,663 | 1,213 | 545,26 |
| 50 | 1640 | 0,65 | 1,2 | 1279,20 |
| Volume total (m³) | | | | 5824,12 |

Donc le volume total de déblai : **Vd= 5824,12 m³**

VI.5.3. Calcule du volume de lit de sable :

Ce lit correspond à une couche de sable de 15 cm sur le fond du tranché, donc c'est une surface constante du tranché, on calcul dans le tableau suivant le volume en utilisant la formule suivante :

$$V = e \times b \times L \dots\dots\dots(\text{VI.5})$$

Tableau VI. N°3 : calcul du volume de lit de sable

| Diamètre (mm) | Longueur de la conduite (m) | Largueur d'une tranchée b (m) | Épaisseur du lit de sable (m) | Volume du lit de sable (m³) |
|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 315 | 1325 | 0,915 | 0,15 | 181,86 |
| 250 | 91 | 0,85 | 0,15 | 11,60 |
| 200 | 214 | 0,8 | 0,15 | 25,68 |
| 160 | 192 | 0,76 | 0,15 | 21,89 |
| 125 | 456 | 0,725 | 0,15 | 49,59 |
| 110 | 270 | 0,71 | 0,15 | 28,76 |
| 90 | 908 | 0,69 | 0,15 | 93,98 |
| 75 | 306 | 0,675 | 0,15 | 30,98 |
| 63 | 678 | 0,663 | 0,15 | 67,43 |
| 50 | 1640 | 0,65 | 0,15 | 159,90 |
| Volume total (m³) | | | | 671,66 |

Donc le volume total du lit de sable : **Vs = 671,66 m³**

VI.5.4. Calcul du volume des remblais :

Ce volume est déduit à partir du volume du déblai est le volume qu'occupe la conduite et le volume occuper par lit de sable

$$V_r = V_d - (V + V_s) \dots \dots \dots (VI.6)$$

V_r : Volume du remblai compacté (m³) ;

V_d : Volume du déblai (m³) ;

V_s : Volume du sable

$$V : \text{Volume occuper par la conduite (m}^3\text{)} ; V = L * \frac{\pi * \theta^2}{4} \dots \dots \dots (VI.7)$$

L : Longueur de la conduite

θ : Diamètre de la conduite.

Donc les volumes des travaux pour la conduite sont tablés dans le tableau suivant :

Tableau VI. N°4 : calcul du volume de remblai pour le réseau

| Diamètre (mm) | Longueur de la conduite (m) | Largueur de tranchée b (m) | Volume de déblai (m ³) | Volume de sable (m ³) | Volume occupé par la conduite (m ³) | Volume du remblai (m ³) |
|-------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|-------------------------------------|
| 315 | 1325 | 0,915 | 1776,13 | 181,86 | 103,2175 | 1491,053 |
| 250 | 91 | 0,85 | 108,29 | 11,60 | 4,459 | 92,231 |
| 200 | 214 | 0,8 | 231,12 | 25,68 | 6,7196 | 198,7204 |
| 160 | 192 | 0,76 | 191,16 | 21,89 | 32,3007 | 136,9693 |
| 125 | 456 | 0,725 | 421,52 | 49,59 | 5,6088 | 366,3212 |
| 110 | 270 | 0,71 | 241,54 | 28,76 | 6,0135 | 206,7665 |
| 90 | 908 | 0,69 | 776,88 | 93,98 | 5,8112 | 677,0888 |
| 75 | 306 | 0,675 | 253,02 | 30,98 | 1,3464 | 220,6936 |
| 63 | 678 | 0,663 | 545,26 | 67,43 | 2,5606 | 475,2694 |
| 50 | 1640 | 0,65 | 1279,20 | 159,90 | 3,116 | 1116,184 |
| Volume total (m³) | | | | | | 4981,297 |

Donc le volume total des remblais : **$V_r = 4981,297\text{m}^3$**

VI.5.5 : Calcul les foisonnement initial et final :

On appelle « foisonnement initial », la variation du volume d'un sol qui est extrait de sa position initiale et « foisonnement final », la variation du volume d'un sol qui est compacté dans une opération de remblai.

Le foisonnement s'exprime en pourcentage et prend en référence. Le volume à l'état naturel du sol à déblayer.

La production des équipements de terrassement se calcule généralement à partir des volumes foisonnés.

$$V' = (1+Fi) * V_{\text{déblai}} \dots\dots\dots \text{VI.6}$$

$$V'' = (1+T) * V_{\text{remblai compacté}} \dots\dots\dots \text{VI.7}$$

V' : volume de foisonnement initial.

Fi : le coefficient de foisonnement ; On prend Fi = 0,2.

V'' : volume de remblai non compacté.

T : le coefficient de tassement des déblais ; On prend T=0,15.

Donc :

$$V' = 1,2 * 5824,12$$

$$V' = \mathbf{6988,94 \text{ m}^3}$$

$$V'' = 1,15 * 4981,297$$

$$V'' = \mathbf{5728,49 \text{ m}^3}$$

La connaissance du foisonnement est nécessaire pour les travaux de terrassements afin de :

- Déterminer la capacité des véhicules de transport des déblais.
- Effectuer la mise en dépôt dans les décharges publiques à partir d'un cube mesuré sur place.
- Les dimensions initiales à donner aux remblais afin qu'ils atteignent après tassement les cotes exigées.

VI.6. Devis quantitatif et estimatif :

L'étude du devis estimatif nous permet d'avoir une idée sur le coût de réalisation de notre projet, ce calcul consiste à déterminé les quantités de toutes les opérations effectuer sur le terrain, on multiplie le volume des travaux par le prix unitaire.

Pour notre projet on a les travaux suivants :

- Réalisation un réservoir de 500 m³.
- Projection de quelques tronçons du réseau de distribution.
- Renouvellement de quelques tronçons du réseau de distribution.

Les opérations pour la réalisation du réseau sont les suivant :

- Travaux de découpage de la tranche.
- Fourniture et pose du lit de sable.
- Pose des conduites.
- Travaux de remblaiement de la tranche.

Le tableau suivant représente le devis estimatif et quantitatif avec le coût final :

Tableau VI. N°5 : devis quantitatif et estimatif

| Désignation | Unité | Quantité | PU HT | Montant |
|---|-------|----------|----------|----------|
| Canalisation alimentation eau potable | | | | |
| AEP-026 Fourniture et pose des canalisations PE 100 - PN 10 - 110 | Ml | 270 | 1000 | 270000 |
| AEP-027 Fourniture et pose des canalisations PE 100 - PN 10 - 125 | Ml | 456 | 1500 | 684000 |
| AEP-029 Fourniture et pose des canalisations PE 100 - PN 10 - 160 | ml | 192 | 2500 | 480000 |
| AEP-031 Fourniture et pose des canalisations PE 100 - PN 10 - 200 | ml | 214 | 4000 | 856000 |
| AEP-033 Fourniture et pose des canalisations PE 100 - PN 10 - 250 | ml | 91 | 6000 | 546000 |
| AEP-035 Fourniture et pose des canalisations PE 100 - PN 10 - 315 | ml | 1325 | 10000 | 13250000 |
| AEP-039 Fourniture et pose des canalisations PE 100 - PN 10 - 50 | ml | 1640 | 250 | 410000 |
| AEP-042 Fourniture et pose des canalisations PE 100 - PN 10 - 63 | ml | 678 | 300 | 203400 |
| AEP-045 Fourniture et pose des canalisations PE 100 - PN 10 - 75 | ml | 306 | 400 | 122400 |
| AEP-047 Fourniture et pose des canalisations PE 100 - PN 10 - 90 | ml | 908 | 600 | 544800 |

Tableau VI. N°6 : devis quantitatif et estimatif (la suite)

| | | | | |
|--|----------------|---------|---------|-------------------|
| Accessoire alimentation eau potable | | | | |
| AEP-Réducteur de pression | | 3,000 | 50000 | 150000 |
| AEP-Vanne à fermeture lente | | 1,000 | 45000 | 45000 |
| AEP-Vanne à opercule | | 40,000 | 40000 | 1600000 |
| Travaux de génie civil | | | | |
| Terrassements | | | | |
| Tranchées | | | | |
| GC-005 Volume de décapage | m ³ | 447,8 | 400 | 179120 |
| GC-008 Volume de déblai | m ³ | 6988,94 | 350 | 2446129 |
| lit de pose | | | | |
| GC-010 Volume de lit de pose | m ³ | 671,66 | 1200 | 805992 |
| Remblais | | | | |
| GC-012 Volume de remblai | m ³ | 5728,49 | 250 | 1432123 |
| Travaux préparatoires | | | | |
| TP-001 Installation du chantier | | 1,000 | 1000000 | 1000000 |
| TP-002 Piquetage, implantation, sondage | | 1,000 | 200000 | 200000 |
| TOTAUX GENERAUX | | | | |
| Total HT : | | | | 25224963,5 |
| Total TVA : | | | | 4288243,795 |
| Total TTC : | | | | 29513207,3 |

NB : Prix unitaires fournis par la DRE de BLIDA.

VI.7. Planification des travaux :

Les principales opérations à exécuter sont :

- A. Décapage de la couche de goudron (si elle existe) ou celle de la végétation.
- B. Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards.
- C. Aménagement du lit de pose.
- D. La mise en place des canalisations en tranchée.
- E. Assemblage des tuyaux.
- F. Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints.
- G. Remblai des tranchées.
- H. Travaux de finition.

A l'aide de tableau suivant on peut déterminer le chemin critique :

Tableau VI. N°7 : détermination de chemin critique.

| OPERATION | TR | DP | DFP | DPP | DFPP | MT |
|-----------|-----------|-----|-----|-----|------|----|
| A | 15 | 0 | 15 | 0 | 15 | 0 |
| B | 75 | 15 | 90 | 15 | 90 | 0 |
| C | 25 | 90 | 115 | 90 | 115 | 0 |
| D | 25 | 90 | 115 | 90 | 115 | 0 |
| E | 20 | 90 | 110 | 95 | 115 | 5 |
| F | 20 | 115 | 135 | 115 | 135 | 0 |
| G | 30 | 135 | 165 | 135 | 165 | 0 |
| H | 20 | 165 | 185 | 165 | 185 | 0 |

Avec : TR: temps de réalisation.

DP : date de commencement au plutôt.

DFP : date de finissement au plutôt.

DPP: date de commencement au plu tard

DFPP : date de finissement au plu tard

MT : marge totale.

Le chemin critique

A-B-C-F-G-H $\sum TR = 185$ jours

A-B-C-D-G-H

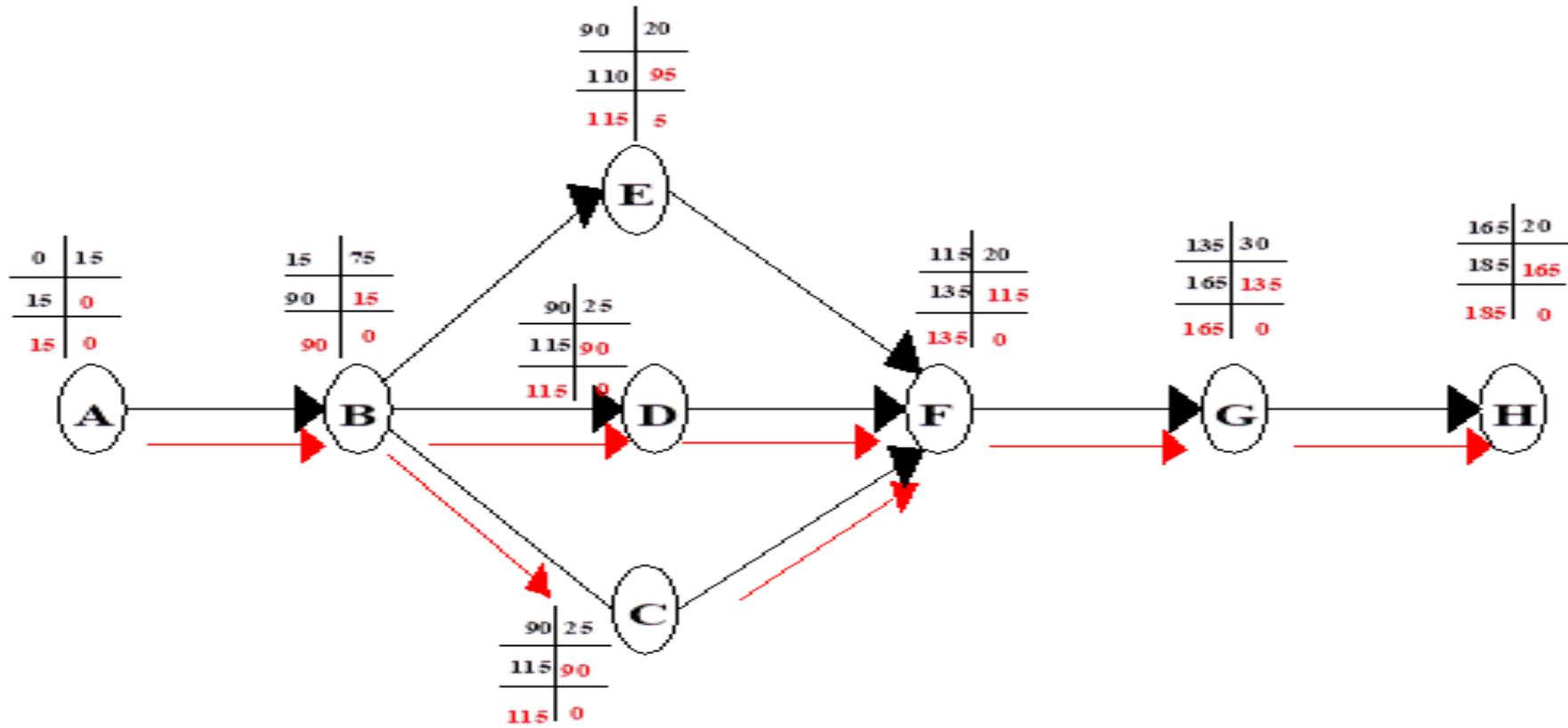


Figure VI. N°8 : réseau à nœud

Conclusion :

Afin de mener à bien le projet de mise en œuvre de la réhabilitation du réseau d'AEP nous devons citer les différentes techniques de pose canalisation possible dans un projet afin d'assurer une pose qui respecte les normes, en fonction de la nature du sol, du réseau, les obstacles rencontrés pour assurer un bon fonctionnement des conduites et augmenter la durée de vie de ces dernières, de même pour l'ensembles des composantes du réseau.

L'étude estimative des volumes des travaux, nous permet d'établir une estimation du coût total du projet est environ **29513207,3 DA.**

La planification des travaux est nécessaire pour une bonne exécution des travaux de réalisation du projet. Cette dernière, et en se basant sur le diagramme de Gantt, et en suivant le chemin critique a donné une durée de réalisation de 185 jours.

On estime que le réseau pourra fonctionner convenablement t satisfaire les besoins de la population jusqu'à l'horizon d'étude.

Conclusion générale

A travers l'étude que nous avons présentée nous avons donné en premier lieu un aperçu générale sur les problèmes dans le système d'alimentation en eau potable de la ville de REBAIA.

Dans ce cadre nous avons illustré toutes les anomalies existantes au niveau des ouvrages de stockage (R200, R100 et R50 en mauvaise état) et du réseau de distribution (le réseau n'assure plus une pression convenable et un débit suffisant aux abonnés, les conduites en PVC présentent des beaucoup de fuites).

Le remède contre ces insuffisances s'impose à quelques recommandations :

- Insérer d'autre adduction (à partir de système K-ACERDONE) pour augmenter la production.
- Insérer d'autre réservoir pour équilibrer le système de distribution par projeter un réservoir de 500 m³, et d'isoler les réservoirs (R200m³, R100m³ et R50m³).
- Planter un seul réseau principal d'AEP unique.
- Maintenir quelques conduites en bonne état (en PEHD).
- Changement et rénovation des conduites anciennes (substituer toutes les conduites en PVC par du PEHD) et l'élimination des piquages illicites.
- Projeter des nouvelles conduites avec la fourchette de diamètre varie entre (50÷315) mm en PEHD.

Ce réseau répond aux besoins de la population et aux exigences techniques (pressions et vitesses) au moins jusqu'à l'horizon 2050 avec un fonctionnement beaucoup plus fiable par ce qu'un système efficace est un système qui doit fournir de l'eau à tous les abonnés en quantité suffisante et en bonne qualité. Cela est aussi tributaire d'une bonne gestion du réseau et une maintenance sans faille afin de garantir le bon fonctionnement du réseau.

Cette étude nous a parmi de mettre en pratique toutes les connaissances que nous avons acquises dans tous le domaine de l'hydraulique durant notre cycle de formation.

Je souhaite que ce modeste travail puisse servir de référence pour les projets de diagnostic des systèmes d'alimentation en eau potable.

Références bibliographiques

ANDERE DUPONT : Paris 1988, « Hydraulique urbaine tome 2 », Editions Eyrolles.

DEGREMONT : Paris (1978) ; « Mémento du gestionnaire de l'AEP et de l'assainissement tome 1 » ; Editions Eyrolles.

CARLIER M : Paris (1972) ; « Hydraulique générale et appliqué » ; Editions Eyrolles.

BONNIN J : (1986) ; « Hydraulique urbaine appliqué en agglomération de petite et moyenne Importance » ; Editions Eyrolles.

Mr AMMARI ABD ELHADI : « Cours Hydraulique générale et appliqué »
ENSH

Mr BOUALEM SALAH : (1994) ;« Cours D'alimentation En Eau Potable »
ENSH

LENCASTRE, A : Paris 1983 ; « Hydraulique générale » ; Edition Eyrolles

GUIDE EPANET

TUBEX : Catalogue technique des tubes polyéthylène (PE)