

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable et
raccordement au sept de la ville de Thenia (w. Boumerdes) .

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0014-11

APA Citation (توثيق APA):

Hammouda, Mohamed Maher (2011). Diagnostic du réseau d'alimentation en eau
potable et raccordement au sept de la ville de Thenia (w. Boumerdes)[Mem Ing, ENSH].

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

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...)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

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

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

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

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

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L'HYDRAULIQUE
-ARBAOUI ABDELLAH-

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR D'ETAT EN HYDRAULIQUE.

**Option : CONCEPTION DES SYSTEMES D'ALIMENTATION EN EAU
POTABLE**

THEME :

**DIAGNOSTIQUE DU RESEAU D'ALIMENTATION
EN EAU POTABLE ET RACCORDEMENT AU SPET
DE LA VILLE DE THENIA -W.BOUMERDES-**

Présenté par :
M^r. HAMMOUDA
MOHAMED MAHER

Promoteur :
M^r. AYADI. A

Devant le jury composé de :

Président : M^{me}. H.MEDDI

Examineurs : M^r. M.DJELLAB
M^r. A.RASSOUL
M^{me}. M.KAHLERRAS
M^{me}. S.HOULI

Octobre 2011



REMERCIEMENTS



Avant tout, nous remercions le bon Dieu qui a illuminé notre chemin et qui nous a armés de force et de sagesse, ainsi que la bonne volonté pour achever ce modeste travail. Ces quelques lignes ne vont jamais exprimer à la juste valeur ma reconnaissance à l'égard de mon promoteur **Mr AYADI ABDERRAHMANE**, pour l'aide qu'il m'a offert durant la période de réalisation de ce travail.

Toute gratitude à nos professeurs et enseignants qui nous ont guidés au cours de la formation d'ingénieur, et nos respects aux membres de jury qui nous feront l'honneur d'apprécier ce travail.

Je remercie tous le personnels de DHW pour leurs conseils et orientation et Spécialement Mme DHINA, Mr. RAOUFE, Mr. LOTFI, Mr. NESR EDINE, Mr. BOUBKER.

Mon derniers remerciements, mais non les moindres s'adressent à tous mes amies de la promotion 2011, pour avoir beaucoup de sollicitudes et de chaleur humaine dont nous avons tant besoin, à savoir , et les autres ...

Grands mercis à vous tous.

HAMMOUDA MOHAMED MAHER 2011



∞ DÉDICACE ∞

◦ chaque fois qu'on achève une étape importante dans notre vie, on fait une pose pour regarder en arrière et se rappeler toutes ces personnes qui ont partagé avec nous tous les bons moments de notre existence, mais surtout les mauvais. Ces personnes qui nous ont aidés sans le leur dire, soutenus sans réserve, aimés sans compter, ces personnes à qui notre bonheur devient directement le leur, à qui un malheur en nous, en eux se transforme en pleur.

Je dédie ce modeste mémoire qui est l'accomplissement de longues années d'études, en premier lieu à :

◦ mon père **ABD ERRAHMANE** pour m'avoir transmise une partie de son expérience; qui a été l'étoile de mon ciel pour illuminé mon chemin.

◦ ma très chère mère **FATMA** à qui je dois beaucoup pour ces sacrifices, son amour, son aide et ces conseils .

je ne les remercierai jamais assez

◦ mes très chère sœurs **RIMA** et **SAFIA** .

◦ mon très chère frère **MOUNIR**.

◦ mon très chère frère **ABD ELSSALEM** .

◦ tous (tes) mes oncles et mes tantes sans exception, ainsi leurs épouses et époux et leurs enfants.

◦ tous (tes) mes cousins et cousines.

◦ toutes les deux familles : **HAMMOUDA** et **KHALDI**.

◦ à mon exemple **Mme CHENINI**

◦ à ma grande sœur **Mme AZEIZ**

Le long de ma vie, J'ai été entouré de personnes qui m'ont donné le meilleur d'eux même, je crois qu'aujourd'hui il est le temps de dédiés du fond du cœur ce modeste travail a : les deux **SAMIRE**, **ISMAIL**, **HALIM**, **BRAHIM**, **SID ALI**, **ABD ESSAMED**, **ESSEDIK**, **KARIM**, **TAREK**, **FARID**, **MOHAMED**, **HANANE**, **SIHAME**, **DJAZIA**, **ZAHRA**, **AHLAM**.

La liste est assez longue, je vous remercie pour tous les sentiments d'amitié que vous avez envers moi et dont je suis fier.

A tous et à toutes, je dédie ce travail

HAMMOUDA MOHAMED MAHER 2011 ∞

الملخص :

عملنا هذا يهدف إلى تحديد المناطق التي تحتوي على مشاكل و موازنة عمل شبكة المياه لمدينة " الثنية " و تغطية النقص المائي لها . فقمنا بحساب ثم تعديل و ضبط خصائص الشبكة مثل التدفق , الضغط و السرعات باستخدام البرنامج " " **Water CAD** . التغييرات المقترحة سمحت لنا بتحسين نوعية الماء الموزع في هذه الشبكة . لذلك الماء هو الحياة , يجب المحافظة بكل تأكيد على هذا المورد .

Résumé :

Notre travail a pour objet d'identifier les zones à problèmes et l'optimisation du fonctionnement du réseau de la ville de THENIA, même de combler ces déficit hydrique. Ainsi nous avons calculé puis optimisé les paramètres du réseau tels que les débits, les pressions et les vitesses par l'utilisation de logiciel "Water CAD". Les aménagements suggérés permettront d'améliorer la qualité de l'eau distribuée dans ce réseau .

L'eau c'est la vie, il est donc formellement impératif de prendre soin de cette ressource.

Summary:

Our work has the aim of identifying the zones with problems and the optimization the operation of the network of the town THENIA, even to make up these hydrous deficit. Thus we calculated then optimized the parameters of the network such as the flows, the pressures and speeds by the use of software "Water CAD". Suggested installations will make it possible to improve the water quality distributed in this network.

Water is the life, it is thus formally imperative to take care of this resource.

sommaire

INTRODUCTION GENERALE .

CHAPITRE I : PRESENTATION ET COLLECTE DES DONNEES DE BASE

| | |
|--|----|
| I. Présentation et situation de la commune | 01 |
| I.1 Situation de la commune | 01 |
| I.2 Les caractéristiques de la commune | 01 |
| I.3 Accessibilité de la commune..... | 02 |
| I.4 Analyse physique du site | 02 |
| I.5 Démographie | 05 |
| I.6 Morphologie et structure urbaine | 06 |
| Conclusion..... | 09 |

CHAPITRE II : SITUATION HYDRAULIQUE

| | |
|-----------------------------------|----|
| II.1 Ressources en eau | 10 |
| II.2 Schéma d'adduction | 12 |
| II.3 Stockage | 14 |
| II.4 Réseau de distribution | 15 |
| Conclusion..... | 22 |

CHAPITRE III : DEMOGRAPHIE ET ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

| | |
|---|----|
| III-1. Evaluation démographique | 23 |
| III-2. Evaluation des besoins en eau..... | 24 |
| III-2.1 Besoins Domestiques | 24 |
| III-2.2 Besoins d'équipements selon le plan nationale de l'eau..... | 25 |
| III-2.3 Bilan des besoins moyens en eau..... | 26 |
| III-2.4 Evaluation des débits Max | 27 |
| III-2.5 Production..... | 28 |
| III-2.6 Bilan de comparaison (Production – Besoins)..... | 28 |
| III-2.7 Evaluation des besoins en stockage | 31 |
| Conclusion | 32 |

CHAPITRE IV : DIAGNOSTIQUE

| | |
|---|----|
| IV.1 Calcul hydraulique du réseau de distribution existant..... | 33 |
| IV.1-1 Introduction..... | 33 |
| IV.1.2 Calcul hydraulique du réseau | 34 |
| IV.1.3 Calcul du débit en route | 34 |
| IV.1.4 Débit spécifique (qsp)..... | 35 |
| IV.1.5 Calcul des débits par tronçon | 35 |

| | |
|--|----|
| IV-1-6 calcul des débits nodaux soutirés | 35 |
| IV-1.7 Calcul hydraulique du réseau existant | 35 |
| IV.2 Calcul hydraulique du réseau de distribution rénové..... | 38 |
| IV.2.1 Calcul hydraulique du réseau rénové –cas de pointe | 38 |
| IV.2.2 Calcul hydraulique du réseau rénové –cas de pointe+incendie | 39 |
| IV.3 Description de système de canalisation utiliser..... | 40 |
| IV.4Gestion du réseau | 41 |
| IV.5 - Programme de rénovation du réseau de THENIA à courte terme..... | 43 |
| IV.6 La Désinfection..... | 44 |
| IV-7 Choix de la chloruration | 44 |
| IV-8 Effet de chlore | 45 |
| IV.9 chlore dans le réseau | 45 |
| IV-9.1 Chlore dans les réservoirs | 45 |
| IV.9.2 Concentrations en chlore dans le réseau..... | 45 |
| Conclusion | 48 |
| <i>CHAPITRE V : L'ADDUCTION</i> | |
| Introduction | 49 |
| V.1- Choix du tracé | 50 |
| V.2- Choix du type de tuyaux | 50 |
| V.3-Les risques de sédimentation dans l'adduction | 51 |
| V.4- Calcul du diamètre économique « D_{ec} »..... | 51 |
| V.5 La conduite gravitaire | 56 |
| V.5.1 vérification de la conduite d'équilibre..... | 57 |
| V.5.2 Calcul de débit..... | 57 |
| V.6- Calcul du volume du réservoir d'air (méthode de VIBERT) | 58 |
| Conclusion | 63 |
| <i>CHAPITRE VI : RESERVOIRS</i> | |
| INTRODUCTION..... | 64 |
| VI.1 les avantages..... | 65 |
| VI.2 L'emplacement du réservoir | 65 |
| VI.3 Le réservoir d'équilibre | 65 |
| VI.4 La capacité des réservoirs..... | 66 |
| VI.5 La détermination de la forme et implantation | 66 |
| VI.5.1 Les formes | 66 |
| VI.5.2 La hauteur d'eau | 67 |
| VI.5.3 L'implantation et terrain..... | 67 |
| VI.6 Les actions influent sur les réservoirs | 67 |
| VI.7 Les équipements hydrauliques du réservoirs d'eau..... | 68 |
| VI.7.1 La conduite d'arrivée | 68 |
| VI.7.2 La conduite de départ ou de distribution | 69 |
| VI.7.3 La conduite du trop-plein..... | 69 |
| VI.7.4 La conduite de vidange | 69 |
| VI.7.5 La conduite by-pass..... | 70 |
| VI.7.6 Le système de matérialisation de la réserve d'incendie | 70 |

| | |
|--|----|
| VI.8 Quelque principe concernant la réserve d'incendie..... | 71 |
| VI.9 L'étanchéité | 71 |
| VI.10 Le calcul des débits donnés par chaque réservoir | 72 |
| VI.10.1- cas de pointe | 72 |
| VI.10.2-cas de pointe + incendie | 73 |
| VI.11 Temps de séjour..... | 73 |
| Conclusion | 77 |

CHAPITRE VII : ORGANISATION DE CHANTIER

| | |
|---|----|
| Introduction..... | 78 |
| VII.1 Le rôle des différents acteurs d'un projet | 79 |
| VII.2 Les compétences | 79 |
| VII.3 L'O.C.D du projet..... | 80 |
| VII.4 Gestion du projet..... | 80 |
| VII.4.1 La décomposition technique du projet | 80 |
| VII.4.2 Les problèmes les plus fréquents..... | 81 |
| VII.4.3 Les facteurs de succès et d'échec | 81 |
| VII.5 Partie calcul de projet | 82 |
| VII.6 Définitions des travaux à entreprendre..... | 83 |
| VII.6.1 Travaux concernant la conduite de refoulement | 83 |
| VII.7- Calcul des volumes et du coût des travaux..... | 83 |
| VII.7.1- Calcul des volumes des travaux de l'adduction..... | 83 |
| VII.7.2- Calcul des coûts des travaux d'adduction | 85 |
| VII.8 Les engins..... | 86 |
| VII.8.1- Choix des engins de terrassement | 86 |
| VII.9- Planification des travaux | 87 |
| VII.9.1 Définitions des tâches et leur durées | 87 |
| VII.9.2 Elaboration du réseau suivant la méthode CPM | 87 |
| VII.9.3 Elaboration du diagramme de Gantt | 91 |
| Conclusion | 93 |

CHAPITRE IX : PROTECTION ET SECURITE DE TRAVAIL

| | |
|---------------------------------------|-----|
| Introduction | 94 |
| VIII.1-Ampleur du problème..... | 95 |
| VIII.2-Coût des accidents..... | 96 |
| VIII.3-Causes des accidents..... | 97 |
| VIII.4-Classement des accidents | 97 |
| Conclusion..... | 99 |
| <i>CONCLUSION GENERALE</i> | 100 |

Annexe

Référence bibliographique .

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau N° I-1 : précipitation donner par la station de Thenia..... | 01 |
| Tableau N° I.2 : répartition de population en 2008..... | 06 |
| Tableau N° I.3 : la population concernée..... | 06 |
| Tableau N° II.1 : Caractéristiques des pompes de refoulement..... | 11 |
| Tableau N° II.2 : Récapitulatif de l'état des adductions existantes..... | 13 |
| Tableau N° II.3 : caractéristique des réservoirs..... | 14 |
| Tableau N° II.6 : calcule du linéaire totale de distribution..... | 19 |
| Tableau N° II.8 : Linéaire total d'adduction..... | 20 |
| Tableau N° II.9 : les accessoires de réseau..... | 21 |
| Tableau N° III.1 : estimation de la population..... | 24 |
| Tableau N° III.2 : estimation des débits moyens domestiques..... | 25 |
| Tableau N° III.3 : Répartition prévisionnelle de la consommation selon les usages en % de la consommation domestique..... | 25 |
| Tableau N° III.4 : estimation des besoin d'équipements..... | 25 |
| Tableau N° III.5 : bilan des besoins moyens..... | 26 |
| Tableau N° III.6 : évaluation des débits maximums journalière..... | 27 |
| Tableau N° III.7 : bilan de comparaison (à partir de Si Mustapha)..... | 28 |
| Tableau N° III.8 : bilan de comparaison (à partir du piquage)..... | 29 |
| Tableau N° III.9 : bilan de comparaison(TAKSEBT+1/3Zemouri et Si Mustapha).... | 30 |
| Tableau N° III.10 : évaluation des besoins en stockage..... | 31 |
| Tableau N° III.11 : bilan de comparaison de stockage..... | 31 |
| Tableau N° IV.1 : calcul consommation horaire | 36 |
| Tableau N° IV.2 : calcul débits nodaux –réseau actuel-..... | 36 |
| Tableau N° IV.3 : calcul hydraulique du réseau existant..... | 37 |
| Tableau N° IV.4 : calcul des pressions du réseau existant..... | 37 |
| Tableau N° IV.5 : calcul du débits nodaux a l'horizon- cas de pointe-..... | 38 |
| Tableau N° IV.6 : calcul hydraulique du réseau rénové -cas de pointe-..... | 38 |
| Tableau N° IV.7 : calcul pressions du réseau rénové- cas de pointe-..... | 38 |
| Tableau N° IV.8 : calcul hydraulique du réseau rénové – cas de pointe+incendie..... | 40 |
| Tableau N° IV.9 : calcul pressions nodaux -cas de pointe+incendie-..... | 40 |
| Tableau N° IV.10 : évaluation des linéaires de rénovation..... | 43 |
| Tableau N° V.1 : Détermination de la hauteur manométrique et les frais d'exploitation | 55 |
| Tableau N° V.2 : Détermination du montant d'amortissement..... | 56 |
| Tableau N° V.3 : Détermination du prix total. (Bilan)..... | 56 |
| Tableau N° VI.1 : Les hauteurs en fonction des capacités des réservoirs..... | 67 |
| Tableau N° VII.1 : Tableau Calcule le volume de déblais..... | 84 |
| Tableau N° VII.2 : calcule le volume de remblais..... | 85 |
| Tableau N° VII.3 : du coût de l'adduction..... | 85 |
| Tableau N° VII.4 : tableau des taches | 87 |
| Tableau N° VII.5 : calcul de TR par la méthode de tableau..... | 91 |

Liste des graphes

| | |
|---|----|
| Graphe II.1 : présentation des linéaires de distribution | 19 |
| Graphe II.2 : présentation des linéaires d'adduction..... | 20 |
| Graphe II.3 : présentation des linéaires totales..... | 21 |
| Graphe III.1 : graphe d'évaluation de la population..... | 24 |
| Graphe III.2 : graphe d'évaluation des besoins moyens..... | 26 |
| Graphe III.3 : graphe d'évaluation des besoins max..... | 27 |
| Graphe III.4 : graphe de comparaison besoins-productions (la station Si Mustapha)..... | 28 |
| Graphe III.5 : comparaison besoin-production (à partir de TAKSEBT)..... | 29 |
| Graphe III.6 : comparaison besoin-production(TAKSEBT+1/3Zemouri et Si Mustapha)... | 30 |
| Graphe III.7 : comparaison de stockage..... | 32 |
| Graphe IV.1 : graphe de consommation de la ville de THENIA..... | 36 |
| Graphe VII.2 : diagramme de -GANT-..... | 92 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Fig IV.1 : Carte des vitesses et pressions – cas de pointe -..... | 37 |
| Fig IV.2 : Carte des vitesses et pressions – cas de pointe -..... | 38 |
| Fig IV.3 : carte des vitesse et pression – cas de pointe+incendie –..... | 39 |
| Fig IV.4 : carte présente une panne dans la conduite P-48..... | 42 |
| Fig IV.5 : concentration de chlore à 6 h..... | 46 |
| Fig IV.6 : concentration de chlore à 7h..... | 46 |
| Fig IV.7 : concentration de chlore à 20h..... | 47 |
| Fig IV.8 : concentration de chlore à 23h..... | 47 |
| Fig VI.1 : carte de séjour à 19h..... | 74 |
| Fig VI.2 : carte temps de séjour à 21h..... | 74 |
| Fig VI.3 : carte de séjour à 23h..... | 75 |
| Fig VI.4 : carte de séjour à 168 h (1 semaine) | 75 |
| Fig VI.5 : carte de séjour à 324 h (2 semaines)..... | 76 |

LISTE DES PLANCHES

Planche N^o 1 : tracé en plan du réseau existant.

Planche N^o 2 : schémas verticale du système d'AEP de Thenia.

Planche N^o 3A: trace en plan du raccordement au SPET.

Planche N^o 3B : trace en plan du raccordement au SPET.

Planche N^o 4A : profil en long d'adduction gravitaire

Raccordement SPET-station de pompage.

Planche N^o 4B : profil en long d'adduction par refoulement

Raccordement SPET-R5000 m³ (feuille 1).

Planche N^o 4C : profil en long d'adduction par refoulement

Raccordement SPET-R5000 m³ (feuille 2).

INTRODUCTION

INTRODUCTION GENERALE :

La situation actuelle de notre ressources se caractérise par un déséquilibre entre les besoins et la disponibilité. En plus, il y a la pollution des nappes et des eaux superficielles par les rejets de toutes sortes qui dépassent en volume les capacités de traitement des systèmes d'épuration .

Tous ces paramètres , qui freinent un développement durable dans l'économie de l'eau , trouvent leur illustration dans l'exploitation effrénée des nappes sous terrains qui n'arrivent pas à se renouveler. Il fallait donc s'orienter vers des ressources bien précis en évitant leurs décharge, connaissant que près de 50 % des écoulement superficiels ne sont pas mobilisables par les grands barrages.

C'est ce qui se passe actuellement dans notre ville "THENIA" , la quantité d'eau est insuffisante donc le besoin d'un renforcement des débits pour assurer la consommation est nécessaire .

Dans cette étude on va essaye de combler les lacunes et le déficit hydrique qu'a connu la ville à partir d'un picage au grand transfert Taksebt-Alger. Notant que la vérification de la capacité de stockage est indispensable pour assure la suffisance à l'horizon d'étude avec un volume total actuel égal à 5300 m³.

En se basant sur des variantes économique et plus une gestion stratégique on va minimise les cout et les pertes, mais toujours avec des problèmes existants.

CHAPITRE I

*PRESENTATION ET COLLECTE
DES DONNEES
DE BASE*

PRESENTATION ET COLLECTE

DES DONNEES DE BASE

I. Présentation et situation de la commune : on va présenter la situation et les principales caractéristique de la ville :

I.1 Situation de la commune :

La commune de THENIA est issue du dernier découpage administratif de 1984, en 1991 elle passe au rang de chef lieu de Daïra et dépendra de la wilaya de Boumerdes.

La commune couvre une superficie de 42,3 Km² pour une population 21366 habitants au recensement de 2008 . Elle est située à 50 km à l'est d'Alger et de Tizi-Ouzou et de 10 km de Boumerdes.

Elle constitue de ce fait le passage obligé de la Mitidja à la Kabylie et à Constantine grâce à son carrefour. Elle est limitée:

Au nord par la Mer Méditerranéenne

A l'est par Zemouri et Si Mustapha

Au sud par Souk el Had et Beni Amrane

A l'Ouest par Tidjelabine et Boumerdes

I.2 Les caractéristiques de la commune :

Thenia est une ville coupée deux fois :

- Une première fois par les installations ferroviaires qui ont scindé la ville en deux grandes parties (partir Nord et partie Sud).
- Une deuxième fois par l'autoroute qui partage Thenia en deux.

I.3 Accessibilité de la commune :

La commune de THENIA est desservie par un certain nombre de voies qui lui assure une bonne accessibilité:

- La RN 5
- La RN 24 au Nord
- La RW 25
- La voie ferre : présente les lignes: Alger – Thenia
Thenia –Tizi-Ouzou
Thenia –Constantine

I.4 Analyse physique du site :

a/ Le climat :

Le climat est de type méditerranéen à tendance humide à deux saisons contractées s'étendant sur un semestre chacune :

- L'hiver s'étend du mois d'octobre à mars
- L'été s'étend du mois d'avril au mois de septembre

Ces dernières années, on assiste à un prolongement de la saison chaude jusqu'au mois de janvier, car les précipitations se font rares.

L'irrégularité des pluies est caractéristique du climat méditerranéen qui est saisonnière, annuelle et interannuelle.

La station de Thenia donne les précipitations suivantes :

Tableau N° I-1 : précipitation donner par la station de Thenia

| Mois | Sept | Oct | Nov | Déc | Jan | Févr | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Août |
|-------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|-------|-----|------|---------|------|
| Mm | 35 | 72 | 125 | 143 | 130 | 91 | 87 | 59 | 52 | 18 | 1 | 3 |
| Jours | 4 | 8 | 11 | 13 | 12 | 11 | 10 | 8 | 7 | 4 | 1 | 1 |

Le total est de 816 mm tombant en 90 jours.

❖ Les températures :

- La température moyenne annuelle est de 17,65 °C
- La température moyenne annuelle des mois les plus chauds est de 21,99°C (d'avril à septembre)

- La température moyenne annuelle des mois les plus froids est de 13,35°C (octobre à mars)

❖ **Les vents :**

❖ Les vents dominants sont les vents du sud ouest (26,6 %), ceux du nord (20,3 %) et au Nord-est est (18 %), en hiver rassemblant (64,96 %) du total. Les autres variations se répartissent sur le long de l'année (surtout de Sud –Est).

❖ **L'humidité relative :**

Elle est de 70,66 %, elle est importante car il y a du brouillard et l'proximité de la mer.

b/ Séismicité :

Le nord de l'Algérie est associé à une activité sismique superficielle modérée, liée aux mouvements des plaques parasismiques algériennes, le territoire algérien est divisé en quatre zones sismiques:

- Zone O : sismicité négligeable
- Zone I : sismicité faible
- Zone II : sismicité moyenne
- Zone III : sismicité forte

La commune de thenia est classée en zone III (sismicité forte). Après l'implantation secousse téllurique qu'a subi boumerdès le 21 mai 2003.

En conclusion les dispositions réglementaires régissant le domaine de la construction à l'exemple des règles de conception des ouvrages béton armé , et des règles de conception et de calcul des maçonneries doivent être respectées.

c/ Géologie et la géotechnique :

Pour aboutir à un zoning géotechnique, nous avons pris en compte des paramètres suivants : géologie, hydrogéologie, morphologie afin de donner des estimations géotechnique de ces sols. Nous avons découpé cette commune en 5 classes géotechniques sont :

1. Classe favorable
2. Classe moyennement favorable
3. Classe propriété variable

4. Classe défavorable
5. Classe indéterminée

❖ **Classe favorable :**

Elle regroupe les informations suivantes : les alluvions anciennes, le pliocène (pla et P1), l'éocène (e3) et le cartenien inférieur (m1a).

Alluvions_anciennes :

Cette formation est représentée dans notre site par des petits lambeaux au Nord-Ouest et au Sud-est.

Elle forme une bonne assise de fondation dans des pentes assez douces. À éviter les fortes pentes et qu'il sera nécessaire de vérifier l'épaisseur de cette formation avant l'implantation de n'importe quel projet, la nappe se trouve entre **5,30** et **13,40** m.

Le pliocène (pla P1)

Il est situé dans un îlot vers le Sud-est du site là où la ville de THENIA est implantée. Il est en générale très stable quoique hétérogène, compact et cimenté avec une pente douce en général, donc ce pliocène forme une bonne assise de fondation et surtout la nappe dans ces sols est profonde.

L'éocène (e3)

Ce terrain est extrêmement résistant et stable, forme une assiette parfaite à l'urbanisation

Le cartenien (m1a)

Composé par des poudingues fortement cimentés et nullement fissurés ces sols optes à l'urbanisation, seulement lorsque leurs pentes sont assez douces.

❖ **Classe moyennement favorable :**

Cette classe occupe les terrains situés tout autour de la ville de Thenia. Elle est constituée par des marnes calcaires sont dures et ne sont pas exposées à de tassements. Mais il sera nécessaire d'entreprendre une étude plus poussée avant d'urbaniser avant de connaître la couche altérée et aussi le comportement de ces sols à fortes pentes.

❖ **Classe Propriété variable :**

Cette catégorie englobe les formations suivantes : alluvions récents (a2), les marnes sahélienne (mU), argiles et grès de l'helvétien et ²crétacé (m3 et C9).

Marnes du sahélien (mU)

Cette formation forme les collines dénudée et quelque portion au Nord-est et Sud-est de Thenia. Elle est constituée des argiles marneuses renfermant une faible proportion de calcaire.

Argiles et grès de l'helvétien et crétacé (m3, C9).

Ces formations sont situées à l'extrémité Sud-est de notre site est une portion au Sud Ouest. Ce sont des argiles et grès que seule une étude géotechnique peut les classer convenablement

❖ **Classe défavorable :**

Cette classe regroupe le massif de Thenia. Ce dernier est situé au Nord de la ville est composé de deux versent.

Versent nord est formé géologiquement par les micaschistes et gneiss, tandis que le versent sud par les granites et lipases.

❖ **Classe indéterminée :**

Cette zone d'après la carte géologique est formée d'alluvions actuelles et d'une actuelles (a1d)

d/ Hydrographie :

La commune de Thenia est traversée par plusieurs Oueds dont les plus importants sont : (Oued Arabia, Oued Tribou, Oued Lahdjel, Oued Guedara...)

I.5 Démographie :

La commune de Thenia est habitée par une population moyenne, maîtrisable par son volume et d'origine rurale locale. Elle dispersée sur l'ensemble de l'aire de la commune avec une concentration plus forte au chef lieu.

Cette population a atteint un volume de 21366 habitants en 2008 dont 18664 habitants au chef lieu.

La répartition de la population par dispersion en 2008 est donnée dans le tableau suivant :

Tableau N° I.2 : répartition de population en 2008

| Dispersion | Population en 2008 |
|--------------------------------------|---------------------------|
| Chef lieu (ACL) | 18664 |
| Agglomération secondaire (AS) | 979 |
| Zone éparsé (ZE) | 2926 |
| Total | 22569 |

La population concernée par notre étude est donnée dans le tableau suivant :

Tableau N° I.3 : la population concernée

| Dispersion | Population en 2008 |
|--|---------------------------|
| Chef lieu (ACL) | 18664 |
| Agglomération secondaire (AS) « Beni Arab » | 979 |
| Zone éparsé (ZE) «versant Nord de Thenia » | 1723 |
| Total | 21366 |

I.6 Morphologie et structure urbaine :

La structure urbaine de la ville de Thenia se caractérise par la scission classique entre le tissu ancien et les extensions urbaines récentes. Elle est divisée en cinq (05) parties : « Partie Nord, Partie Sud, POS N°01/A, POS N°01/B et POS N°05 »

La structure rurale du versant Nord de Thenia se caractérise par une agglomération secondaire ‘ ‘ Beni Arab’ ’ et les zone éparsé tel que ‘ ‘ Tazrout, Tala Mali, Ouled Abbas, Ouled Ali ...’ ’

1/ Partie Nord :

Caractéristique actuelle : la partie Nord de la ville de Thenia est caractérisée par : une partie de centre ville, cité 01 novembre, cité H.L.M , cité Djoudi, 160 logts , 100 logts , 250 logts, 150 logts et 252 logts AADL en cours de réalisation.

2/ Partie Sud :

Caractéristique actuelle : la partie Sud de la ville de Thenia est caractérisée par : une partie de centre ville, cité Tizouighine, cité Tamsaout, site chalet Bournane 1 avec 77 chalets, site chalet Bournane 2 avec 89 chalets, site chalet Diriche avec 112 chalets, site chalet Hai El Louz avec 213 chalets et un programme a court terme de 101 construction rural et 400 logements collectifs.

Les équipements existants « partie Nord et Partie Sud » :

a/ Equipements administratifs et de services :

| Nature de l'Equipement | Nombre | Unité | Quantité |
|------------------------|--------|----------------|----------|
| APC | 01 | employés | 107 |
| Daïra | 01 | employés | 65 |
| PTT | 01 | employé | 15 |
| CNASSAT | 01 | employé | 12 |
| ADE | 01 | employé | 18 |
| Agriculture | 01 | employés | 15 |
| Sonal gaz | 01 | employés | 10 |
| Sûreté urbaine | 01 | m ² | 800 |
| Gendarmerie | 01 | m ² | 600 |
| Protection civile | 01 | m ² | 250 |

b/ Equipements scolaires :

| Nature de l'Equipement | Nombre | Unité | Quantité |
|------------------------|--------|-------|----------|
| Etablissement primaire | 09 | Elève | 1612 |
| CEM | 03 | Elève | 1242 |
| CFPA | 01 | Elève | 350 |

c/ Equipements sanitaires :

| Nature de l'Equipement | Nombre | Unité | Quantité |
|------------------------|--------|-----------|----------|
| Hôpital | 01 | Lit | 340 |
| Polyclinique | 01 | Malade /j | 300 |
| Dispensaire | 01 | Malade /j | 150 |

d/ Equipements cultuels :

| Nature de l'Equipement | Nombre | Unité | Quantité |
|------------------------|--------|--------|----------|
| Mosquée | 02 | Fidèle | 4000 |

e/ Equipements culturels :

| Nature de l'Equipement | Nombre | Unité | Quantité |
|------------------------|--------|----------------|----------|
| Salle omnisport | 01 | m ² | 610 |
| Stade | 01 | m ² | 5600 |
| Salle de sport | 01 | m ² | 1550 |

f/ activité industriels :

- SOMIVAR : production de verre
- Production de conserveries
- une future zone d'activité
- un usine de production de jus

3/ P.O.S N°01/A :

Caractéristique actuelle : le POS N°01/A est caractérisé par les cité suivante : cité Ben Chabel, 18 logements, logements évolutifs et 220 logements LSP en cours de réalisation. Est caractérisé aussi par les équipements suivants : deux (02) lycées 944 élèves, une école primaire 276 élèves, Mosquée 2000 fidèle et une garde communale d'une surface égale à 300 m²

Caractéristique futur : les aménagements et équipements proposés pour le POS N°01/A sont : 174 logements, centre de soins, équipements administratifs, laiterie, Abattoir et divers commerces

4/ P.O.S N°01/B :

Les aménagements et équipements proposés pour le POS N°01/B sont : 188 Lots, école primaire, Daïra, club de tennis, zone artisanale, Marché hebdomadaire, protection civile

5/ P.O.S N°05:

Les aménagements et équipements proposés pour le POS N°05 sont : 662 logements, école primaire, salle de sport, centre artisanal, centre commercial

6/ zone rurale du versant nord de Thenia :

La zone rurale du versant nord de Thenia est caractérisée par des groupements des habitants individuels et les équipements suivants : trois (03) écoles primaires, deux (02) mosquées, une salle de soin et une agence postale.

Conclusion

En somme la ville de "Thenia" présente une démographie urbaine avec une topographie accidentée, des températures douces sans gelées, des vents modérés et une forte humidité .

CHAPITRE II

SITUATION HYDRAULIQUE

SITUATION HYDRAULIQUE

II.1 Ressources en eau : il existe deux types d'alimentation les eaux superficielles ou souterraines

a- Eaux superficielles :

La Wilaya de BOUMERDES compte enrichir ses potentialités en eaux potables, à partir du barrage de TAKSEBT. Ce dernier est situé au Nord de la ville de Tizi Ouzou

Plusieurs agglomérations bénéficieront des eaux régularisées par ce barrage et parmi elles; la commune de Thenia qu' elle va recevoir un débit de **157 l/s**, soit **13564,8 m³/j**. Mais en attendant la réalisation de transfert « Barrage de TAKSEBT – commune de Thenia », la commune de Thenia continuera à être alimentée par les eaux souterraines.

b- Eaux souterraines :

La situation de l'alimentation en eau potable de la ville de Thenia, qui a connue une évolution notable en matière de satisfaction des besoins en eaux, risque d'être limitée à l'avenir, car malgré les efforts consentis, au titre des différents programmes de développement, la mobilisation des ressources en eaux souterraines, à tendance à baisser.

La mobilisation des ressources en eaux souterraines pour la ville de Thenia est assurée par le champ de captage de Si Mustapha.

c- Champ de captage de Si Mustapha :

1/ Caractéristiques de champ de captage :

Le champ de captage de Si Mustapha est caractérisé par plusieurs forages : **F6** ; Q = 50l/s , **F13** ;Q = 30 l/s, **F7** ; Q = 10 l/s, **F9** ; Q = 15 l/s, **F20** ; Q = 15 l/s, **F15** ; Q = 20 l/s, **F16** ; Q = 34 l/s. Total =174 l/s

2/Caractéristiques de la station de pompage :

La station de pompage de Si Mustapha est caractérisée par deux parties: (03) pompes qui refoulent vers Thenia et (02) pompes pour Zemmori

Tableau N° II.1: Caractéristiques des pompes de refoulement vers Thenia

| N° G.E.P.H | Débit (m ³ /h) | Débit (l/s) | HMT (m) | Puissance (Kw) |
|-------------|---------------------------|-------------|---------|----------------|
| G.01 | 100 | 27,78 | 210 | 132 |
| G.02 | 100 | 27,78 | 210 | 132 |
| G.03 | 100 | 27,78 | 210 | 132 |

Le débit Total des pompes $Q = 300 \text{ m}^3/\text{h} = 83,33 \text{ l/s}$. Actuellement et d'après les informations données par l'entreprise de gestion ADE les G.E.P.H de refoulement vers Thenia fonctionnent à 70% de leurs rendement optimale.

Dans une telle situation on à procéder au prélèvement des mesures de débit au niveau de la station de pompage ainsi qu'au niveau du réservoir $2 \times 1500 \text{ m}^3$ mais malheureusement on a constaté que les débitmètres sont endommagés. Cependant et avec ce débit d'eau enregistré (la ville de Thenia est alimenté 1jour/2 : 1jour pour la partie Nord et la 2eme journée pour la partie Sud) on a opté au informations récupérées auprès de organise gestionnaire (ADE).

Donc le débit de refoulement vers Thenia $Q = 0,7 \times 83,33 = 58,33 \text{ l/s} = 210 \text{ m}^3/\text{h} = 5040 \text{ m}^3/\text{j}$

d- La nouvelle station de pompage de Souk El Had :

Dans le cadre de renforcement de l'alimentation en eau potable de la ville de Thenia et Boumerdes. On note que la direction de l'hydraulique a installé provisoirement un GEPH ($Q= 144 \text{ m}^3/\text{h}$, HMT = 233 m) au niveau de l'ancienne station de pompage centrale

de Souk El Had en attendant la construction de la future station de pompage et le réservoir **5000 m³**.

e- station de pompage pour l'alimentation en eau des cite Tizouighine et Tamsaout :

Cette station de pompage est située au niveaux des réservoirs R 2x1500 m³ sud Thenia est caractérisée par deux (02) G.E.P.H , débit $Q = 10l/s$, une HMT = 54 m et la puissance $P = 15 \text{ kw}$.

f- Puits Sablière :

Le puits Sablière est réalisé pour l'alimentation en eau de l'agglomération secondaire Beni Arab, caractérisé par un débit $Q = 4l/s$, NS = 6,2 m, ND = 6,83 m, Prof = 13 m et le diamètre = 18 m.

L'exploitation de ce puits présente un risque majeur à cause de mauvaise implantation (à l'intérieur d'un Oued) donc nous recommandons d'abandonné ce puits

II.2 Schéma d'adduction :

a. Adduction station de Si Mustapha – Réservoirs 2x1500 m³ de Thenia :

L'adduction « Station de Si Mustapha – Réservoir 2x 1500 m³ » est en Fonte de diamètre $\varnothing 400 \text{ mm}$ d'un linéaire de 5131 m, L'état physique de cette conduite est moyen.

b. Adduction station de Souk El Had – Réservoirs 2x1500 m³ de Thenia :

L'adduction est en Fonte de diamètre $\varnothing 400 \text{ mm}$ et un linéaire de 4915 ml, prend naissance à partir de la nouvelle station de pompage de Souk El Had par refoulement vers les réservoirs 2x1500 m³. Cette adduction est réalisée récemment dans le cadre de renforcement de l'alimentation en eau potable de la ville de Boumerdes et Thenia.

c. Adduction gravitaire Réservoirs 2x1500 m³ – Réservoir 500 m³ :

L'adduction gravitaire « Réservoir 2x 1500 m³ Sud – Réservoir 500 m³ Nord» est en Acier de différent diamètre $\varnothing 400$; L= 353 m, $\varnothing 300$; L= 240 m, $\varnothing 250$; L= 1285 m, soit une longueur total de 1878 m. L'état physique de cette conduite est moyenne

d. Adduction gravitaire Réservoirs 2x1500 m³ – Réservoirs 2x375 m³ :

L'adduction est gravitaire en Acier de diamètre $\varnothing 250$ d'un linéaire de 150 ml

e. Adduction Puits de sablière – Réservoir 300 m³ qui alimente Beni Arab

Cette adduction prend naissance à partir du Puits Sablière qui refoule vers les réservoirs (300 m³ de Beni Arab, 500 m³ partie nord de Thenia et 200 m³ de l'hôpital) a travers une conduite composée de deux (02) tronçons :

- Le 1er tronçon ‘‘ puits Sablière –R500 et 200 m³ ‘‘ en Acier diamètre Ø100 mm d'un linéaire de 944,5 ml
- Le 2eme tronçon ‘‘ R500 m³ - R300 m³ ‘‘ en Acier diamètre Ø200 mm et un linéaire de 600 m

f. Adduction Station de pompage au niveau de R 2x1500 m³ – Réservoir 300 m³ qui alimente les cites Tizouighine et Tamsaout :

Cette adduction prend naissance à partir de la station de pompage au niveau de réservoir 2x1500m³ qui refoule vers le réservoir 300 m³ a travers une conduite en acier de diamètre Ø200 mm d'un linéaire de 300ml .

g. Récapitulatif de l'état des adductions existantes :

Tableau № II.2 : Récapitulatif de l'état des adductions existantes

| Adductions | Matériaux | Diamètre (mm) | Linéaire (m) | Etat |
|--|-----------|----------------|--------------|------|
| Station Si Mustapha – R 2x 1500 m ³ | Fonte | 400 | 5131 | moy |
| Station Souk El Had – R 2x 1500 m ³ | Fonte | 400 | 4915 | Bon |
| R 2x1500 m ³ - R500m ³ | Acier | 400,300 et 250 | 1878 | moy |
| R 2x1500 m ³ - R2x375m ³ | Acier | 250 | 150 | Bon |
| Puits de sablière – R300 de Beni Arab | Acier | 100 et 200 | 1544,5 | moy |
| Station de pompage – R300 de Tamsaout | Acier | 200 | 300 | Bon |

II.3 Stockage :

Le Stockage de l'eau potable de la ville de Thenia est composé par plusieurs réservoirs(R 2x1500 m³ , R 2x375 m³, R 300 m³, R 250 m³, R 200 m³, R 500 m³ et R 300 m³). Les caractéristiques de ces réservoirs sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau № II.3 : caractéristique des réservoirs

| Réservoirs | Situation | Capacité (m ³) | C.R (m) | C.T.P (m) | Zone d'alimentation |
|------------|-----------------------------|----------------------------|---------|-----------|---|
| 01 | Au Nord de la ville | 500 | 202,00 | 206,00 | Alimentation principale de la partie nord de la ville |
| 02 | Au Nord de la ville | 200 | 205,58 | 208,68 | Alimentation principale de l'Hôpital |
| 03 | Au Sud de la ville | 2x1500 | 223,00 | 228,00 | Alimentation de la partie Sud et Nord de ville de Thenia ainsi que Tidjalabine et Boumerdes |
| 04 | Au Sud de la ville | 2x375 | 219,50 | 223,00 | Alimentation principale de la partie Sud de la ville |
| 05 | Au Sud de la ville | 300 | 273,00 | 277,00 | Alimentation principale de Tizouighine et Tamsaout |
| 06 | Au Nord de la ville | 300 | 293,00 | 297,00 | Alimentation principale de A.S « Beni Arab » |
| 07 | Sur la route vers Boumerdes | 250 | 147,00 | 149,00 | Alimentation principale de CFPA et ENAVA |

Remarque :

- L'état du génie civil des réservoirs 2x375 est moyen donc il nécessite une réfection
- Le génie civil des autres réservoirs est en bon état

II.4 Réseau de distribution :

a. Le réseau de la partie Nord :

La partie Nord de la ville de Thenia est alimentée à partir du réservoir 500 m³ a travers une conduite principale de diamètre 250 mm. caractérisée par : une partie de

centre ville, cité 01 novembre, cité H.L.M , cité Djoudi, 160 logts , 100 logts , 250 logts, 150 logts, logements évolutifs

1/ Réseau de la 1er partie du centre ville :

Le réseau de la 1^{ère} partie du centre ville est de type maillé- ramifier, réalisé en 1988, la maille principale qui contour tous le centre ville est en amiante ciment de diamètre 200 mm. Le reste du réseau est en amiante ciment également de diamètre 100 mm.

Le réseau est en bon état, par conséquent il sera maintenu s'il répondra aux calculs hydrauliques.

2/ Réseau de la cité 01 novembre :

Le réseau de la cité 01 novembre est de type ramifier en amiante ciment de diamètre 100 mm, alimenté a partir d'un piquage de diamètre 100 mm sur la conduite principale 250 mm

Le réseau est en bon état réalisé en 1988, par conséquent il sera maintenu s'il répondra aux calculs hydrauliques.

3/ Réseau de la cité H.L.M :

Le réseau de la cité HLM est de type ramifier en amiante ciment de diamètre 100 mm, alimenté a partir d'un piquage de diamètre 100 mm sur la conduite principale 250 mm.

Le réseau est en bon état réalisé en 1988, par conséquent il sera maintenu s'il répondra aux calculs hydrauliques.

4/ Réseau des cités : Djoudi, 160 logts, 100 logts, 150 logts :

Le réseau des cités (Djoudi, 160 logts, 100 logts, 150 logts) est de type ramifier en amiante ciment de diamètre (200, 150, 100, 80, 60 et 50 mm), alimenté a partir d'un piquage de diamètre 200 mm sur la maille principale du centre ville .

Le réseau est en bon état réalisé en 1988, par conséquent il sera maintenu s'il répondra aux calculs hydrauliques.

5/ Réseau des logement évolutifs :

Le réseau de la cité évolutifs est de type ramifié en PVC de diamètre (90, et 63 mm), alimenté a partir d'un piquage de diamètre 90 mm sur le réseau de la cité 250 logts.

Le réseau est en bon état réalisé récemment, par conséquent il sera maintenu s'il répondra aux calculs hydrauliques.

b. Linéaire du réseau de la partir Nord :

TABLEAU N° II 4 : Linéaire du réseau de la partir Nord

| Diamètre (mm) | Longueur (m) | Matériau |
|---------------|--------------|----------------|
| 250 | 596 | Amiante ciment |
| 200 | 1929 | Amiante ciment |
| 150 | 956 | Amiante ciment |
| 100 | 4245 | Amiante ciment |
| 80 | 162 | Amiante ciment |
| 60 | 466 | Acier |
| 50 | 1132 | Acier |
| 90 | 328 | PVC |
| 63 | 367 | PVC |

c. Le réseau de la partie Sud :

La partie Sud de la ville de Thenia est caractérisée par : une partie de centre ville, cité Tizouighine, cité Tamsaout, alimentée à partir des réservoirs suivants :

- ❖ 2x1500 m³ a travers une conduite principale de diamètre 400 mm en acier
- ❖ 2x375 m³ a travers une conduite principale de diamètre 100 mm en amiante ciment
- ❖ 300 m³ qui alimente les cites Tizouighine et Tamsaout.

1/ Réseau de la 2eme partie du centre ville :

Le réseau de la 2^{eme} partie du centre ville est de type maillé- ramifié, réalisé en 1988, la maille principale qui conteur tous le centre ville est en amiante ciment de diamètre (300, 250, 150 et 100 mm). Le reste du réseau est en amiante ciment également de diamètre 100 mm.

L'alimentation du réseau s'effectue à partir des réservoirs : 2x1500 m³ et 2x375 m³.

le réseau est en bon état, par conséquent il sera maintenu s'il répondra aux calculs hydrauliques

2/ Réseau de la cité Tizouighine :

Le réseau de la cité Tizouighine est de type ramifié en Acier de diamètre (80, 50 et 40 mm), alimenté à partir du réservoir 300 m³ à travers une conduite principale en Acier de diamètre 80 mm

Le réseau est en bon état, par conséquent il sera maintenu s'il répondra aux calculs hydrauliques

3/ Réseau de la cité Tamsaout :

Le réseau de la cité Tamsaout est de type ramifié en Acier de diamètre (80, 50 et 40 mm), alimenté à partir du réservoir 300 m³ à travers une conduite principale en Acier de diamètre 80 mm

Le réseau est en bon état, par conséquent il sera maintenu s'il répondra aux calculs hydrauliques

d. Linéaire du réseau de la partir Sud :

TABLEAU N° II 5 : Linéaire du réseau de la partir Sud

| Diamètre (mm) | Longueur (m) | Matériau |
|---------------|--------------|----------------|
| 300 | 252 | Amiante ciment |
| 250 | 262 | Amiante ciment |
| 150 | 1398 | Amiante ciment |
| 100 | 6536 | Amiante ciment |
| 80 | 2315 | Acier |
| 60 | 102 | Acier |
| 50 | 189 | Acier |
| 40 | 2513 | Acier |

e. Le réseau du POS N° 01/A :

Le réseau du POS N° 01/A est de type ramifié en Amiante ciment de diamètre (150, 100 et 40 mm), alimenté à partir des piquages sur la maille principale du centre ville partir Sud.

Le réseau est en bon état réalisé en 1988, par conséquent il sera maintenu s'il répondra aux calculs hydrauliques

Linéaire du réseau de POS N° 01/A

| Diamètre (mm) | Longueur (m) | Matériau |
|---------------|--------------|----------------|
| 150 | 1350 | Amiante ciment |
| 100 | 2476 | Amiante ciment |
| 40 | 577 | Acier |

g. Linéaire total du réseau de distribution :

Amiante Ciment

| Diamètre (mm) | Longueur (m) | Matériau |
|---------------|--------------|----------------|
| 300 | 252 | Amiante ciment |
| 250 | 858 | Amiante ciment |
| 200 | 1929 | Amiante ciment |
| 150 | 3704 | Amiante ciment |
| 100 | 13257 | Amiante ciment |
| Total | 20000 | |

Acier

| Diamètre (mm) | Longueur (m) | Matériau |
|---------------|--------------|----------|
| 80 | 2477 | Acier |
| 60 | 568 | Acier |
| 50 | 1321 | Acier |
| 40 | 3090 | Acier |
| Total | 7456 | |

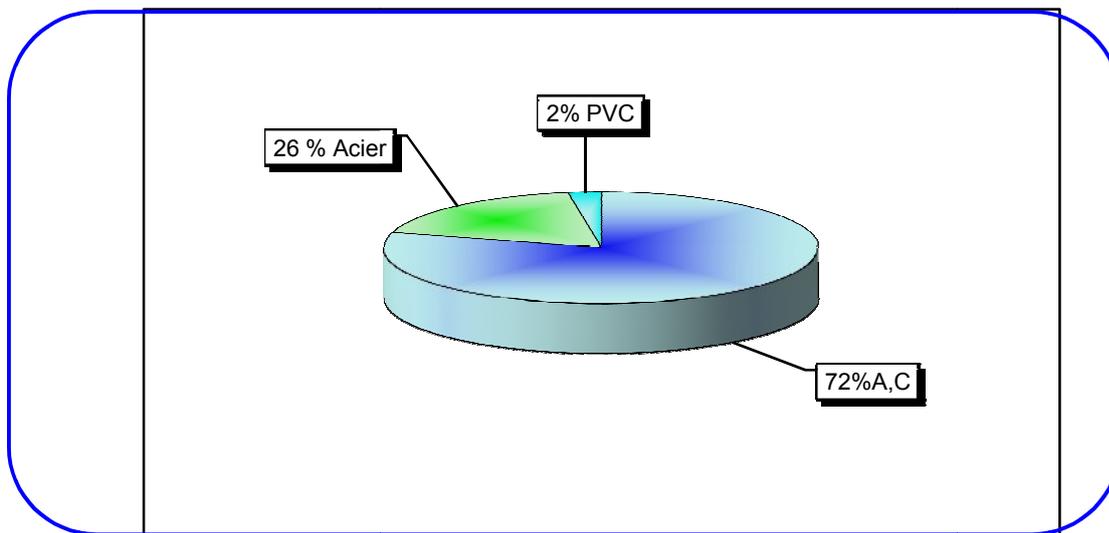
PVC

| Diamètre (mm) | Longueur (m) | Matériau |
|---------------|--------------|----------|
| 90 | 328 | PVC |
| 63 | 367 | PVC |
| Total | 695 | |

4/Linéaire Total de distribution :

Tableau № II.6 : calcul de linéaire totale de distribution

| Matériau | Longueur (m) | Longueur (%) |
|--------------------------|--------------|--------------|
| Réseau en Amiante ciment | 20000 | 72 |
| Réseau en acier | 7456 | 26 |
| Réseau PVC | 695 | 2 |
| Total | 28151 | 100 |



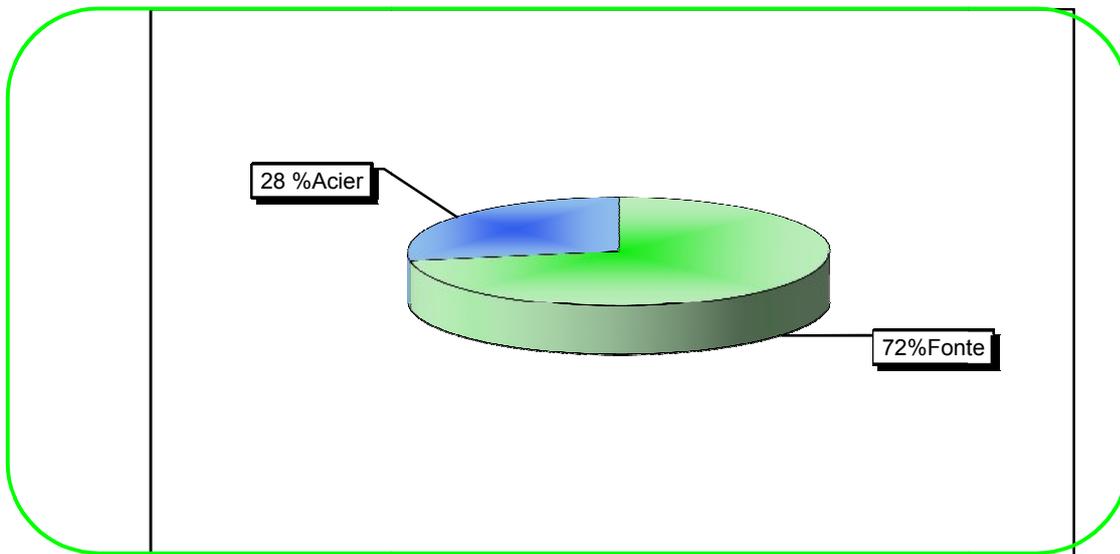
Graphique II.1 : présentation des linéaires de distribution

Linéaire du réseau d'adduction :

| Diamètre (mm) | Longueur (m) | Matériau |
|---------------|--------------|----------|
| 400 | 10046 | Fonte |
| 400 | 353 | Acier |
| 300 | 240 | Acier |
| 250 | 1435 | Acier |
| 200 | 900 | Acier |
| 100 | 944,5 | Acier |

Tableau N° II.7 : Linéaire total d'adduction

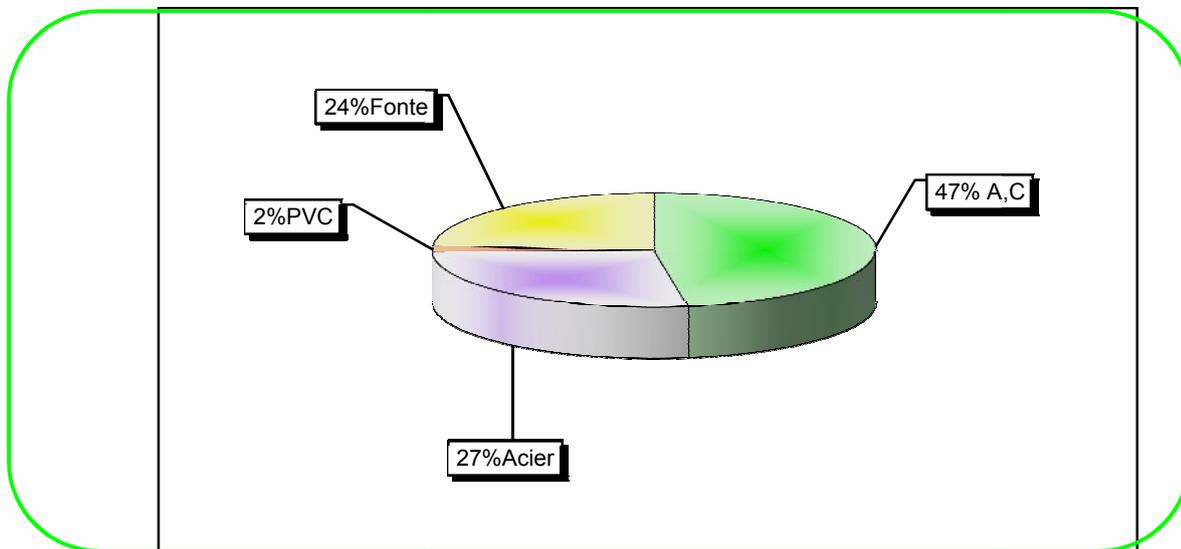
| Matériau | Longueur (m) | Longueur (%) |
|--------------|----------------|--------------|
| Fonte | 10046 | 72 |
| Acier | 3872,5 | 28 |
| Total | 13918,5 | 100 |



Graphique II.2 : présentation des linéaires d'adduction

TABLEAU N° II 8 : Linéaire total du réseau distribution + adduction

| Matériau | longueur (m) | Longueur (%) |
|--------------------------|----------------|--------------|
| Réseau en Amiante ciment | 20000 | 47 |
| Réseau en acier | 11328,5 | 27 |
| Réseau PVC | 695 | 2 |
| Fonte | 10046 | 24 |
| Total | 42069,5 | 100 |



Graphe II.3 : présentation des linéaires totales

❖ Le réseau de distribution en eau potable est composé des accessoires suivants :

Tableau № II.9 : les accessoires de réseau

| Accessoires | Nombre | Etat |
|------------------------|--------|---------|
| Vanne de sectionnement | 220 | Mauvais |
| Vannes de vidanges | 20 | Mauvais |
| Soupapes | 06 | moyenne |
| Poteaux d'incendie | 15 | moy |

Conclusion

La mobilisation des ressources en eaux souterraines pour la ville de Thenia est assurée par le champ de captage de Si Mustapha. Dont le débit de refoulement vers Thenia **Q = 5040 m³/j**. Le Stockage de l'eau potable de la ville de Thenia est composé par plusieurs réservoirs .

❖ Le réseau de distribution est en général en bon état, réalisé en 1988 avec un linéaire total de **28,151 Km**, composé de : 72% en Amiante ciment, 26% en Acier et 2% en PVC.

❖ Le réseau d'adduction est en général en bon état, avec un linéaire total de **13,918 Km**, composé de : 72% en Fonte, 28% en Acier.

❖ Le linéaire total du réseau d'alimentation en eau potable (distribution + adduction) est **42,069 Km**, composé de : 47% en Amiante ciment, 24% en Fonte, 27% en Acier et 2% en PVC.

CHAPITRE III

*DEMOGRAPHIE ET ESTIMATION
DES BESOINS EN EAU*

DEMOGRAPHIE ET ESTIMATION

DES BESOINS EN EAU

III-1. Evaluation démographique :

Lors du dernier recensement de 2008 la population de Thenia, était :

- ACL = 18664 habitants,
- Agglomération secondaire (Béni Arab) = 979 habitants
- Zones éparses cotés Nord = 1723 habitants

Donc la population total = 21366 habitants

Le taux d'accroissement de la wilaya de Boumerdès est 2,21%

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

$$P_n = P_0 \cdot (1+T)^n$$

Où:

P_n : Population à l'horizon d'étude.

P_0 : Population de base (2008).

T : taux d'accroissement. ($T=2,21\%$)

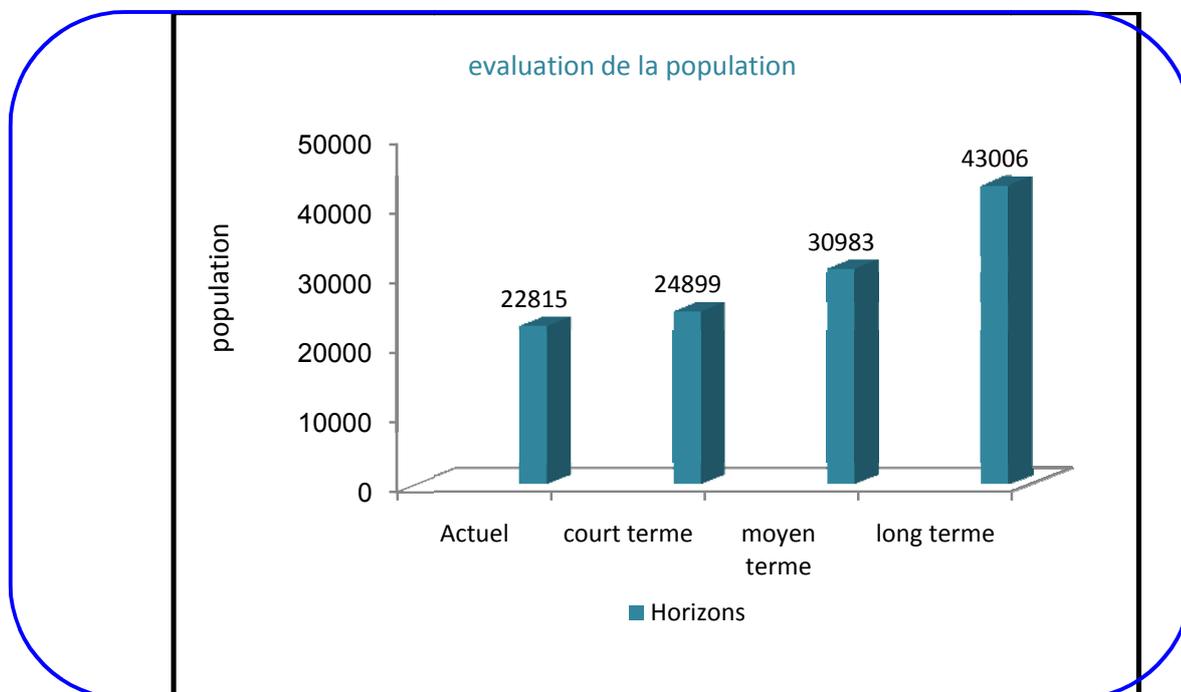
n : l'écart d'années entre les deux horizons

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau N° III.1 : estimation de la population

| Horizons | RGPH 2008 | Actuel 2011 | court terme 2015 | moyen terme 2025 | long terme 2040 |
|---------------------------------|------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| Taux d'accroissement (%) | ---- | 2,21 | 2,21 | 2,21 | 2,21 |
| Population (ACL) | 18664 | 19929 | 21750 | 27063 | 37566 |
| Population (A,S "Beni Arab") | 979 | 1046 | 1141 | 1420 | 1972 |
| Population (Z.E "Versant Nord") | 1723 | 1840 | 2008 | 2499 | 3468 |
| Total | 21366 | 22815 | 24899 | 30983 | 43006 |

Les résultats obtenus sont représentés dans le graphe suivant :



Graphe III.1 : graphe d'évaluation de la population

III-2. Evaluation des besoins en eau :

III-2.1 Besoins Domestiques :

La consommation moyenne journalière domestique est obtenue par la formule suivante :

$$Q_{moyj} = \frac{D \times N}{1000} \text{ m}^3 / j$$

- Q_{moyj} : consommation moyenne journalière
- D : dotation journalière ($D = 150 \text{ l/j/hab}$)
- N : Nombre d'habitant (hab)

Les besoins domestiques pour les différents horizons sont indiqués dans le tableau suivant :

Tableau № III.2 : estimation des débits moyens domestiques

| Horizons | Nbr.Habit. habitant | Dotation l/hab/j | Débit moy j (m3/j) |
|--------------------|------------------------|---------------------|-----------------------|
| Actuel (2011) | 22815 | 150 | 3422 |
| Court terme (2015) | 24899 | 200 | 4980 |
| Moyen terme (2025) | 30983 | 200 | 6197 |
| Long terme (2040) | 43006 | 200 | 8601 |

III-2.2 Besoins d'équipements selon le plan nationale de l'eau :

Tableau № III.3 : Répartition prévisionnelle de la consommation selon les usages en % de la consommation domestique

| Type d'agglomération | Administration | Commerce | Industrie |
|---------------------------|----------------|----------|-----------|
| Métropole nationale | 30% | 15% | 10% |
| Métropole régionale | 20% | 10% | 10% |
| Agglomération urbaine | 15% | 8% | 10% |
| Agglomération semi rurale | 10% | 5% | 5% |
| Agglomération rurale | 5% | 3% | 2% |

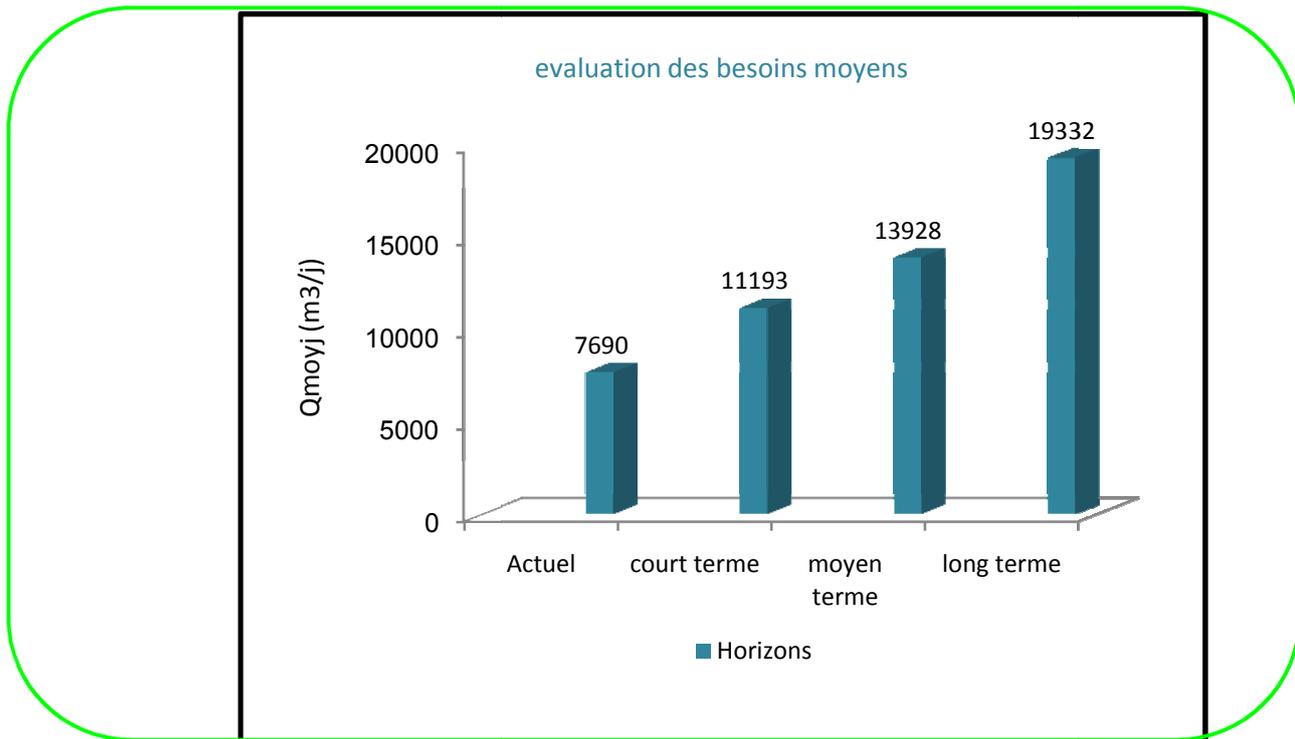
Thenia une agglomération urbain donc :

Tableau N° III.4 : estimation des besoin d'équipements

| Horizon | Actuel 2011 | court terme 2015 | moyen terme 2025 | long terme 2040 |
|---|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Besoins domestiques (m3/j) | 3422 | 4980 | 6197 | 8601 |
| Besoins administratifs (m3/j) | 513 | 747 | 929 | 1290 |
| Besoins commerciaux (m3/j) | 274 | 398 | 496 | 688 |
| Besoins industriels (m3/j) | 342 | 498 | 620 | 860 |
| Besoins Total d'équipements (m3/j) | 1129 | 1643 | 2045 | 2838 |

III-2.3 Bilan des besoins moyens en eau :**Tableau N° III.5** : bilan des besoins moyens

| Horizon | Actuel 2011 | court terme 2015 | moyen terme 2025 | long terme 2040 |
|---|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Besoins domestiques (m3/j) | 3422 | 4980 | 6197 | 8601 |
| Besoins des équipements (m3/j) | 1129 | 1643 | 2045 | 2838 |
| Besoins domestiques + équipements (m3/j) | 4551 | 6623 | 8241 | 11439 |
| Perte (30%) | 1365 | 1987 | 2472 | 3432 |
| Q moy j (m ³ /jour) | 5916 | 8610 | 10714 | 14871 |



Graphe III.2 : graphe d'évaluation des besoins moyens

III-2.4 Evaluation des débits Max :

a- Coefficient d'irrégularité journalière maximum :

Le coefficient d'irrégularité journalière maximum (K_{maxj}) qui tient compte des pertes d'eau dans le réseau et des gaspillages peut être obtenu par le rapport de la consommation maximale journalière et de la consommation moyenne journalière :

$$K_{maxj} = \frac{Q_{maxj}}{Q_{moyj}} \quad \text{avec : } K_{maxj} = (1,1 \div 1,3) \text{ On prend } K_{maxj} = 1,3$$

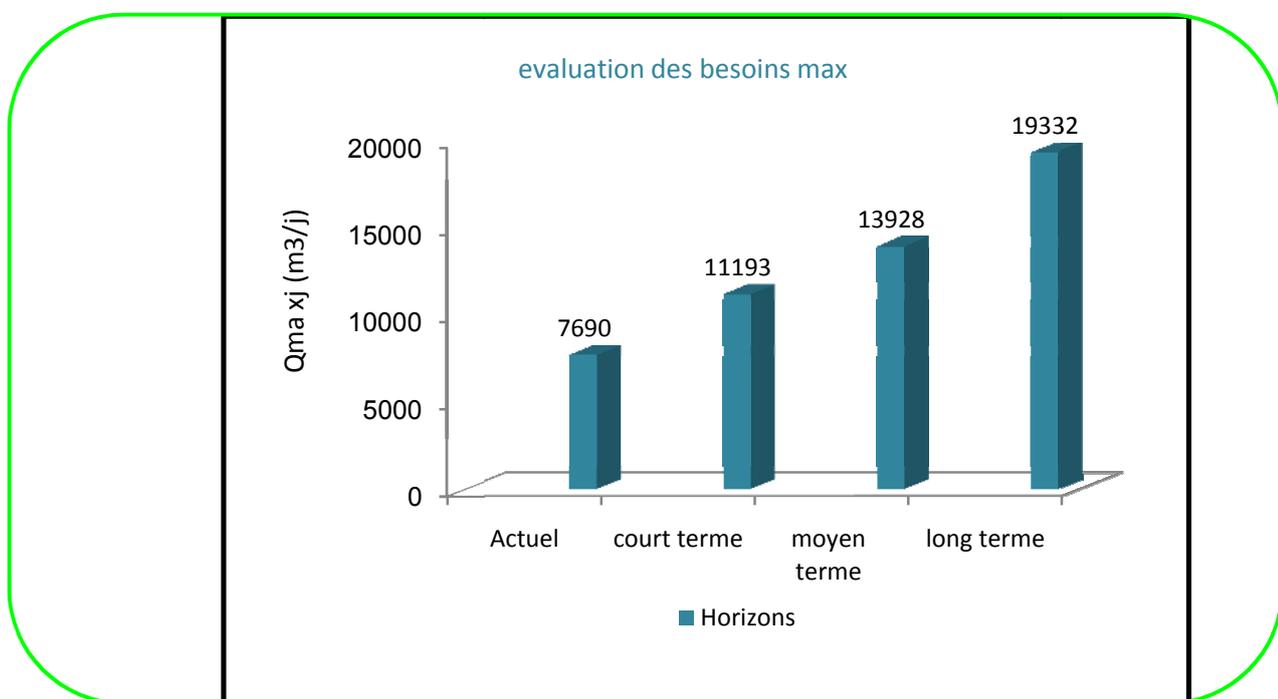
b- Consommation maximale journalière :

Le débit maximum journalier est défini comme étant le débit d'une journée de l'année ou la consommation est maximale

Le débit maximum journalier des différentes zones est représenté dans le tableau suivant :

Tableau N° III.6 : évaluation des débits maximums journalière

| Horizon | Actuel 2011 | court terme 2015 | moyen terme 2025 | long terme 2040 |
|----------------------------------|----------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Q moy j (m ³ /jour) | 5916 | 8610 | 10714 | 14871 |
| K max j | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| Q max j (m³/j) | 7690 | 11193 | 13928 | 19332 |



Graphe III.3 : graphe d'évaluation des besoins max

III-2.5 Production :

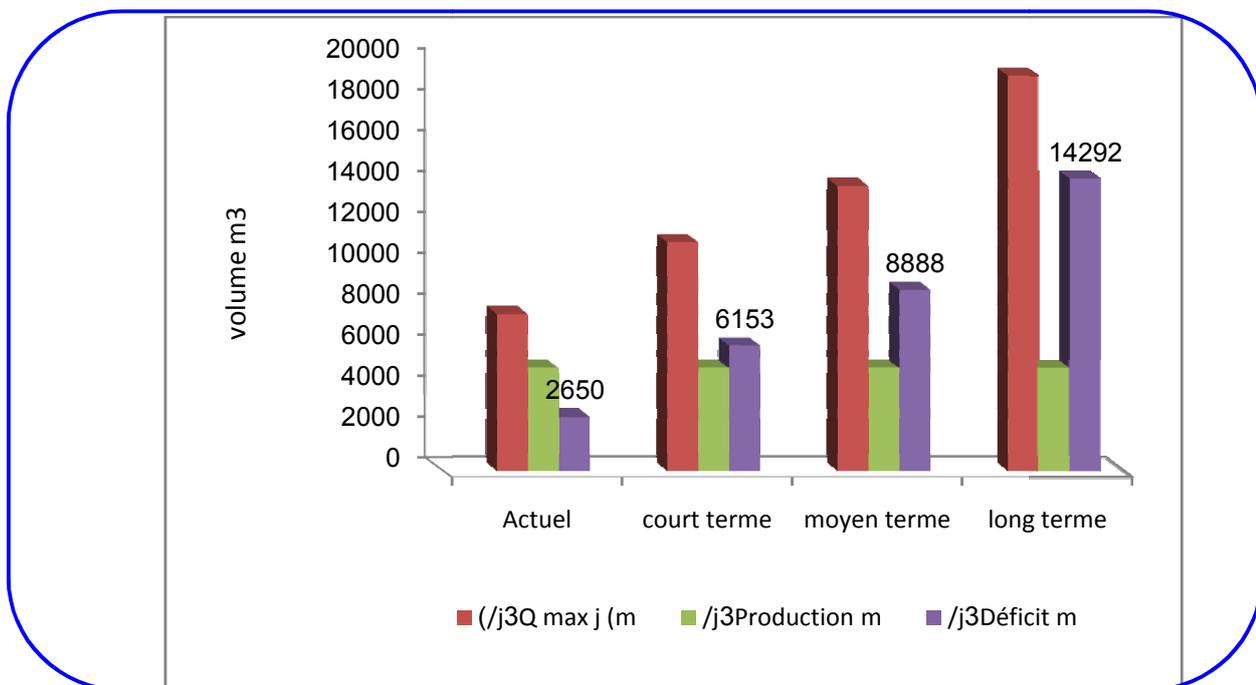
| Sources | Débit d'exploitation l/s | Production m ³ /j |
|--|-------------------------------------|------------------------------|
| station de pompage Si Mustapha | 58,33 | 5040 |
| Piquage de Thenia | 157 | 13564,8 |
| Piquage de Thenia + 1/3 Piquage de Si-Mustapha | $(157 + (1/3 \times 181)) = 217,33$ | 18777,6 |

III-2.6 Bilan de comparaison (Production – Besoins) :

a. Bilan de comparaison : (Production actuelle a partir de la station de pompage de Si Mustapha «58,33 l/s = 5040 m³/j » – Besoins)

Tableau № III.7 : bilan de comparaison (à partir de Si Mustapha)

| Horizon | Actuel 2011 | court terme 2015 | moyen terme 2025 | long terme 2040 |
|-----------------|----------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Q max j (m3/j) | 7690 | 11193 | 13928 | 19332 |
| Production m3/j | 5040 | 5040 | 5040 | 5040 |
| Déficit m3/j | 2650 | 6153 | 8888 | 14292 |



Graph III.4 : graphe de comparaison besoins-productions (la station Si Mustapha)

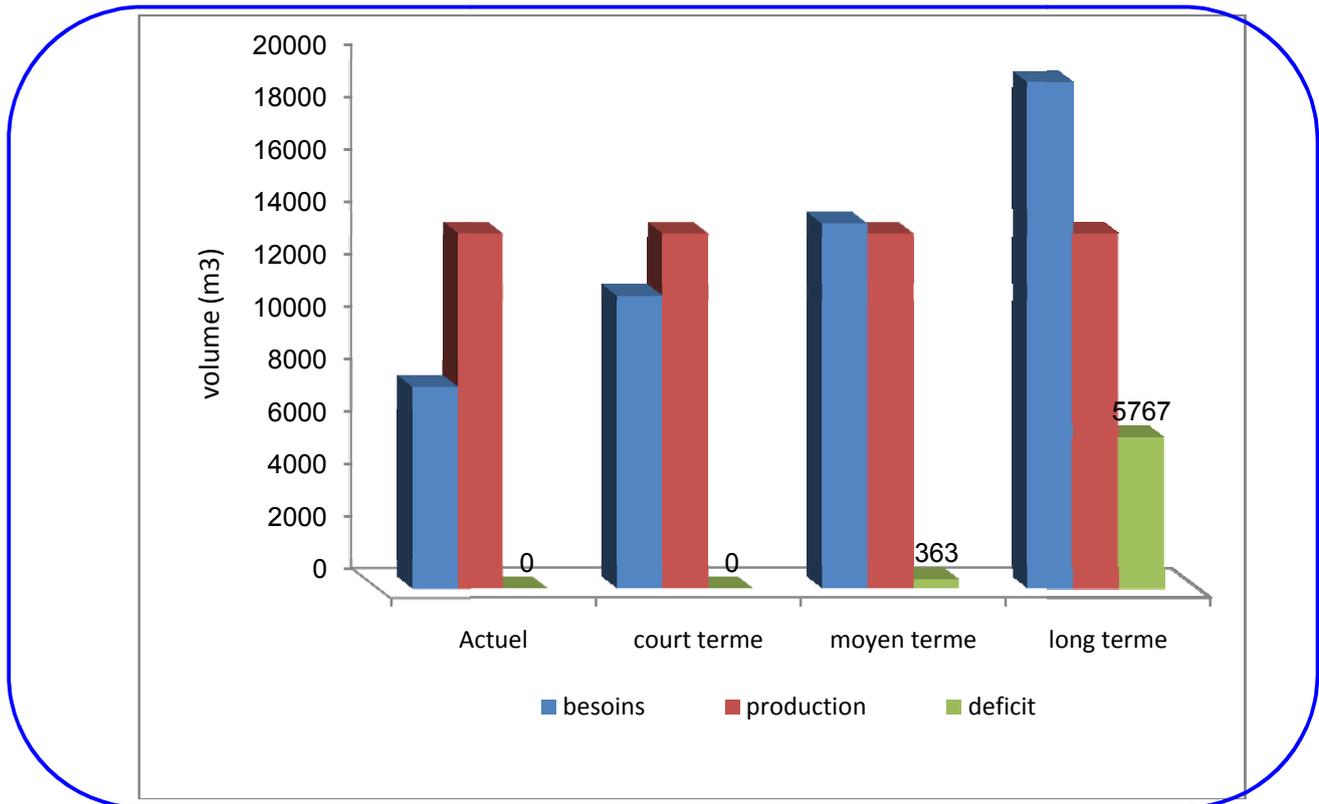
Interprétation :

D'après les résultats du bilan de comparaison ci-dessus on constate que l'actuelle production rend la situation déficitaire à chaque horizon .

b. Bilan de comparaison : (Production réservée pour Thenia a partir du barrage TAKSBT «157 l/s = 13564,8 m³/j » – Besoins)

Tableau № III.8 : bilan de comparaison (à partir du piquage)

| Horizon | Actuel 2011 | court terme 2015 | moyen terme 2025 | long terme 2040 |
|---------------------|----------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Q max j (m3/j) | 7690 | 11193 | 13928 | 19332 |
| Production m3/j | 13564,8 | 13564,8 | 13564,8 | 13564,8 |
| Déficit m3/j | 0 | 0 | 363 | 5767 |



Graphe III.5 : comparaison besoin-production (à partir de TAKSEBT)

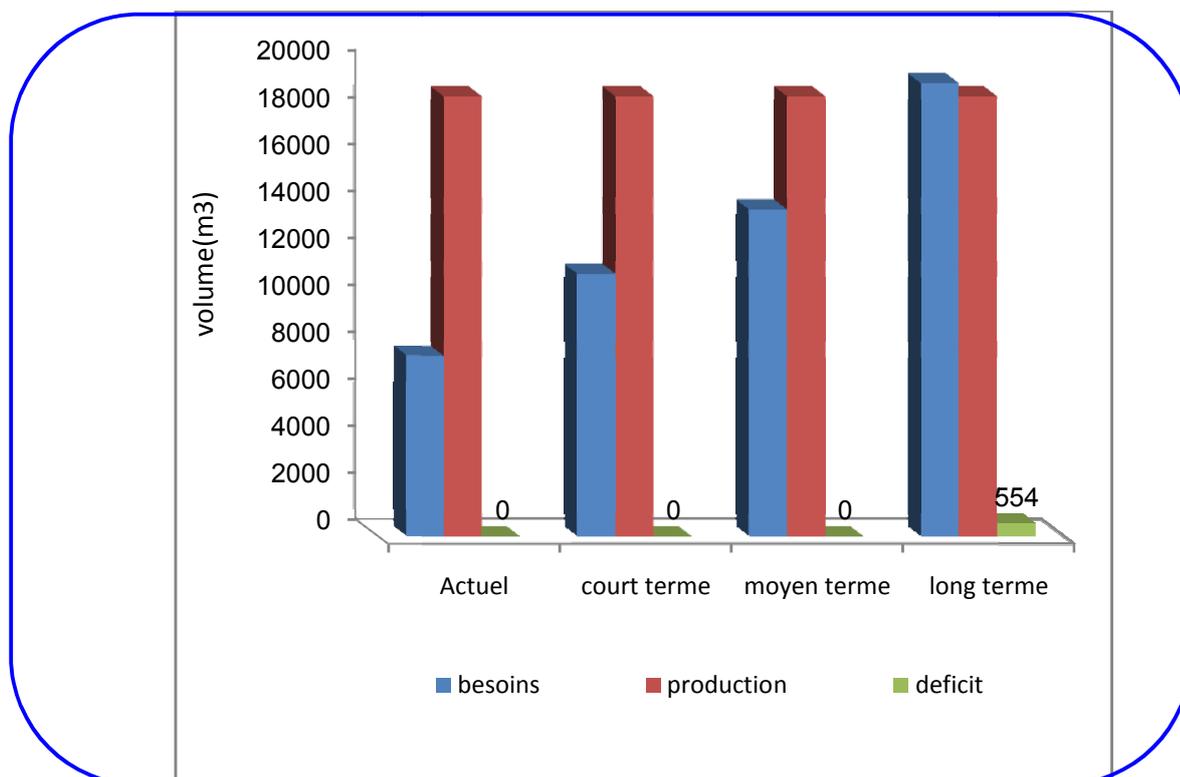
Interprétation :

Dans ce cas où l'alimentation en eau potable de l'agglomération de THENIA se fait seulement à partir du piquage réservé pour la ville de THENIA sur la conduite du transfert TAKSBT, la situation apparaît déficitaire à moyen et à long terme

c. Bilan de comparaison : (Production réservée pour Thenia a partir du barrage TAKSBT + 1/3 de la production réservée pour Zemouri et Si Mustapha « $157 + (1/3 \times 181) = 217 = 18777,6 \text{ m}^3/\text{j}$ » – Besoins)

Tableau № III.9 : bilan de comparaison (TAKSEBT+1/3 Zemouri et Si Mustapha)

| Horizon | Actuel 2011 | court terme 2015 | moyen terme 2025 | long terme 2040 |
|-----------------|----------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Q max j (m3/j) | 7690 | 11193 | 13928 | 19332 |
| Production m3/j | 18777,6 | 18777,6 | 18777,6 | 18777,6 |
| Déficit m3/j | 0 | 0 | 0 | 554 |



Graph III.6 : comparaison besoin-production (TAKSEBT+1/3Zemouri et Si Mustapha)

Interprétation :

Dans le bilan de comparaison ci-dessus il apparaît clairement que la production réservée pour Thenia a partir du barrage TAKSBT + 1/3 de production réservée pour Zemouri et Si Mustapha est satisfaisante en court et moyen terme avec un faible déficit a

longue terme qu' on va l'éliminer par la gestion des besoins ou par d'autres sources (donc la production répond aux besoins en eau de l'agglomération aux horizons d'étude)

III-2.7 Evaluation des besoins en stockage :

En alimentation urbain la capacité théorique du réservoir en adduction continue (24/24) doit être prise au minimum égale à **50 %** de la plus forte consommation journalière plus les besoins de lutte contre l'incendie 120 m3.

a. Stockage existant :

$$\text{Stockage Actuel} = 300 + (2 \times 1500) + (2 \times 375) + 250 + 500 + 300 + 200 = \mathbf{5300 \text{ m}^3}$$

$$\text{Stockage à court terme} = 5300 + \mathbf{5000} = \mathbf{10300 \text{ m}^3}$$

$$\text{Stockage à moyen terme} = \mathbf{10300 \text{ m}^3}$$

$$\text{Stockage à long terme} = 10300 + \mathbf{5000} = \mathbf{15300 \text{ m}^3}$$

Rq: les deux réservoirs 5000 m3 sont projetés

b. Besoin en stockage :

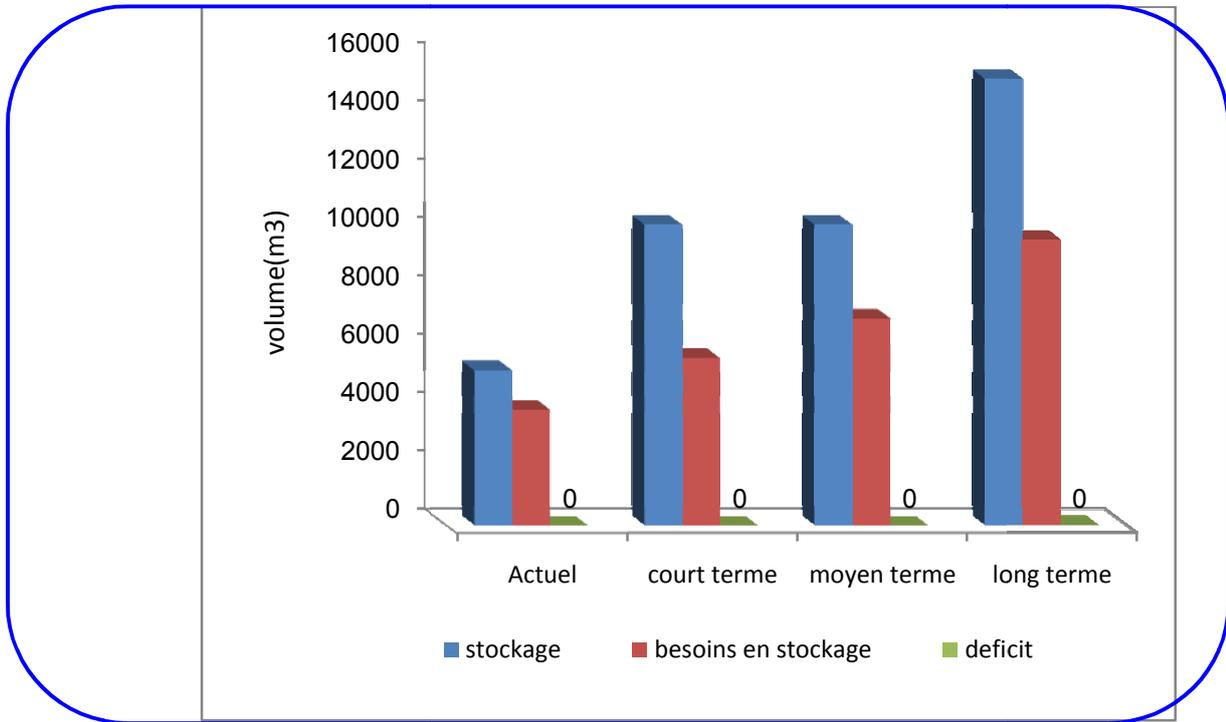
Tableau N° III.10 : évaluation des besoins en stockage

| Horizon | Actuel 2011 | court terme 2015 | moyen terme 2025 | long terme 2040 |
|--------------------------|----------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Q max j (m3/j) | 7690 | 11193 | 13928 | 19332 |
| Besoins en stockage (m3) | 3965 | 5717 | 7084 | 9786 |

c. Bilan de comparaison :

Tableau N° III.11 : bilan de comparaison de stockage

| Horizon | Actuel 2011 | court terme 2015 | moyen terme 2025 | long terme 2040 |
|-------------------------|----------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Stockage (m3) | 5300 | 10300 | 10300 | 15300 |
| Besoin en stockage (m3) | 3965 | 5717 | 7084 | 9786 |
| Déficit m3 | 0 | 0 | 0 | 0 |



Graphe III.7 : comparaison de stockage

Conclusion

Du point de vue capacité de stockage le bilan de comparaison montre une satisfaction à court, moyen et long terme

Pour une bonne maîtrise des besoins en eau de l'agglomération de THENIA, on recommande l'alimentation de cette dernière à partir du piquage THENIA + 1/3 de la production réservée pour zamouri et Si Mustapha.

CHAPITRE IV

DIAGNOSTIQUE

DIAGNOSTIC

IV.1 Calcul hydraulique du réseau de distribution existant :

IV.1-1 Introduction:

Le calcul hydraulique du réseau est effectué par le logiciel de calcul **Water CAD version 8** .

Water CAD simule les caractéristiques hydrauliques d'un réseau maillé (circuit "fermer") de distribution d'eau. Le réseau est caractérisé par des tronçons et des nœuds (points d'entrée ou de demande et jonctions de tuyaux).

Les données nécessaires pour lancer le programme Water CAD incluent une description des éléments du réseau tels que, longueur des conduites, diamètre, coefficient de frottement, demande aux nœuds et altitude ainsi que des données décrivant la géométrie du réseau.

Le programme résout les problèmes des réseaux comprenant des pompes ou des vannes de réduction de pression. Il peut simuler un réseau avec un maximum de nœuds à charge hydraulique connue (généralement, les réservoirs de stockage).

Water CAD accepte n'importe quel réseau maillé, partiellement maillé et ramifié, ou complètement ramifié.

Water CAD utilise l'algorithme de Hardy-Cross pour déterminer les corrections de flux dans les conduites. La correction est basée sur deux hypothèses :

- conservation du flux à chaque nœud.
- la somme des pertes de charge dans une maille est nulle.

Une fois que les débits vérifiant les conditions ci-dessus sont déterminés, les charges hydrauliques à chaque nœud peuvent être facilement calculées. On utilise l'équation d'Hazen-Williams pour calculer les pertes de charge dans ce programme.

La distribution de flux est nécessaire pour commencer l'algorithme de Hardy-Cross. Les sous-programmes réduisent la quantité de données que doit fournir l'utilisateur.

❖ Capacités de Water CAD :

Tuyaux et nœuds peuvent être numérotés arbitrairement.

Afin de préparer les données du réseau pour Water CAD, celui-ci doit être schématisé par une série de nœuds interconnectés par des tronçons (conduites). Chaque tronçon et nœud doit être numéroté sur un schéma. Pour plus de clareté, évitez de relier une source à plus d'une conduite.

Déterminez la demande à chaque nœud peut être calculé de différentes manières les méthodes usuelles sont basées sur la densité de population, le nombre de maisons...

Le point important est de répartir la demande aux nœuds de manière rationnelle, la plus probable. Ensuite, déterminer l'altitude de chaque nœud. Compléter par les sources, les demandes et les jonctions. Puis déterminez la longueur, le diamètre et le coefficient de Hazen-Williams de chaque conduite du réseau.

IV-1.2 Calcul hydraulique du réseau :

Le calcul hydraulique du réseau est basé sur deux hypothèses principales :

- Apport du réseau de distribution 24 heures/24 heures
- Consommation du débit est uniforme le long de la conduite

L'heure de pointe correspond à la période où la consommation atteint son maximum.

IV-1.3 Calcul du débit en route :

Le débit en route assure un service en route pour chaque tronçon de canalisation. Il est considéré comme étant consommé uniformément sur toute la longueur du tronçon. Ce débit peut être déterminé par l'expression suivante :

$$Q_r = Q_{pte} - \sum Q_{con}$$

Q_{pte} : Débit de pointe

$\sum Q_{con}$: la somme des débits concentrés, ces derniers sont déjà des débits qui circulent dans le réseau de distribution sans y être consommés.

IV-1.4 Débit spécifique (qsp) :

Ce débit est défini comme étant le volume d'eau transitant à travers un mètre de conduite pendant une seconde.

$$Q_{sp} = Q_r / \sum L_i$$

$\sum Li$: la somme des longueurs de tous les tronçons formant le réseau.

IV-1.5 Calcul des débits par tronçon :

Ces débits sont obtenus par :

$$Q_{tr} = q_{sp} \times Li$$

IV-1.6 calcul des débits nodaux soutirés :

Egalement le débit nodal, comme son nom l'indique c'est le débit qui sort au niveau de chaque nœud du réseau, pour alimenter les usagers.

Le débit au nœud se détermine par l'expression suivante :

$$Q_n = 0.5 \times \sum Q_{tri}$$

IV-1.7 Calcul hydraulique du réseau existant :

a.1 Calcul du débit maximum horaire :

Ce débit joue un rôle très important dans les différents calculs du réseau de distribution, il est déterminé par la relation suivante :

$$Q_{max,h} = K_{max,h} \cdot Q_{moy,h} \text{ (m}^3\text{/h)}$$

Avec : - $Q_{moy,h}$: débit moyen horaire en m^3/h

- $K_{max,h}$: coefficient d'irrégularité maximale horaire ;

a.2 Calcul du débit moyen horaire :

Le débit moyen horaire est donné par la relation suivante :

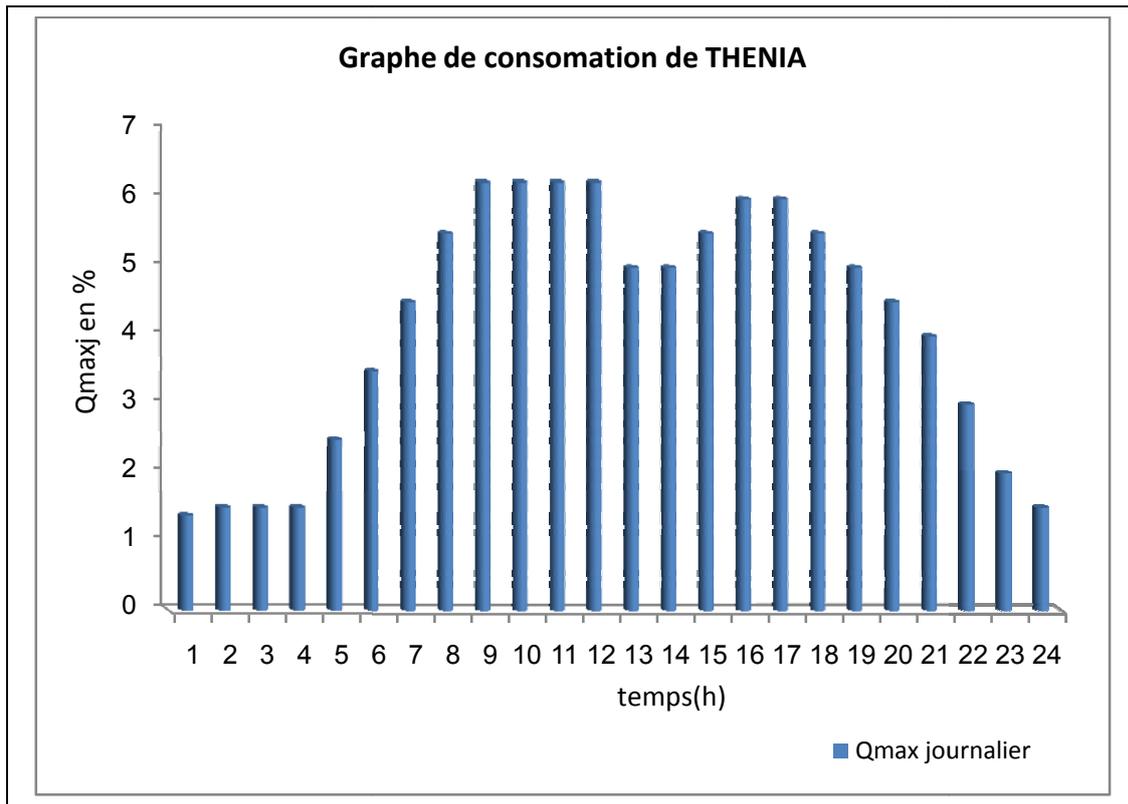
$$Q_{moy,h} = Q_{max,j}/24 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

Avec : - $Q_{moy,h}$: débit moyen horaire en m^3/h ;

- $Q_{max,j}$: débit maximum journalier en m^3/j ;

Si non on peut tirer $Q_{max,h}$ à partir du graphe de consommation (**Tableau N° IV.1**)

On trace le graphe pourcentage de débit max journalière en fonction des heures de consommation .



Graphe IV.1 : graphe de consommation de la ville de THENIA

On obtient les résultats suivants :

$$Q_{\max,h} = 133.51 \text{ l/s} \quad ; \quad \sum l = 16143 \text{ m}$$

$$Q_{sp} = 0.008 \text{ l/s/ml}$$

a.3 Calcul des débits au nœud du réseau (actuelle) en cas de pointe :

(Tableau N° IV.2)

Introduisant ces débit nodaux dans logiciel utiliser et on simule . le graphe si dessous c'est la représentation du fonctionnement en cas de point

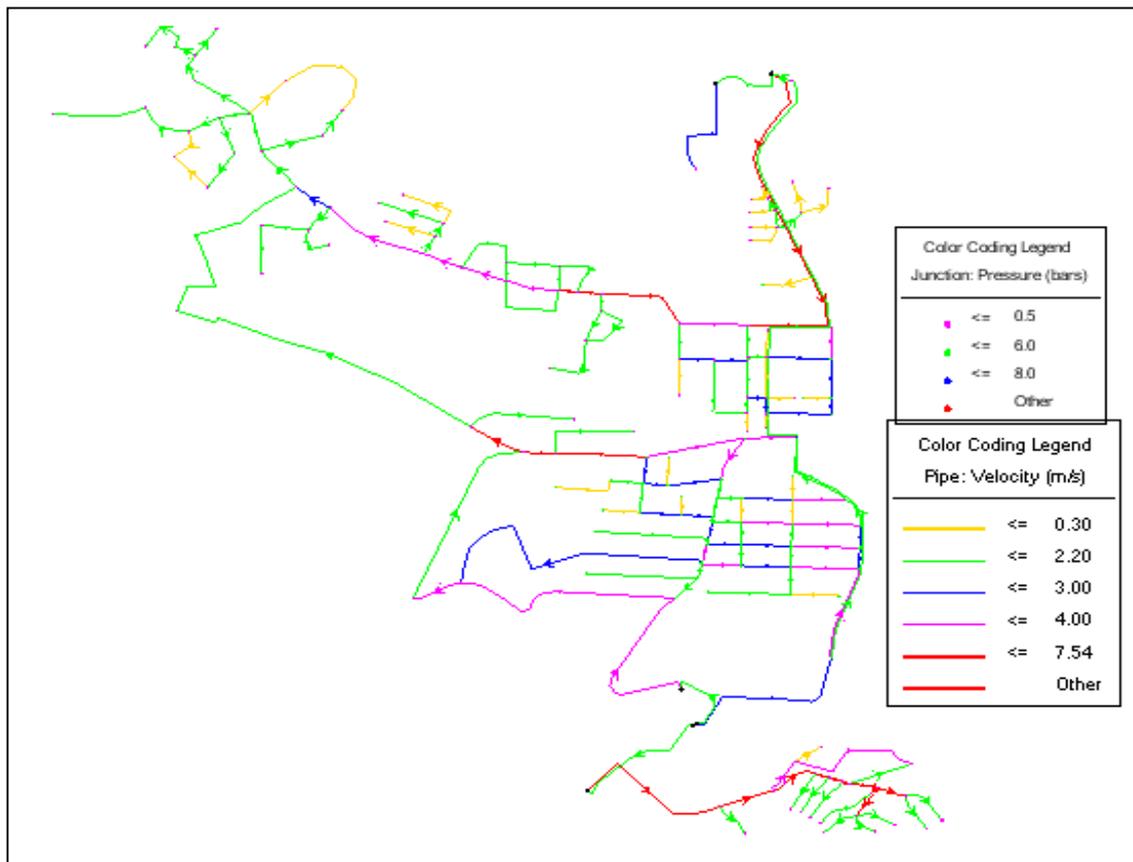


Fig IV.1 : Carte des vitesses et pressions – cas de pointe -

a.4 Calcul hydraulique du réseau existant « Actuellement » :(Tableau N° IV.3)

a.5 Calcul des pressions aux nœuds : (Tableau N° IV.4)

Interprétation :

A partir des résultats obtenues on voit bien que notre réseau ne répond pas aux conditions de fonctionnement à cause des vitesses et pressions inacceptables.

Les vitesses d'écoulement les plus faibles se situent en bout de réseau, dans les impasses mais également dans les zones fortement maillées.

Les vitesses d'écoulement les plus fortes se situent dans les tronçons de grande perte de charge.

Dans 12 % des canalisations, la vitesse moyenne est inférieure à la valeur limite de 0,1 m/s, en dessous de laquelle la stagnation entraîne des problèmes de corrosion et de dépôts.

Près de 15 % des canalisations ont des vitesses inférieures à 0,15 m/s. Or, ce n'est que pour des vitesses supérieures que les conséquences de stagnation disparaissent.

Remarque :

En raison de ces fortes vitesses, les pertes de charge sur le réseau sont très importantes. En effet, les variations de pression s'élèvent.

La simulation du réseau existant entraîne une forte baisse de pression. En effet, la diminution maximum s'élève à de grandes valeurs. Les pressions positives restent de l'ordre de 2.5 bars.

Puisque le réseau ne répond pas à la demande actuelle le calcul actuel est insuffisant et la rénovation sera faite à court terme.

donc une correction de réseau est nécessaire.

IV.2 Calcul hydraulique du réseau de distribution rénové :

IV.2.1 Calcul hydraulique du réseau rénové –cas de pointe : (Tableau N° IV.5)

On a les données de calcul suivantes :

$$Q_{\max,h}=320.26 \text{ l/s} \quad ; \quad \sum l=16143 \text{ m}$$

$$Q_{sp}= 0.02 \text{ l/s/ml}$$

a.1 Calcul des débits au nœud (A l'horizon): (Tableau N° IV.5)

Introduisant ces débits nodaux dans le logiciel utilisé et on simule . le graphique ci-dessous c'est la représentation du fonctionnement en cas de pointe

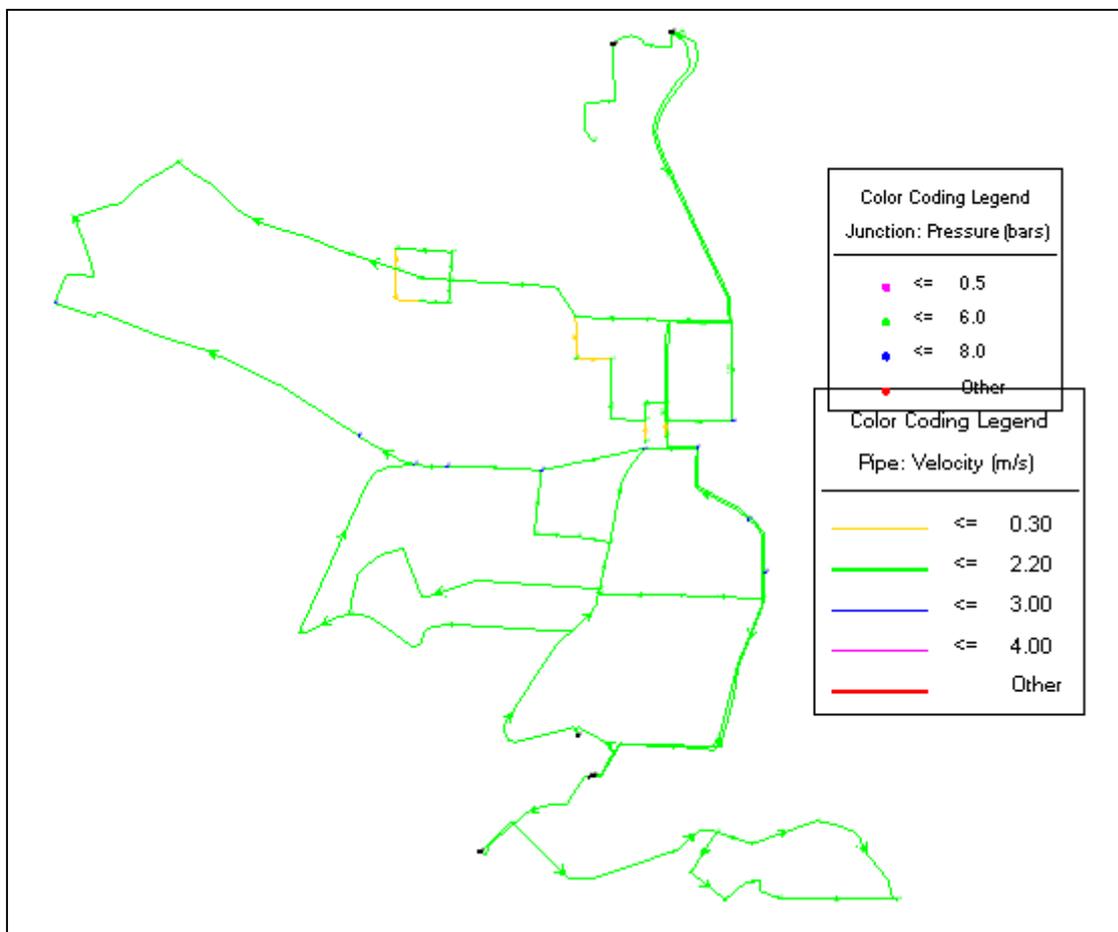


Fig IV.2 : Carte des vitesses et pressions – cas de pointe -

a.2 Calcul hydraulique du réseau rénové « A l'horizon » : (Tableau N° IV.6)

a.3 Calcul des pressions aux nœuds : (Tableau N° IV.7)

Interprétation :

Le fonctionnement de réseau est plus bon après cette rénovation, les nouveaux diamètres permettront d'augmenter les vitesses les plus faibles pour les canalisations principales et les conduites se terminant en antennes.

les vitesse servent à limiter les problèmes de corrosion et de dépôts pour les canalisations; donc les conséquences de stagnation disparaissent . C'est pourquoi les objectifs ont été fixés à 0,3 m/s en moyenne.

En se basant à ces vitesses pour décrocher les quelques dépôts formés, cette solution permet de contrôler aussi les fortes perte de charge.

Pour atteindre de telles vitesses, les conduites principales d'eau à rénové seraient très importants, près de 30 % d'augmentation par diamètre.

La rénovation proposé entraîne une augmentation de pression considérable. En effet, la diminution maximum s'élève à 1,6 bars. Les pressions restent de l'ordre de 4,8 bars.

Remarque :

Le manque de vitesse dans le réseau est du à un surdimensionnement des conduites réalisé dans le but d'assurer la défense incendie.

IV.2.2 Calcul hydraulique du réseau rénové –cas de pointe+incendie :

On a les mêmes donner de départ . le choix d'un nœud pour extraire un débit d'incendie **17 l/s** se fait selon les conditions les plus défavorables de vitesse et pression, on apte pour le nœud **J-8**

Introduisant ces débit nodaux dans logiciel utiliser et on simule [avec $Q_{n,J-8}=(17+4.9)l/s$] . le graphe si dessous c'est la représentation du fonctionnement en cas de point+incendie (la durée d'incendie est 2 heures)

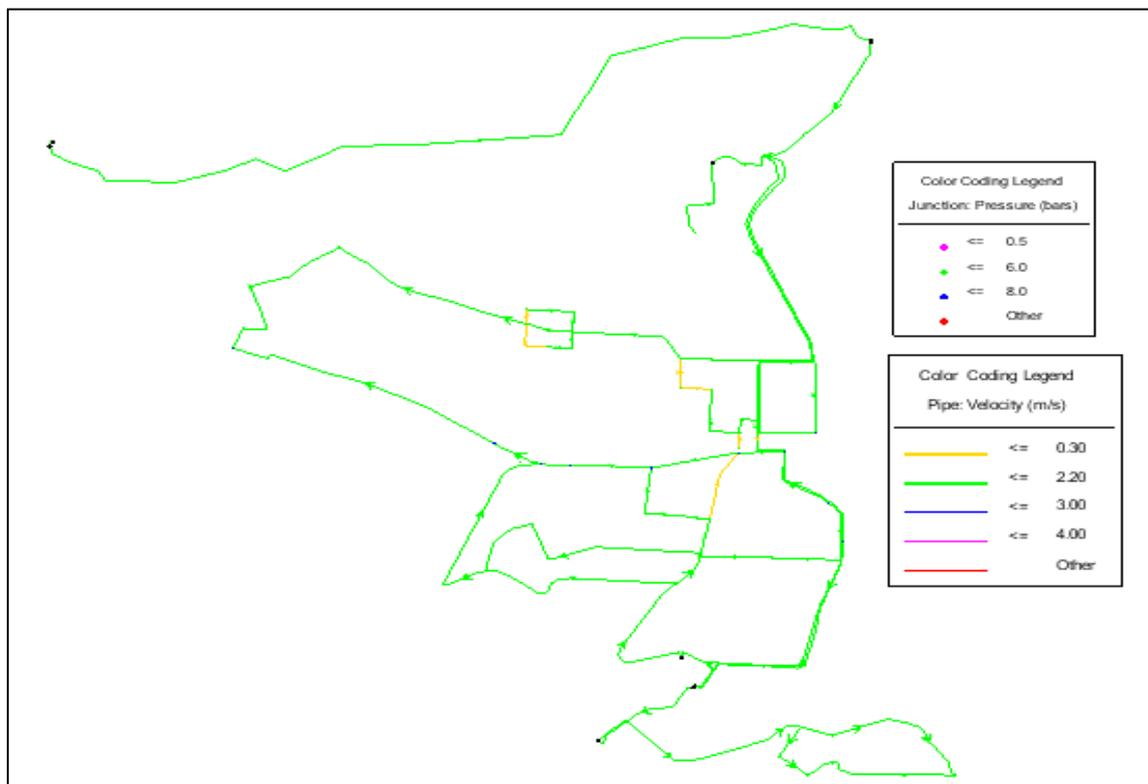


Fig IV.3 : carte des vitesse et pression – cas de pointe+incendie –

a.2 Calcul hydraulique du réseau rénové « A l'horizon » : (Tableau N° IV.8)

a.3 Calcul des pressions aux nœuds : (Tableau N° IV.9)

Interprétation :

On voit qu'il y a des faibles variations dans les conditions hydrauliques par rapport au calcul en cas de pointe. Une baisse de pression de 0.1 bars dans quelques nœuds et variation de vitesse (augmentation dans la plus part des conduites) de l'ordre 0.01 à 0.27 m/s.

A long terme le réseau supporte le débit de consommation plus l'incendie qui se déclenche. A long terme le réseau est capable d'assurer les bonnes conditions d'alimentation, donc la correction du réseau sera maintenue.

IV.3 Description de système de canalisation utiliser :

Les conduites de réseau sont de forme circulaire en différents matériaux, chacun caractérisé par ces propriétés mécaniques (déformabilité, résistance à la corrosion...)

afin de choisir un matériau il faut tenir compte de ces conditions. Dans notre cas on a choisi la conduite **polyéthylène haute densité (PEHD)**

Conduite en polyéthylène:

Le polyéthylène est un matériau de choix pour les conduites d'eau potable, ces avantages sont les suivants:

- durée de vie plus de 50ans
- bonnes caractéristiques hydrauliques (coefficient de rugosité très faible)
- facile à poser (flexible)
- permet des rayons de courbures inférieurs aux autres matériaux
- bonne étanchéité au niveau des branchements grâce aux processus de raccordement
- résiste à l'entartrage
- se raccorde facilement aux réseaux existants (fonte, acier...)
- peut être sensible aux mouvements de terrain
- légèreté, facilité de transport et stockage.
- large gamme des diamètres
- supporte les fortes variations de pression.

Malgré ces avantages ; Cette matière a un aspect plastique, qui subissent une altération en fonction du temps (dizaine d'année). La durée de vie utile dépend de la propriété considérée du matériau et de ses conditions d'utilisation. Donc on a :

*un vieillissement physique : par pénétration d'eau (gonflement), chocs thermiques.

*un vieillissement chimique :

-détérioration par micro-organismes ou champignons (biochimique).

-par réaction lente de certains polymères avec l'eau (hydrolytique).

*climatique : les causes sont principalement photo-thermiques (l'augmentation de température et pluie, rayonnement UV solaire)

On va pas tenir compte de ces inconvénients car l'amortissement est de 30 ans en Algérie

IV.4 Gestion du réseau :

Une bonne gestion des ressources en eau, planifiée, rationnelle et concertée permettront de prévenir les crises et conduire un développement soutenu et durable.

Il est nécessaire de prendre en compte la qualité hydro-biologique des milieux (qualité des habitats, etc.) afin d'obtenir une eau de qualité maximale, il convient de limiter les pollutions par le développement des usages respectueux de l'environnement.

La pression nécessaire pour desservir les étages supérieurs des immeubles avec des valeurs suffisantes est rarement obtenue naturellement par le niveau de la source d'eau, dans ce cas il existe des points qui nécessitent un refoulement supplémentaire, ou il est nécessaire pour certains immeubles (très hauts) un système de surpression interne (un réservoir auxiliaire sur la terrasse ou dans le sol).

Certains consommateurs dits « importants » peuvent prélever directement l'eau à consommer, donc avoir des systèmes d'alimentation propres à eux à cause de l'importance des débits demandés qui peuvent pas être assurés par le réseau public.

Le choix des modes de gestion des réseaux d'AEP dans les pays développés se fait après avoir fait l'estimation des coûts, afin de comparer leurs performances et efficacités.

Plusieurs facteurs sont pris en compte, parmi eux :

-Le volume de production.

-Le nombre d'abonnés.

-La longueur du réseau.

-L'origine des eaux brutes.

-Le type de traitement et de la topographie.

Le choix du type de gestion dépendra du coût et des caractéristiques du service.

Plusieurs problèmes de différentes origines peuvent survenir dans un réseau d'alimentation en eau potable : les fuites, branchements illicites, erreurs ou

défaillances du compteur, contamination, chutes de pressions, ruptures des conduites ou casses des accessoires, ainsi que les problèmes de gestion

elles sont généralement causées par :

- Le vieillissement du réseau.
- La corrosion des conduites.
- L'usure des joints ou leur jonction inefficace.
- Fortes pressions ou dépressions.
- Mouvements du terrain qui disloquent les joints.
- Cassures franches des conduites.

Les coupures d'eau sont causées par :

- Le dysfonctionnement d'ouvrages assurant l'écoulement de l'eau (pompes, réservoirs)
- Les réparations sur le réseau.
- La dégradation de la qualité de l'eau.
- Les ressources insuffisantes.

Donc à cause de ces problèmes on va faire une expérience à l'aide de Water CAD pour prendre les précautions possibles en cas d'empanne . la figure en dessous présente une coupure dans la conduite **P-48** :

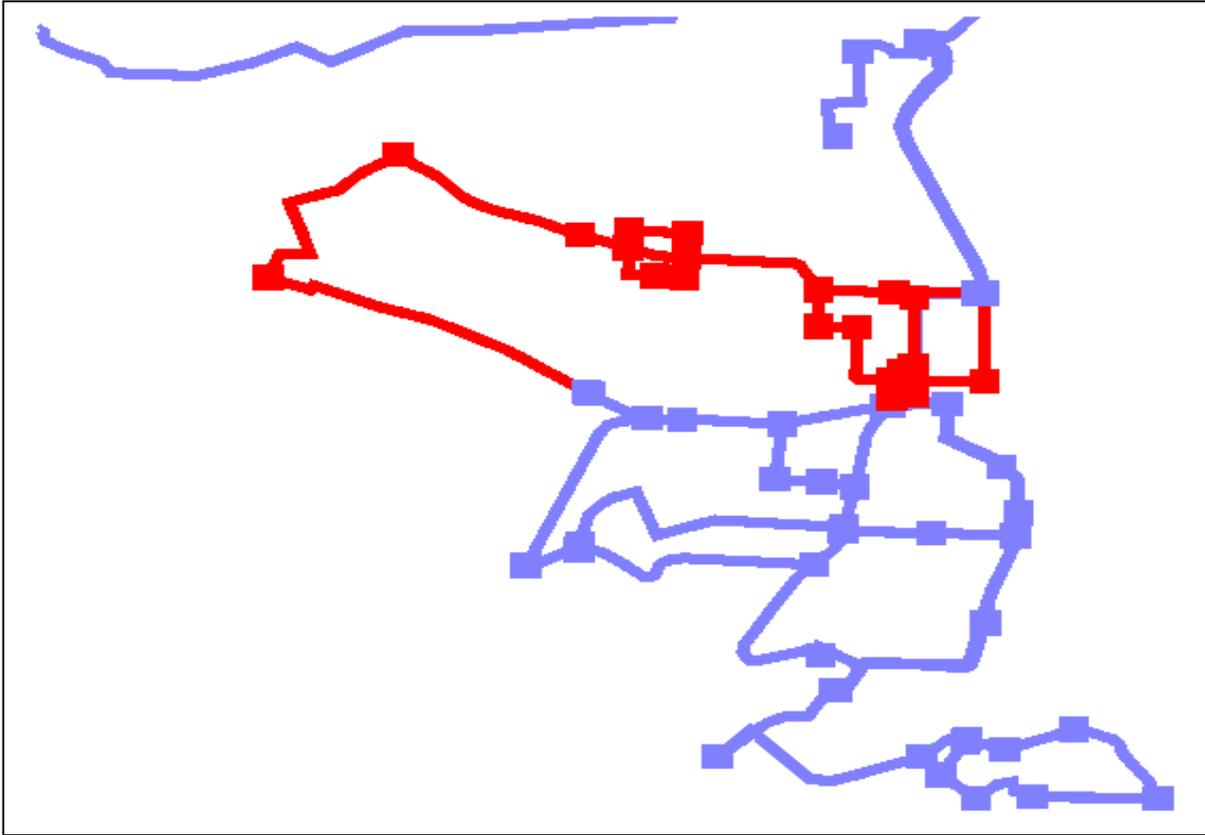


Fig IV.4 : carte présente une panne dans la conduite P-48

_____ : c'est la partie du réseau qui a subit un changement dans les paramètres hydraulique

Interprétation :

La couleur rouge dans la carte présente toute la partie qui subissent les changement de pression et vitesse ou même les débits nulles car cette partie a un seul raccordement loin des sorties des autres réservoirs .

Solutions :

Afin de ne pas tomber en cas pareille on va raccorder la partie nord a la partie sud de la ville par d'autres raccordements de tel façon d'équilibrer le système et on alimente par partie; ou de doubler la conduite P-48 avec une autre à diamètre inférieure (choisir la variante économique).

IV.5 - Programme de rénovation du réseau de THENIA à courte terme (à partir de 2011)

Tableau N° IV.10 : évaluation des linéaires de rénovation

| Diamètre (mm) | Matériau | Pression | Linéaire (m) |
|---------------|----------|----------|---------------------|
| 400 | PEHD | 16 bars | 1310 |
| 315 | PEHD | 16 bars | 1070 |
| 250 | PEHD | 16 bars | 1416 |
| 200 | PEHD | 16 bars | 448 |
| 160 | PEHD | 16 bars | 1789 |
| 125 | PEHD | 16 bars | 0 |
| 110 | PEHD | 16 bars | 741 |
| 90 | PEHD | 16 bars | 725 |
| | | | Total = 7499 |

La pression des conduites choisie supérieur au plus grand à celle du réseau + une marge de sécurité .

Les autres conduites sont maintenues.

IV.6 La Désinfection :

Bien que 70% de la terre couvert avec de l'eau, seulement 2 % est buvable.

Cette quantité est souillée la plupart du temps et seulement quelques secteurs ont les équipements appropriés de traitement de l'eau, en raison que des milliers de personnes la consomment et souffrent des diverses maladies portées par les eaux comme le choléra, typhoïde etc...

L'information statistique triste c'est les trois millions de personnes qui meurent des maladies portées par les eaux, tous les ans. En outre, 5.000 enfants meurent de la diarrhée infectieuse, chaque jour.

De cette raisons on a introduit cet important chapitre qui parle sur le choix de la méthode de traitement "CHLORURATION" et ses objectifs en utilisant l'exemple de notre réseau.

IV-7 Choix de la chloruration :

La chloruration est meilleure que les autres méthodes de désinfections comme

- l'épurateur de rayon ultra-violet
- L'ozone d'osmose d'inversion
- Ébullition de l'eau

car ces méthodes ne laissent pas un résiduel dans l'eau contrairement à la chloruration , et mesurer le résidu d'un produit injecter est plus rapide que **l'essai bactériologique** qui prend plus de 45 heures pour découvrir la présence des microbes pathogènes (c'est très difficile de déterminer c'est microbe).de plus:

- La distribution de désinfectant facile, rapide et au prix bas.
- Le système d'introduction de cette élément est opérationnel.
- On peut l'utiliser même à domicile s'il y a un problème non contrôler (une bouteille est suffisante plus de quatre mois pour une famille de quatre.
- on peut contrôler la quantité injecter.
- stockage à long temps.

IV-8 Effet de chlore :

La plupart des corps exigent un résiduel libre de chlore de 0.2 mg/l dans tous les points du système de distribution.

Le chlore résiduel fournit des moyens de tuer toutes les substances dangereuses additionnelles qui pourraient souiller le système de distribution .Dans la désinfection, le résiduel de chlore entoure l'organisme pathogène, oxydant sa paroi cellulaire, il pénètre dans l'organisme et déränge le cycle de vie normale, traite ou change les enzymes des cellules. Le résultat final est que les matrices d'organismes meurent ou ne peuvent pas se reproduire

Le chlore inactive effectivement la majorité d'organismes qui causent la maladie chez l'homme.

IV.9 chlore dans le réseau :

IV-9.1 Chlore dans les réservoirs :

On a choisi d'introduire notre produit dans les déférentes réservoirs principalement de point de vue sécuritaire; car on peut contrôler en même temps les deux installations (réservoir+ installation d'injection) et évitant de mettre plusieurs installation au milieu des habitants, de plus on laisse le temps de réaction à ce produit et la disparition de toute odeur de chlore dans l'eau arriver chez les habitants .

IV.9.2 Concentrations en chlore dans le réseau :

Dans cette présentation on va injecter dans notre réseau une dose de chlore égale à **0.2mg/l** en une seule fois (l'injection à 00h) dans chaque réservoir. Les résultats donnés par water_cad sont représentées aux figures suivantes .

Lors de sa mise en réseau, la concentration en chlore libre est voisine de 0,20 mg/L. Arrivée en bout de réseau, la quantité de chlore résiduel est acceptable, elle présente une quantité inférieure à 0.2mg/l pendant 20h qui nous permet d'assurer la potabilité dans la journée au différentes zones de réseau . la simulation montre qu'il y a quatre cas principales de concentrations. Notamment, au heures suivantes :

- de 1 à 6h ; inférieure ou égale à 0,2mg/l . (fig1)
- A 7h ; inférieure à 0,2mg/l . (fig2)
- A 20h ; inférieure à 0,1mg/l . (fig3)
- de 20 à 24h ; entre 0,1 et 0,01mg/l . (fig4)

- Carte des concentrations en chlore-

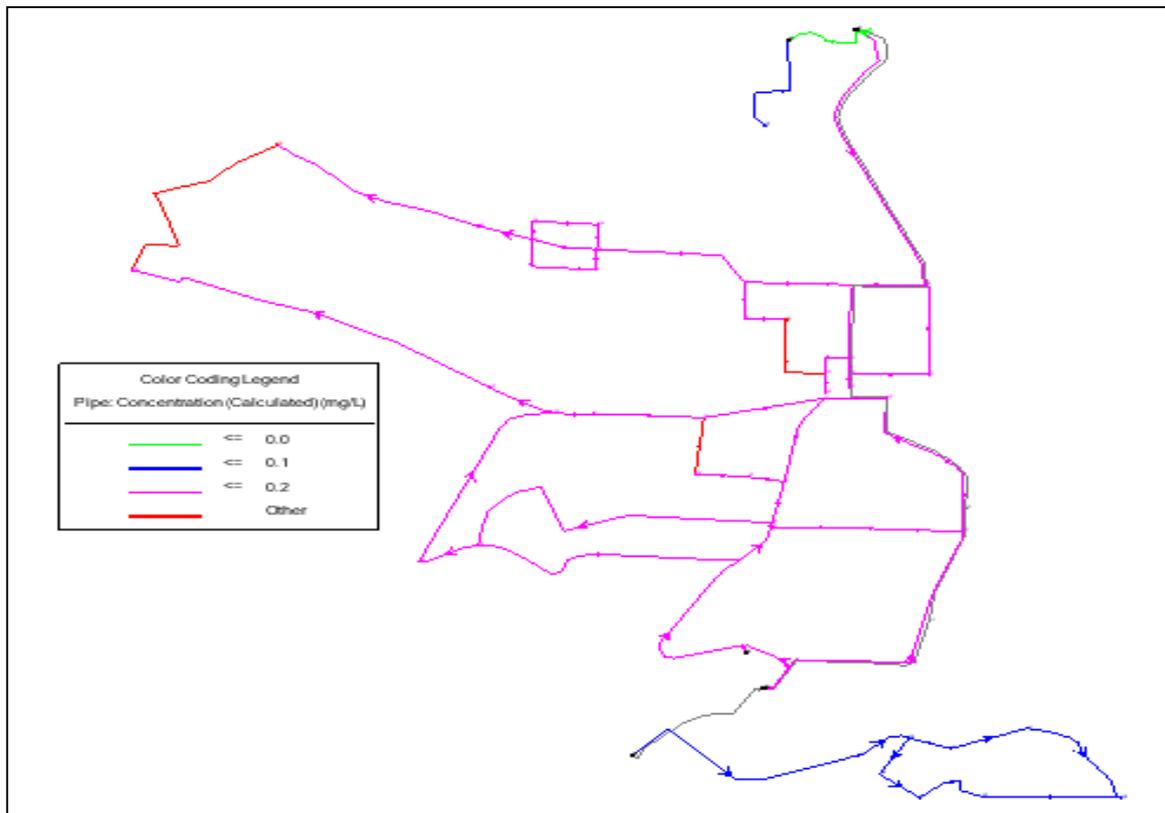


Fig IV.5 : concentration de chlore à 6 h

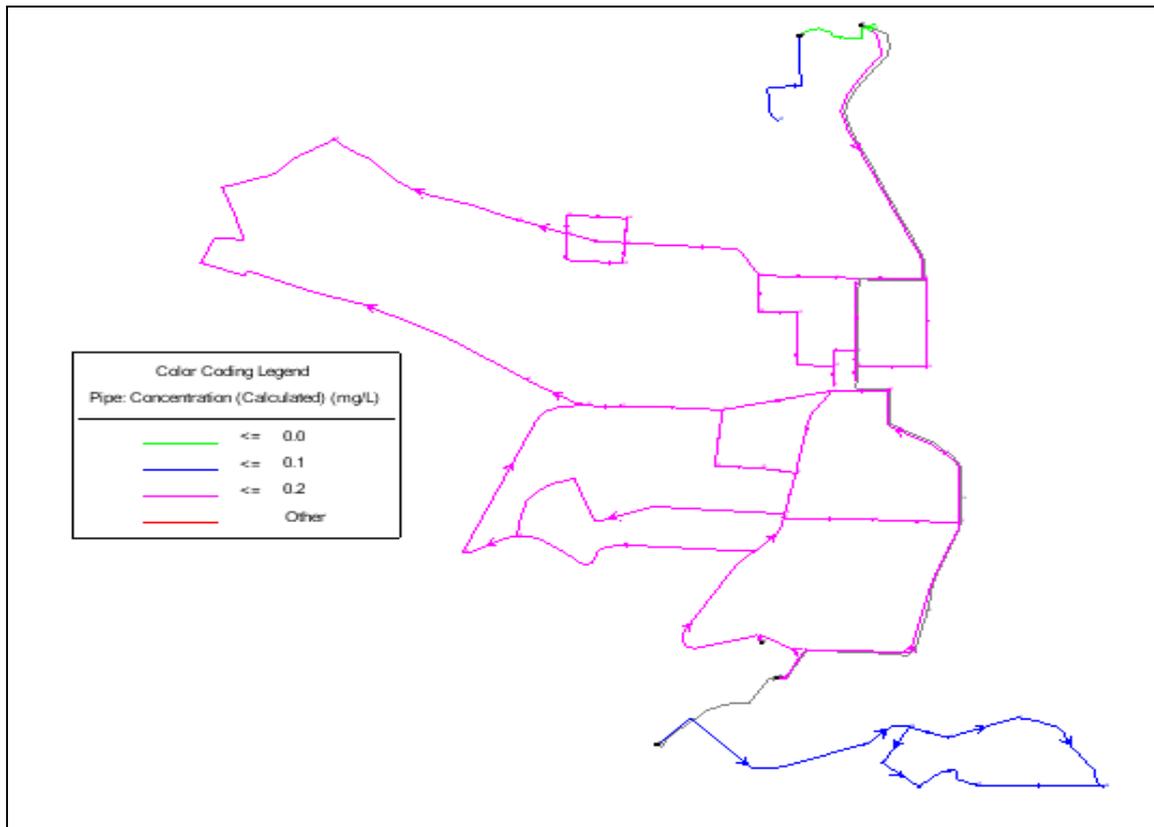


Fig IV.6 : concentration de chlore à 7h

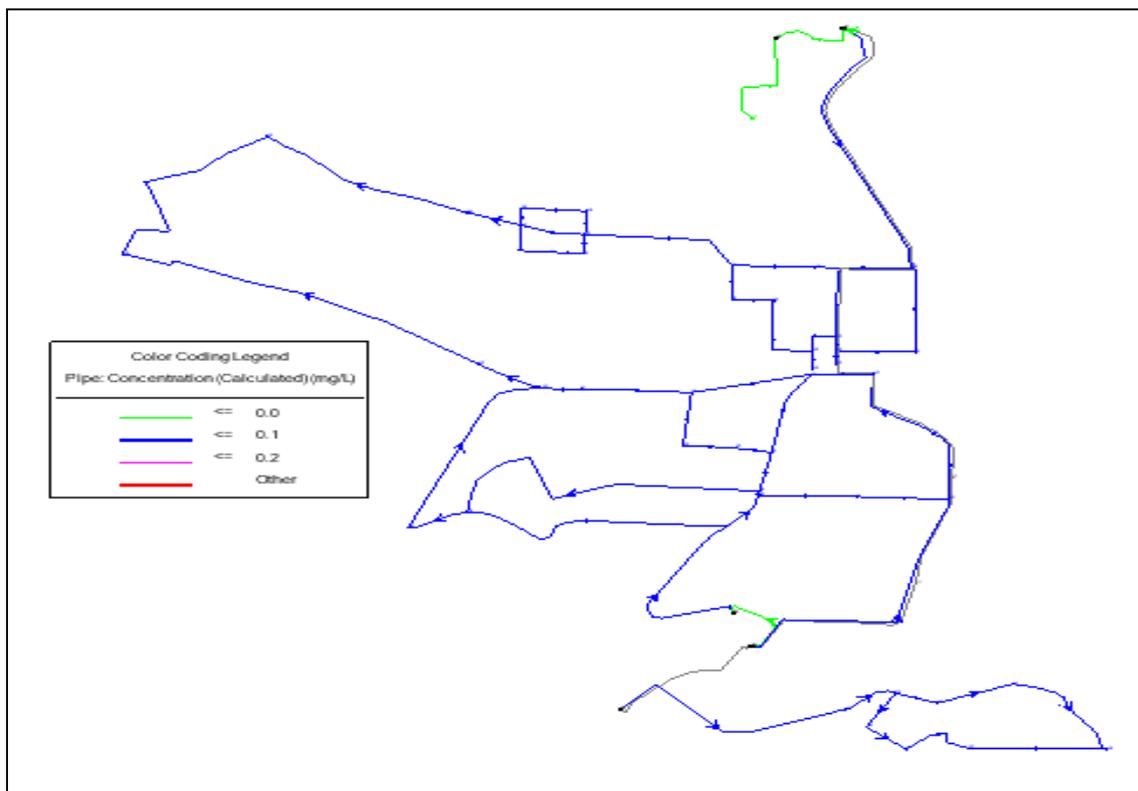


Fig IV.7 : concentration de chlore à 20h

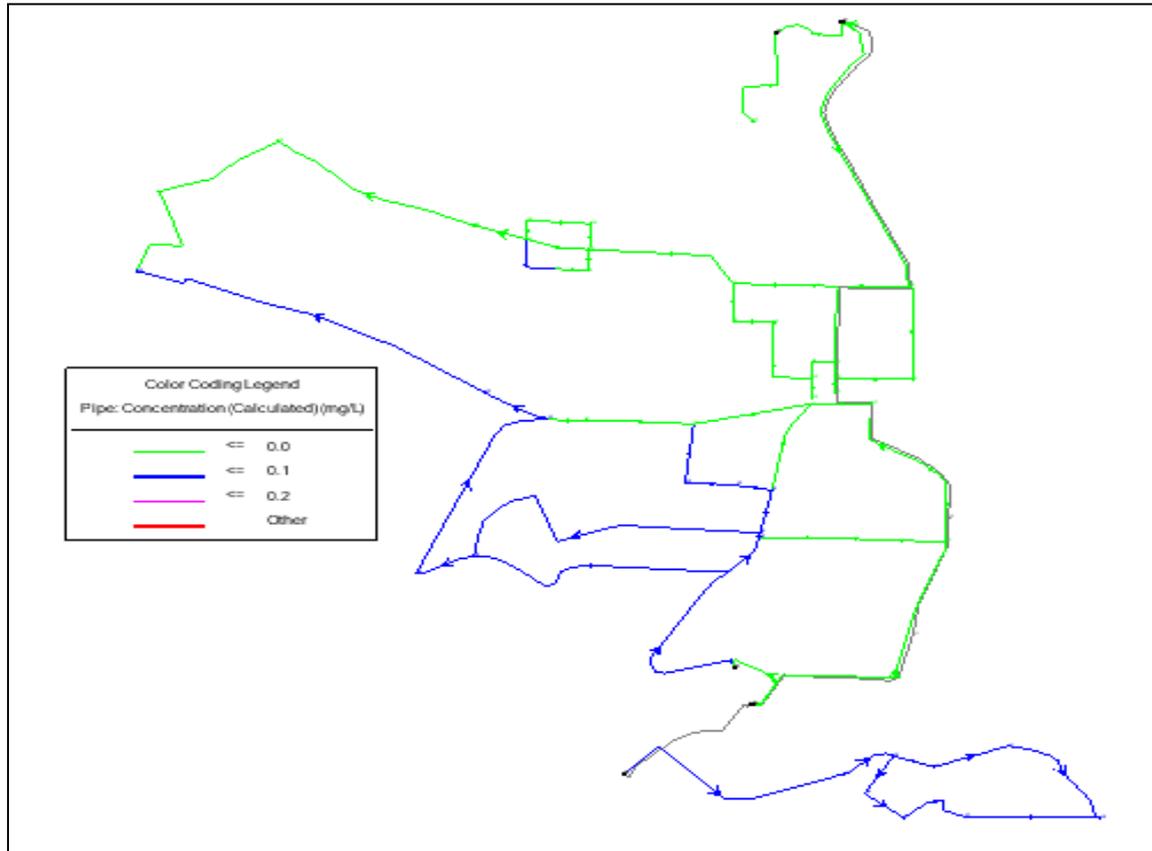


Fig IV.8 : concentration de chlore à 23h

Interprétation des graphes:

La désinfection de l'eau distribuée dans tous le réseau et ces secteurs est donc assurée. Dans les derniers heures, les concentrations en désinfectant sont faibles, mais restent au minimum de 0,01 mg/L.

Pour plus de 40% des canalisations, la concentration en chlore est inférieure aux 0,1 mg/L imposés, en tout point du réseau.

Donc au lieu de réaliser une seule injection on peut la faire par plusieurs avec des quantité plus faibles que 0.2mg/l afin d'éviter ces différences de concentrations remarquer .

Remarque :

La remarque suivante est inspirée du support de cours de traitement de l'eau potable . L'action du chlore sur la matière organique conduit à l'apparition de TriHaloMéthanes (THM). Ce terme regroupe 4 composés organochlorés dont le chloroforme (CHCL₃), qui représente près de 90% de la quantité totale de THM mesurée. Les effets de l'absorption du chloroforme sont variés, mais à forte dose, il est suspecté d'être cancérigène.

La santé publique exige une quantité à savoir que la concentration totale en THM ne doit pas dépasser 100 mg/l.

D'après les analyses et la concentration en chloroforme de l'eau distribuée Il serait donc possible de régler l'injection de chlore afin d'atteindre les seuils fixés.

Néanmoins, les mesures réalisées sont pas forcément représentatives des variations de concentration sur l'ensemble de l'année. C'est pourquoi, il serait intéressant de mesurer les THM présents dans l'eau au moment le plus critique, à savoir après d'importants évènements pluvieux, lorsque la concentration en matière organique est élevée.

Conclusion

Après correction du réseau nous remarquons que les conditions d'écoulements sont meilleures, les pressions aux nœuds sont satisfaisantes, donc le réseau est bien dimensionné.

Les réseaux d'eau potable obéissent à deux types de gestions, la gestion commerciale et la gestion technique, une bonne gestion de ces réseaux est une combinaison de ces deux modes.

La seule manière pour savoir la pureté de l'eau consommée est en vérifie le contenu de chlore dans l'eau. Même s'il y a une très petit quantité de chlore dans notre eau, elle est pure (Ce chlore est consommé en cours de procédé " tuer les microorganismes ").

CHAPITRE V
L'ADDUCTION

L'ADDUCTION

Introduction :

N'importe quel réseau d'alimentation en eau potable doit avoir une adduction, soit par pompage, soit gravitaire soit mixte. Et pour ces trois cas on a le facteur topographie qui rentre en jeu. Ce dernier nous oblige à placer certains accessoires :

- Ventouse aux points hauts du tracé pour l'évacuation de l'air.
- Vidange aux points bas.
- Vanne de sectionnement pour éviter la vidange complète de la conduite.

donc le bon fonctionnement de l'adduction permet d'éviter :

- Des dysfonctionnements (fontaine non alimentée),
- Les dégâts (surpression, dépressions...),
- L'entrée de polluants par fonctionnement.
- L'obstruction de l'adduction par sédimentation ou par bouchon d'air,
- Des coûts exagérés.

En vu de dimensionner cette conduite d'adduction nous prenons en considération deux aspects, l'un économique et l'autre technique.

V.1- Choix du tracé :

Pour le choix du tracé de la conduite de refoulement on admet les conditions suivantes qu'il faut les respecter:

- Un chemin plus directe que possible
- Dans le but d'économie du projet, il faut éviter les sur profondeurs.
- Choisir un tracé à coté de la route pour faciliter les travaux et le transport du matériel.
- Evitant les contre pente qui donnent des poches d'air qui sont dangereux soit sur la pompe, les joints et la conduite (coup de bélier).
- Éviter autant que possible la traversée des obstacles (routes, voies ferrées, canaux, oueds,...) pour ne pas multiplier les ouvrages couteux .

Dans notre cas le tracé des adductions a été étudié sur une carte topographique pour qu'on avoir des grands rayon de courbure afin d'éviter les butées importantes.

V.2- Choix du type de tuyaux :

Le choix est établi sur des critères d'ordre technique à savoir le diamètre, la pression de service, condition de pose et sur des critères d'ordre économique qui englobent le prix de la fourniture et le transport.

Dans notre étude nous avons choisi des conduites en fonte ductile, car ils repends aux conditions , vu les avantages qu'elles présentent .

Conduite en fonte ductile : la fonte ductile est obtenue par un traitement spécial au magnésium, ses caractéristiques mécaniques sont stables, élastique et rigide à la fois.

Elle a une très bonne tenue à la rupture et aux chocs et supporte les variations de hauteur de couverture et les grandes variation pression.

Choix de canalisations :

Vue les propriétés précédents on va utiliser **la fonte** pour les adductions projeter. Pour cette dernière plus que les propriétés en dessus, les particules de cette conduite apparaissent comme de petites sphères qui éliminent tout risque de propagation des ruptures.

On peut aussi présenter la protection intérieure des tuyaux en mortier de ciment applique par centrifugation (la centrifugation a l'avantage de produire un mortier compact et une surface intérieure lisse, faible porosité du mortier, excellent accrochage du ciment) qui a les avantages suivants :

- une faible rugosité par conséquent diminue les pertes de charges
- diminue le dépôts des particules

-le gonflement et l'hydratation lors de la mise en eau ferment les petites fissures survenues du transport, stockage ou de la pose

Les conduites en fonte ductile en une longueur considérable ce qui réduit le nombre des joints introduit par conséquent on minimise le risque de fuites.

Les inconvénients de ce matériau et la mauvaise résistance à la corrosion quelle serait améliorer par un élément de protection(amiante ciment par exemple) et la durée de vie 30 ans qui est égale aux nombre d'année d'amortissement en Algérie.

Champs d'application des matériaux choisis :

Les avantages des conduites en fonte ductile rendent ces conduites d'eau potable applicables pour des sols particulier tels que:

- sol avec un PH acide
- sol contaminés par certains déchets, effluents organiques ou industriels
- sol parcouru par des courants vagabonds
- sol instable
- sol de faible cohésion

V.3-Les risques de sédimentation dans l'adduction :

On constate une sédimentation des particules transportées par l'eau comme les limons et les sables dans les points bas de la conduite, donc il nous faut une entretien périodique qui consiste à ouvrir les robinets de vidanges pour qu'on élimine ces dépôts de plus il faut avoir :

- Un décanteur-dessaleur en tête de l'ouvrage
- Une vitesse supérieure à 0.7 m/s

V.4- Calcul du diamètre économique « D_{ec} »

a- Dimensionnement de la conduite :

L'étude du dimensionnement consiste à déterminer le diamètre optimal en se basant sur les frais d'exploitation et les frais d'amortissement de la conduite et l'épaisseur qu'on va le déterminer selon la contrainte admissible.

b- Méthode de calcul :

Dans la pratique le diamètre optimal est déterminé par rapport à une fourchette de vitesse à respecter, ce diamètre est déterminé approximativement par les formules de **BONIN** et **BRESSE**, ces formules sont données comme suit:

$$\text{La formule de } \mathbf{BONIN} : D = \sqrt{Q}$$

$$\text{La formule de } \mathbf{BRESSE} : D = 1,5 \sqrt{Q}$$

Avec :

D : Diamètre de la conduite en mètre.

Q : Débit véhiculé en m³/s.

On a: Q=157 l/s ce qui donne: D=500mm (**BRESSE**)

L'utilisation simultanée de ces deux relations fournit l'intervalle des diamètres optimaux.

c- Calcul des pertes de charge linéaires :

Le gradient des pertes de charge unitaires est déterminé à partir de la formule de **DARCY WEISBACH** qui s'exprime par la formule :

$$\Delta H_L = \frac{\lambda L}{D} \cdot \frac{V^2}{2.g}$$

$$\text{Où : } \Delta H_L = J.L$$

Avec :

J : Gradient de perte de charge en (m/m)

V : Vitesse moyenne de l'eau dans la section (m/s).

g : Accélération de la pesanteur (g= 9,81 m/s²)

Notre étude consiste à déterminer le diamètre économique à partir de la station de pompage du réservoir R4 (1000 m³) au réservoir R5 (5000m³).

La distance entre les deux réservoirs est de 1900 m.

La détermination de ce diamètre se fait par le calcul technico-économique suivant des différentes étapes et qui sont les suivantes :

Une première étape consiste à déterminer le diamètre de la conduite à l'aide d'une formule donnant le diamètre économique.

En régime turbulent rugueux ($Re > 560 \frac{D}{\varepsilon}$),

le coefficient de frottement est donné par la formule de **NIKURADZE**.

$$\lambda = (1.14 - 0.86 \ln \frac{\varepsilon}{D})^{-2}$$

En régime transitoire ($10 \frac{D}{\varepsilon} \leq Re \leq 560 \frac{D}{\varepsilon}$)

Le coefficient de frottement est donné par la formule de **COLEBROOK**

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -0.86 \ln \left(\frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} \right)$$

ε : rugosité en (mm) (pour la fonte on prend $\varepsilon = 0.26$ mm)

Re : nombre de **REYNOLDS**.

$$Re = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D \cdot \gamma}$$

Q débit véhiculé en (m^3/s).

γ : viscosité cinématique de l'eau à 20°C

$$\gamma = 10^{-6} (m^2/s)$$

- **les pertes de charge linéaires** : ce sont déterminées par la formule suivante :

$$\Delta H_L = j \cdot L$$

- **les pertes de charge singulières** : ce sont estimées à (10-15)% de pertes charges linéaires

Donc :

$$\Delta H_S = 15\% \Delta H_L = 0.15 \Delta H_L = 0.15 j \cdot L$$

Donc :

$$\Delta H_T = \Delta H_L + \Delta H_S$$

Avec :

ΔH_T : pertes de charges totales

ΔH_L : pertes de charges linéaires

ΔH_S : pertes de charges singulières

L : longueur géométrique de la conduite de refoulement

On a : $L = 1900 \text{ m}$

Et : $\Delta H_T = \Delta H_L + 0.15 \Delta H_L = 1.15 \Delta H_L$

$$\Delta H_T = 1.15 \cdot \frac{\lambda V^2}{2g \cdot D} \cdot L$$

d- Détermination de la hauteur manométrique totale :

La hauteur manométrique totale représente la somme de la hauteur géométrique (H_g), des pertes de charges totales (H_T) et des pertes de charges à l'aspiration (ΔH_{asp})

H_g : égale à la différence des cotes d'arrivée au réservoir et du niveau dynamique du forage.

$$H_g = T_p - N_{axe}$$

T_p : trop plein du réservoir R5 (5000 m^3)

N_{axe} : niveau de l'axe de la pompe

H_{asp} : pertes de charges à l'aspiration estimées à 0.50 m

Donc :

$$H_g = 256 - 96 = 160 \text{ m}$$

$$\boxed{H_g = 160 \text{ m}}$$

On a la relation suivante pour calculer H_{MT}

$$H_{MT} = H_g + \Delta H_T + \Delta H_{asp}$$

e- Puissance absorbé par la pompe :

La puissance absorbée est donnée par la relation suivante

$$P = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H_{mt}}{\eta} \text{ (KW)}$$

Avec :

Q : débit de la pompe en (m^3/s)

η : rendement de la pompe = 70%

f- Calcul de l'énergie consommée annuellement par la pompe :

L'énergie consommée en une année est :

$$E = P \cdot T \cdot 365 \text{ (kWh)}$$

Avec

E : énergie consommée exprimée en (kw)

T : nombre d'heure de pompage (dans notre cas en prend

$T = 20\text{h}$)

P : puissance absorbée par la pompe en k w.

g- Les frais d'exploitation

Prix = E.e

Avec : e : Prix du kWh d'après « Sonelgaz » e=4 DA/kWh.

E : énergie de consommation KWH / an.

h- Frais d'annuité :

Nous supposons que le coût de la conduite de refoulement sera sur une période de 30 ans, ou taux d'actualisation de 8% c'est-à-dire :

$$A = \frac{i}{(1+i)^n - 1} + i$$

Avec i : taux d'annuité = 8% (adopté en Algérie)

n : nombre d'année d'amortissement (n=30ans)

D'où

$$A = \frac{0.08}{(0.08+1)^{30} - 1} + 0.08$$

A = 0.09

Le tableau suivant donne les frais d'exploitations :

Tableau N° V.1 : Détermination de la hauteur manométrique et les frais d'exploitation :

| D(mm) | V(m/s) | λ | ΔHl (m) | ΔHt (m) | Hg (m) | Hmt (m) | P (kw) | E(kWh) | prix d'énergie |
|-------|--------|-----------|--------------------|-----------------|-----------|------------|--------|----------|-------------------|
| 400 | 1.25 | 0.019 | 8.10 | 9.32 | 160 | 169.3 | 3725.4 | 27195154 | 108780618 |
| 500 | 0.80 | 0.018 | 2.52 | 2.90 | 160 | 162.9 | 3584.2 | 26164445 | 104657778 |
| 600 | 0.56 | 0.017 | 0.97 | 1.12 | 160 | 161.1 | 3545.0 | 25878388 | 103513553 |

i- Frais d'amortissement :

$$F_a = pr \cdot A$$

Avec :

Fa : les frais totaux d'amortissement (Da)

L : Longueur totale de la conduite de refoulement (m).

Pr : Prix totale de la conduite de refoulement (Da).

Le tableau suivant représente le calcul des frais d'amortissement

Tableau N° V.2 : Détermination du montant d'amortissement.

| D(mm) | P.U(Da) | L(m) | Pr.t(Da) | A | montant d'Amortissement |
|--------------|----------------|-------------|-----------------|----------|--------------------------------|
| 400 | 8542.23 | 1900 | 16230237 | 0.09 | 1460721.33 |
| 500 | 10200 | 1900 | 19380000 | 0.09 | 1744200 |
| 600 | 15076.92 | 1900 | 28646148 | 0.09 | 2578153.32 |

j- Le bilan (prix total) :

$$P_t = F_e + F_a \quad (\text{Da})$$

Le tableau suivant donne le bilan des frais :

Tableau N° V.3 : Détermination du prix total. (Bilan)

| D(mm) | Frais d'exploitation (Da) | Frais d'amortissement (Da) | prix total (Da) |
|--------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| 400 | 108780617.6 | 1460721.33 | 110241338.9 |
| 500 | 104657778.2 | 1744200 | 106401978.2 |
| 600 | 103513553.5 | 2578153.32 | 106091706.8 |

k- choix du diamètre d'adduction :

Le choix du diamètre a été imposé pour les paramètres suivants :

- Technique : suivant le débit la perte de charge raisonnable et bonne vitesse supérieure 0.7 m/s en évitant les dépôts et l'érosion.
- Economique : suivant le choix de pompage et l'amortissement.

Pour ce qui est de la nature de la canalisation elle fait l'objet de choix due à la nature du terrain et les contraintes économiques du pays.

Pour cela on peut dire que le diamètre économique de notre adduction égale a 400 mm avec un épaisseur égale à 7.8 mm.

V.5 La conduite gravitaire : R4(1000m³)-adduction du réseau(J49)

Cette fois on va pas calculer un diamètre économique mais un diamètre le plus avantageux, avec la vérification des calculs .

V.5.1 vérification de la conduite d'équilibre :

On a les données suivantes :

- Réservoir 2x1500 existant C.R = 223 m, C.T.P = 228 m
- Réservoir 5000 projeté C.R = 255 m, C.T.P = 260 m

Le diamètre de la conduite : (R 5000 m3 vers R 2x1500 m3)

- DN 500 mm, L = 300 m
- DN 250 mm, L = 1285 m
- DN 300 mm, L = 240 m
- DN 400 mm, L = 353 m

V.5.2 Calcul de débit :

$$H_{pl} = \frac{16 \times L_{ref} \times \lambda \times Q^2}{2 \times g \times \pi^2 \times D^5}$$

$$\lambda = [1,14 - 0,86 \times \ln (\xi / D)]^{-2}$$

$$\Delta H = \sum H_{pl} = H_{pl1} + H_{pl2} + H_{pl3} + H_{pl4}$$

$$\Delta H = 255 - 228 = 27m$$

$$H_{pl1} = \frac{16 \times 300 \times 0,021}{2 \times 9,81 \times 3,14^2 \times 0,5^5} Q^2 = 16,56 Q^2$$

$$H_{pl2} = \frac{16 \times 1285 \times 0,025}{2 \times 9,81 \times 3,14^2 \times 0,25^5} Q^2 = 2718,09 Q^2$$

$$H_{pl3} = \frac{16 \times 240 \times 0,024}{2 \times 9,81 \times 3,14^2 \times 0,3^5} Q^2 = 194,27 Q^2$$

$$H_{pl4} = \frac{16 \times 353 \times 0,022}{2 \times 9,81 \times 3,14^2 \times 0,4^5} Q^2 = 62,91 Q^2$$

$$\Delta H = 27 = 2991,84 Q^2 \Rightarrow Q = 95 \text{ l/s}$$

Conclusion :

L'apport de la ville de Thenia a partir du SPET et de 157 l/s dont la moitié de ce débit sera affecté a la zone sud de Thenia soit 78,5 l/s, ce débit sera véhiculé largement par la conduite existante (95 l/s) donc elle sera maintenue pour l'horizon d'étude.

V.6- Calcul simplifié du volume du réservoir d'air anti-bélier (méthode de VIBERT)

En faisant abstraction des pertes de charge dans la conduite de refoulement et en considérant le phénomène comme une oscillation en masse, c'est à dire en négligent l'élasticité de la conduite et de la compressibilité de l'eau, on arrive à un calcul simplifié qui peut suffire pour des installations modestes (30 l/s ; 1000 à 1200 m de longueur de refoulement). De plus, il est supposé que le dispositif ne comporte pas d'organe d'étranglement.

VIBERT arrive à une expression relativement simple qui donne le volume U_0 de l'air contenu dans la cloche sous un régime de marche à la vitesse v_0 .

En marche normale, les caractéristiques de l'air dans le réservoir d'air sont données par Z_0 et U_0 , étant que :

Z_0 : La pression absolue en m.c.e pratiquement égale à :

$Z_0 = H_g + 10$ (on néglige la hauteur de l'eau dans le réservoir d'air au dessus de l'axe de la conduite).

Avec, H_g : Etant la hauteur géométrique en m.

U_0 : volume d'air dans la cloche en régime permanent.

A la fin de la dépression, première phase du phénomène, l'air occupe un volume plus grand et sa pression sera donc la plus faible ; soit Z_{\min} cette pression est absolue (Figure V.2).

A la fin de la surpression, deuxième phase, l'air occupe un volume plus petit qu'en marche normale et sa pression sera Z_{\max} (Figure V.3).

Marche normal

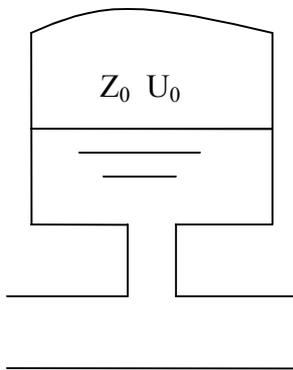


Figure V.1

Fin de la dépression

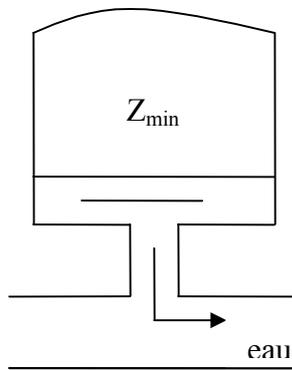


Figure V.2

Fin de la surpression

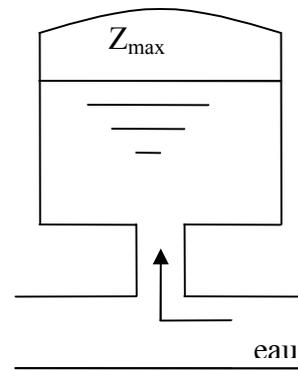


Figure V.3

Variation du volume d'air au cours des phases de fonctionnement du réservoir

L'expression donnant U_0 est la suivante :

$$U_0 = \frac{V_0^2}{2 \cdot g \cdot Z_0} \cdot \frac{L \cdot S}{f \left(\frac{Z}{Z_0} \right)}$$

Avec :

L : Longueur de la canalisation (m).

S : La section de la conduite (m^2).

V_0 : Etant la vitesse d'écoulement initiale dans la conduite de refoulement.

$$f \left(\frac{Z}{Z_0} \right) = \frac{Z_0}{Z_{\min}} - 1 - \log \frac{Z_0}{Z_{\min}}$$

L'expression donnant U_0 a fait l'objet d'un abaque, la formule a été mise sous la forme :

$$\frac{U_0}{L \cdot S} = \frac{V_0^2}{2 \cdot g} \frac{1}{Z_0} \frac{1}{f\left(\frac{Z}{Z_0}\right)}$$

On pose :

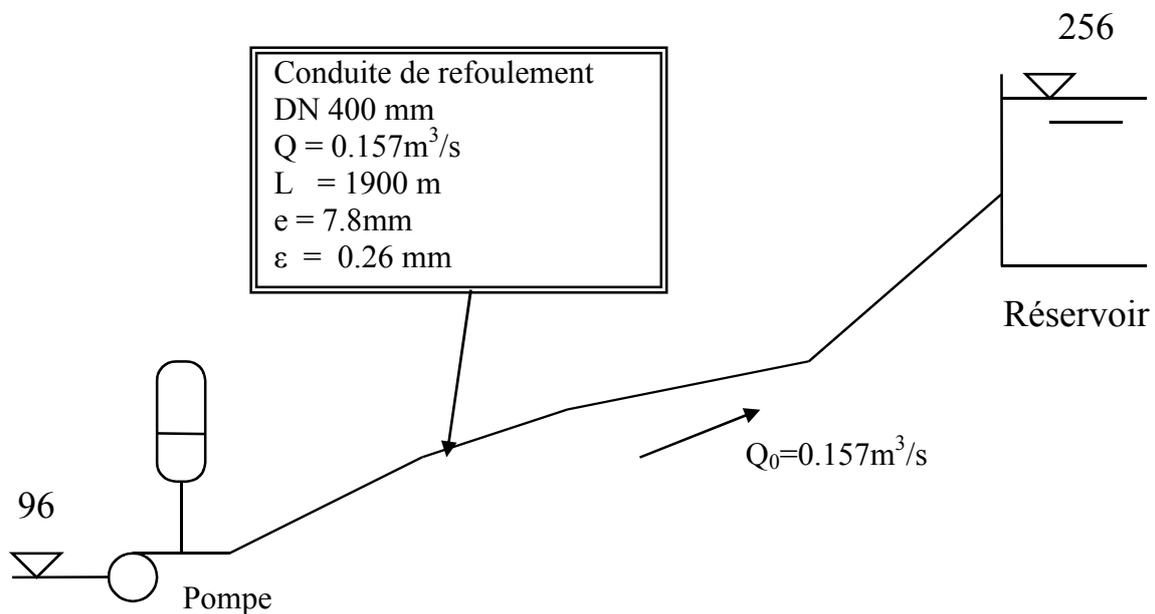
$$h_0 = \frac{V_0^2}{2g}$$

On obtient :

$$U_0 = \frac{h_0}{Z_0} \cdot \frac{L \cdot S}{f\left(\frac{Z}{Z_0}\right)}$$

Ces expressions se retrouvent sur les trois échelles de l'abaque de VIBERT.

La conduite de réservoir R4 au réservoir R5 (5000 m³) présentant les caractéristiques suivantes :



- k : Coefficient de compressibilité de l'eau ; k = 2.10⁹ à 20° c.
- Longueur : 1900 m
- Diamètre : 0.4 m
- Section : 0.126 m²

- Volume de la conduite : 239.4 m³
- Débit : 0.157 m³/s
- Vitesse d'écoulement : 1.25 m/s
- Hauteur géométrique de refoulement : 160 m
- Conduite en fonte d'épaisseur : 7.8 mm

La valeur de la célérité :

La célérité d'onde pour une conduite enterrée $c = 928.23$ m/s environ montre que le coup de bélier peut atteindre la valeur :

$$C V_0/g = 928.23 \cdot 1.25 / 9.81 = 118.28 \text{ m d'eau.}$$

De sorte qu'au moment du retour de l'onde, la pression peut atteindre :

$$160 + 118.28 = 278.28 \text{ m soit } 27.8 \text{ bars.}$$

Si l'on s'impose de ne pas dépasser pour la conduite une pression de 30 bars ou 300 m d'eau, le calcul réservoir s'effectuera comme suit :

$$Z_0 = 160 + 10 = 170 \text{ m}$$

$$Z_{\max} = 278.28 + 10 = 288.28 \text{ m}$$

D'où :

$$Z_{\max} / Z_0 = 288.28 / 170 = 1.7 \text{ m}$$

$$h_0 = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{1.25^2}{2 \cdot 9.81} = 0.0796 \text{ m}$$

Et

$$h_0 / Z_0 = 0.0796 / 170 = 0.00046$$

Les alignements lu sur l'échelle Z_{\max} / Z_0 et 0.00046 lu sur l'échelle de h_0 / Z_0 donnent sur l'abaque de VIBERT :

$$U_0 / LS = 4 \cdot 10^{-3} \text{ et } Z_{\min} / Z_0 = 0.63$$

$$\text{Comme : } LS = 239.4 \text{ m}^3$$

$$U_0 = 0.004 \cdot 239.4 = 0.958 \text{ m}^3$$

Ou en tire :

$$U_{\max} = 162.86 / 107.1 = 1.52 \text{ m}^3. \text{ (Car } U_0 Z_0 = U_{\max} Z_{\min} \text{)}$$

Afin qu'il reste encore de l'eau dans ce réservoir, même quand U aura atteint sa valeur maximale, il sera calculé pour une capacité d'environ 1.9 m^3 ($1.3 * U_{\max}$). Ainsi, en fonctionnement normal, le volume d'air (0.96 m^3) sera, environ, la moitié de la capacité totale de la contentement (Voir la figure ci-après).

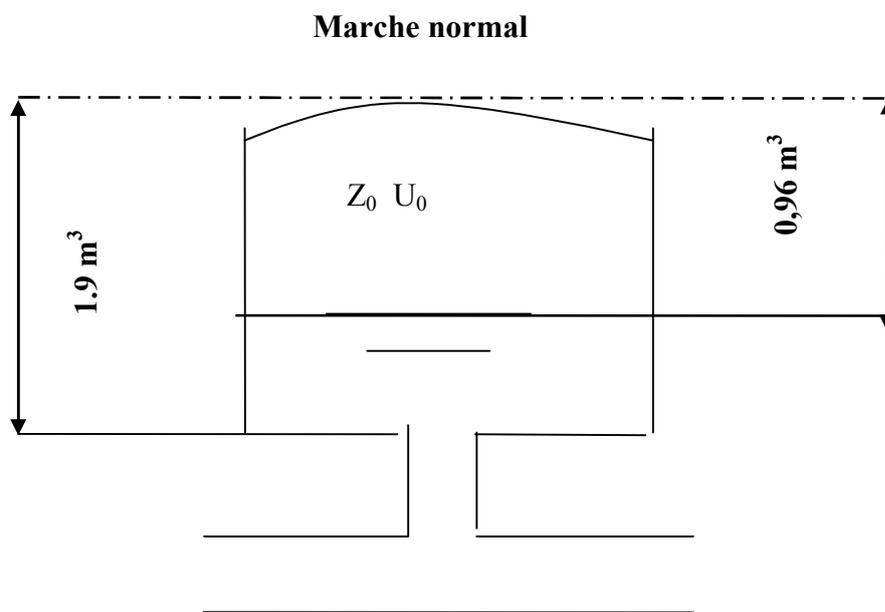


Fig V.6 : Capacité du réservoir.

La considération de la valeur de Z_{\min} / Z_0 permet de trouver la valeur de la dépression à l'origine du refoulement.

On lit :

$$Z_{\min} / Z_0 = 0,63$$

Donc :

$$Z_{\min} = 0.63 * 170 = 107.1 \text{ m} \text{ , soit } 107\text{m.}$$

La pression restante est donc encore de :

$$107 - 10 = 97 \text{ m}$$

Et la dépression :

$160 - 97 = 63$ m d'eau, donc > 0

Il suffira d'examiner si, en raison du profil en long de la conduite, cette dépression ne conduit pas à une cavitation en certains points.

Conclusion

Dans ce chapitre on a utilisé une méthode technico-économique pour le calcul du diamètre de l'adduction qu'elle nous a donné les résultats suivantes :

- Diamètre d'adduction 400 mm
- L'épaisseur 7.8 mm
- La vitesse d'écoulement 1.25 m/s

Et pour la protection de cette conduite contre les pressions et dépressions on a utilisé un réservoir d'air calculer par la méthode de **VEIBERT**, la résultat est :

- Un volume totale à 1900 litre
- Un volume d'air 960 litre

CHAPITRE VI

RESERVOIRS

RESERVOIRS

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 d'eau doivent répondre à trois exigences techniques à savoir : la résistance, l'étanchéité et la durabilité.

- **Résistance** : les éléments constituant le réservoir d'eau doivent équilibrer les efforts auxquels ils sont soumis. (poids propre, surcharges, séisme.....)
- **Etanchéité** : l'ouvrage doit être étanche en éliminant la moindre fissure pour éviter les fuites qui engendrent des effets indésirables au réservoir d'eau.
- **Durabilité** : le château d'eau doit pouvoir rester fonctionnel pendant toute sa durée de vie, et le béton doit conserver ses propriétés intact après le contact avec l'eau.

VI.1 les avantages :

- Ils servent à compenser l'écart entre les apports d'eau (par gravité ou pompage) et la consommation (débit de pointe et autres).
- Ils constituent une réserve pour les imprévus (rupture, panne des pompes, réparations, extension du réseau...).
- Offre la possibilité de pomper la nuit, lorsque les tarifs d'électricité sont les plus bas.
- Régularité dans le fonctionnement du pompage. Les pompes refoulent à un débit constant.
- Simplification de l'exploitation.
- Sollicitation régulière des points d'eau qui ne sont pas l'objet des à-coups journaliers au moment de la pointe.
- Régularité des pressions dans le réseau.
- Réserve incendie garantie. Une partie du volume est réservé à la lutte contre l'incendie.

VI.2 L'emplacement du réservoir :

- Soit au centre de l'agglomération (château d'eau) pour réduire les pertes de charge et par conséquent les diamètres.
- Soit en altitude en réduisant le diamètre. La perte de charge est compensée alors par une pression plus grande.
- L'altitude du réservoir, plus précisément du radier doit se situer à un niveau supérieur à la plus haute cote piézométrique exigée sur le réseau.
- Il faut donc évaluer la perte de charge entre le réservoir et le point de plus haute cote piézométrique à desservir. On obtient ainsi approximativement l'altitude du radier.
- La topographie intervient et a une place prépondérante dans le choix de l'emplacement, de même que la géologie.
- Les extensions futures.

VI.3 Le réservoir d'équilibre :

S'il n'est pas possible de placer le réservoir au centre de la localité et si celle-ci est très étendue, la pression peut devenir insuffisante à l'extrémité du réseau, particulièrement aux heures de pointe.

On a alors recours à un ou plusieurs réservoirs d'équilibre, en liaison avec le réservoir principal.

Les réservoirs d'équilibre se remplissent la nuit au moment des très faibles consommations.

La journée ces réservoirs alimentent leur zone d'action avec des pressions supérieures à ce que pourrait fournir le réservoir principal seul.

VI.4 La capacité des réservoirs :

La capacité du réservoir varier selon les besoins en eau et le type de localités. Les éléments qu'on va les prendre en considération sont:

- besoins publics,
- exploitations agricoles,
- besoins des végétaux,
- alimentation humaine,
- autres besoins.

Il faudra tenir également compte des fontaines et de la réserve incendie.

Le réservoir doit pouvoir emmagasiner, d'une part ce qui arrive en trop et d'autre part, le cube destiné à être distribué.

Dans la pratique il est conseillé de faire une étude technico-économique:

_ technique: avoir un volume minimum pour qu'il assure l'eau fraîche et répond aux besoins d'au moins une journée de consommation.

_ économique: il faut qu' on apte à un cout géni civile le plus minimum que possible

VI.5 La détermination de la forme et implantation :

VI.5.1 Les formes :

En règle générale, les réservoirs sont rectangulaires ou polygonaux (si l'ouvrage doit être adapté à la forme de la parcelle ou aux conditions du terrain).

Ces formes permettent une construction statique adaptable, une exécution solide ainsi que des agrandissements sans difficultés majeures.

Des grands réservoirs circulaires peuvent être réalisés en béton précontraint. Les avantages sont une bonne stabilité des talus d'excavation et un moindre risque de fissuration. Ce type d'exécution ne convient pas dans un terrain en pente soumis à des sollicitations.

VI.5.2 La hauteur d'eau :

La hauteur d'eau est essentiellement déterminée par les aspects économiques de la Construction, elle ne devrait pas dépasser 6m. Une hauteur supérieure complique le nettoyage du réservoir et provoque pendant l'exploitation des variations excessives de pression dans la zone de distribution.

Les valeurs suivantes peuvent être prises en considération pour des réservoirs petits et moyens :

Tableau N° VI.1 : tableau présent les hauteurs en fonction des capacités des réservoirs

| Capacité utile (m3) | Hauteur d'eau optimum (m) |
|---------------------|---------------------------|
| jusqu'à 500 | 3 à 4 |
| 1000 | 4 à 5 |
| 5000 | 5 à 6 |

VI.5.3 L'implantation et terrain :

Pour des raisons économiques, on doit choisir le site d'implantation du réservoir de telle manière que l'ensemble des matériaux d'excavation est réutilisé pour les talus latéraux et la couverture, de plus on évite les pentes et les terres instables surtout si le volume est important.

VI.6 Les actions influent sur les réservoirs :

On distingue trois types d'actions qui influent sur les réservoirs et diminuent ces exigences techniques qui sont :

- a) Action permanentes : dont l'intensité est constante ou très peu variable dans le temps ; tel que le poids propre, les revêtements...
- b) Actions variables : dont l'intensité varie d'une manière importante dans le temps tel que :-les surcharges d'exploitation.
 - surcharges climatiques : neige, effets de la température.
 - influence du fluage.
- c) Actions accidentelles : ce sont des actions rares et de courte durée tel que : le séisme, explosions ; incendies.

VI.7 Les équipements hydrauliques du réservoir d'eau:

On présentera le système de canalisation avec les différents éléments constituant le réservoir d'eau et leur fonctions.

Le réservoir d'eau doit être équipé :

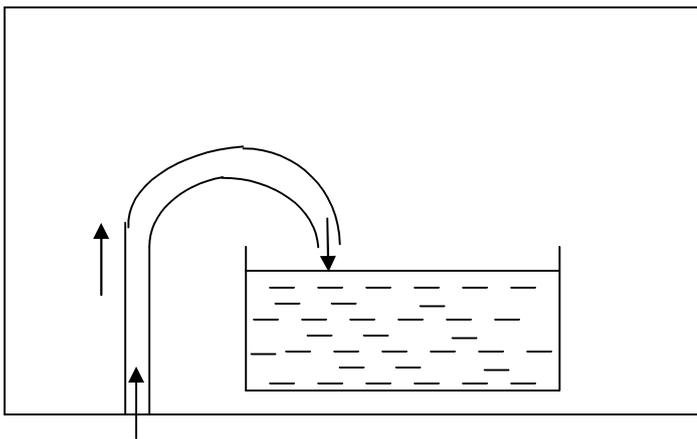
- d'une conduite d'arrivée ou d'alimentation.
- une conduite de départ ou de distribution.
- une conduite de vidange.
- une conduite de trop –plein.
- système de matérialisation de la consigne d'incendie.
- Conduite by-pass.

Ces conduites sont commandées dans une chambre de manœuvre.

VI.7.1 La conduite d'arrivée :

Le branchement de cette conduite sur le mur du réservoir a une grande influence. Elle est arrivée dans la cuve par le haut en siphon noyé ou dénoyé ou noyée par le bas, placée à l'opposé de la conduite de départ afin de provoquer le brassage.

On préfère l'arrivée par le haut dénoyée en cas d'eau de forages pour permettre l'aération et l'élimination de toute agressivité d'eau.



-Adduction chute libre –

VI.7.2 La conduite de départ ou de distribution :

C'est la conduite qui véhicule l'eau du réservoir (cuve) vers l'agglomération. Son orifice sera disposé à l'opposé de la conduite d'arrivée ; elle est placée à quelques centimètres (15/20 cm) au dessus du fond de la cuve, pour éviter l'introduction des matières en suspension ou de l'air. L'extrémité est munie d'une crépine courbée à fin d'éviter le phénomène de vortex (pénétration d'air dans la conduite).

Cette conduite est équipée d'une vanne à survitesse, permettant la fermeture rapide en cas de rupture au niveau de cette conduite.

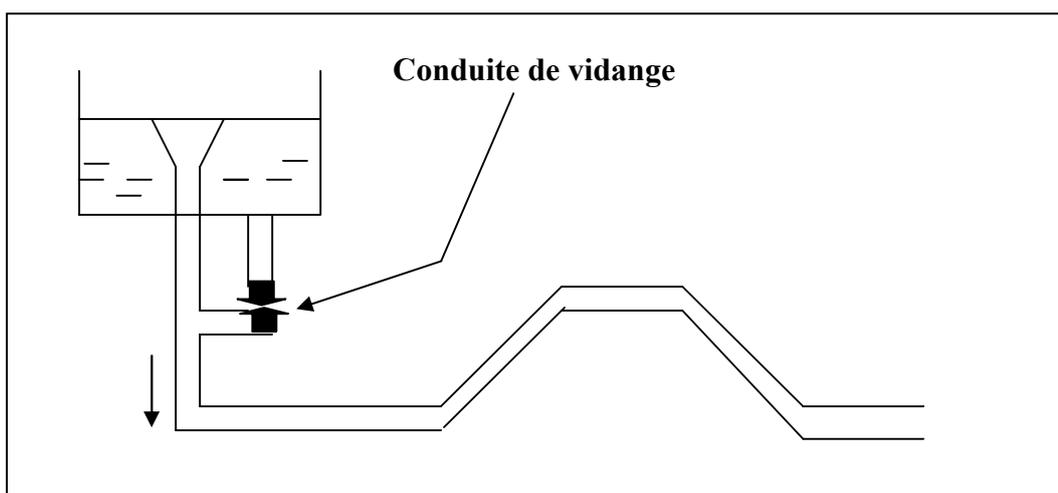
VI.7.3 La conduite du trop-plein :

Cette conduite a pour rôle d'évacuer l'excès d'eau arrivant au réservoir sans provoquer de déversement. Pour le cas où la pompe d'alimentation ne sera pas arrêtée L'extrémité supérieure de cette conduite jouant le rôle d'un déversoir circulaire permettant cette évacuation. Elle est munie d'un siphonage

VI.7.4 La conduite de vidange :

Elle permet la vidange du réservoir d'eau en cas de nettoyage ou d'éventuelles réparations. il est nécessaire de prévoir la vidange au moyen d'une conduite généralement raccordée à la conduite de trop –pleine .Elle est munie d'un robinet vanne qui doit être nettoyé après chaque vidange pour éviter le dépôt de sable qui entraîne une difficulté de manœuvre.

On a intérêt à n'effectuer cette vidange que sur un réservoir préalablement presque vidé en exploitation.

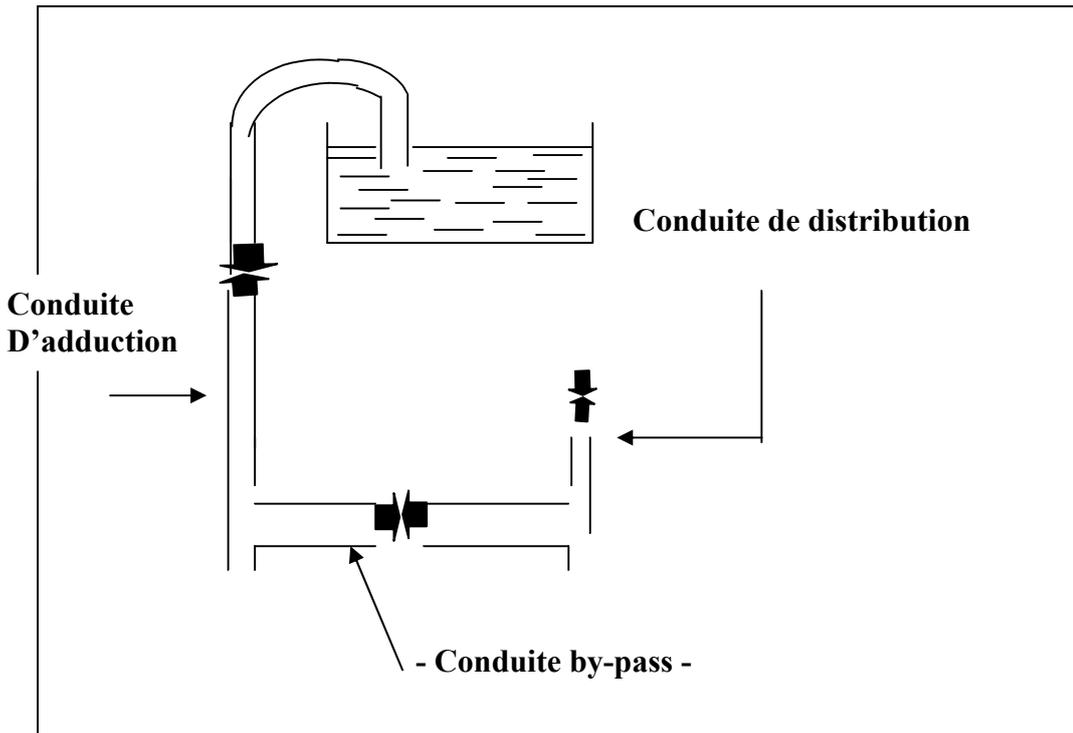


Siphon de trop-plein

VI.7.5 La conduite by-pass:

Pour assurer la continuité de la distribution, en cas de travaux de maintenance ou dans le cas de vidange de la cuve ; on relie la conduite d'adduction à celle de la distribution par un tronçon de conduite appelé By-pass.

Cette conduite assure l'injection directe et l'isolement du réservoir.



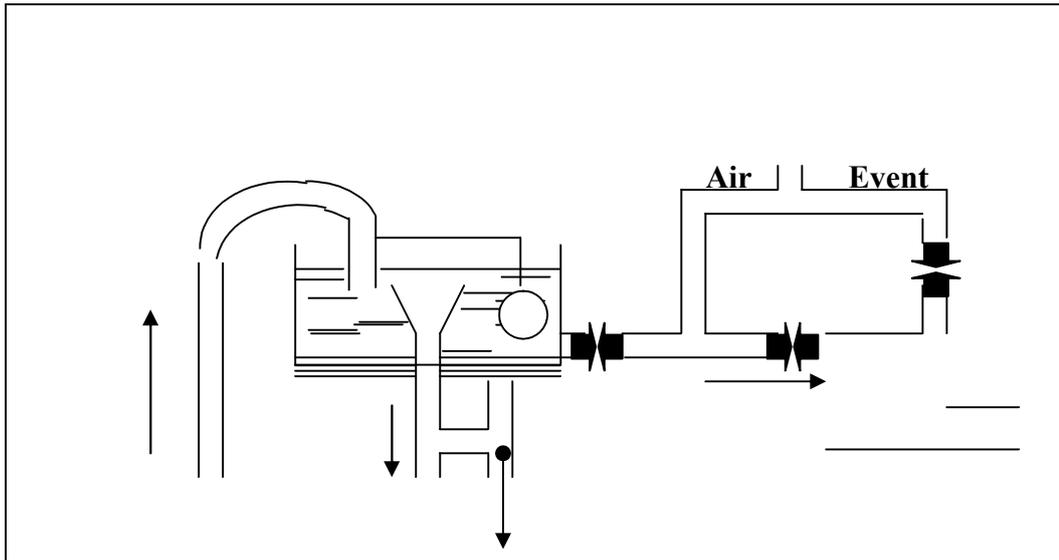
VI.7.6 Le système de matérialisation de la réserve d'incendie :

C'est une disposition spéciale de la tuyauterie à adopter au niveau du réservoir , qui permet le déclenchement de la réserve d'incendies à tous moment.

On a trois systèmes : 1) – Système à deux prises dont la réserve n'est pas renouvelable.

2) – Système à siphon qui a l'avantage de renouveler constamment la réserve d'incendie.

3) –Système à injection directe à travers la conduite de By-pass en cas ou la station de pompage est équipée par une pompe d'incendie.



-Matérialisation de la réserve d'incendie-

VI.8 Quelque principe concernant la réserve d'incendie:

- Si plusieurs réservoirs existent sur le réseau, on admet que la réserve incendie se situe dans le réservoir supérieur.
- La réserve incendie ne doit servir à aucun autre usage.
- Le pression statique doit être acceptable et la pression de service ne doit pas tomber au-dessous de l'ordre admissible lors de l'emploi de la quantité d'eau nécessaire à l'extinction dans la zone concernée.
- elle est de l'ordre de 120 m³ (assure un débit de 17 l/s pendant deux heures)
- dans le cas ou le risque d'incendie est faible cette réserve est assurée par le réseau lui-même.

VI.9 L'étanchéité :

Il faudra veiller aux traversés des conduites dans le béton de la cuve (les parois ou le radier). A cet effet, un barrage devra être effectué à l'aide d'un produit plastique recouvert de mortier de ciment.

VI.10 Le calcul des débits donnés par chaque réservoir :

VI.10.1- cas de pointe :

1. Le débit donné par le réservoir R₁ (Q_{R1}) :

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

$$\sum Q_{ni} = 130.66 \text{ l/s}$$

Le volume totale des 7 réservoirs est égal 5300 m³, et le volume du réservoir (R₁) égal 500 m³

Nous déduisons que le débit Q_{R1} qui sera égal :

$$Q_{R1} = (500. 130.66) / 5300 = 12.33 \text{ l/s}$$

Donc:

$$\boxed{Q_{R1} = 12.33 \text{ l/s}}$$

2. Le débit donné par le réservoir R₂ (Q_{R2}) :

De la même façon on calcul le débit donné par le réservoir R₂ :

Donc.

$$Q_{R2} = (200.130.66) / 5300 = 4.93 \text{ l/s}$$

Donc.

$$\boxed{Q_{R2} = 4.93 \text{ l/s}}$$

3. Le débit donné par le réservoir R₃ (Q_{R3})

$$Q_{R3} = (2.1500.130.66) / 5300 = 73.96 \text{ l/s}$$

Donc.

$$\boxed{Q_{R3} = 73.96 \text{ l/s}}$$

4. Le débit donné par le réservoir R₄ (Q_{R4}).

$$Q_{R4} = (2.375 .130.66) / 5300 = 18.49 \text{ l/s}$$

Donc.

$$\boxed{Q_{R4} = 18.49 \text{ l/s}}$$

5. Le débit donné par le réservoir R₅ (Q_{R5})

$$Q_{R5} = (300.130.66) / 5300 = 7.4 \text{ l/s}$$

Donc.

$$\boxed{Q_{R5} = 7.4 \text{ l/s}}$$

6. Le débit donné par le réservoir R₆ (Q_{R6}).

$$Q_{R6} = (300 .130.66) / 5300 = 7.4 \text{ l/s}$$

Donc.

$$\boxed{Q_{R6} = 7.4 \text{ l/s}}$$

7. Le débit donné par le réservoir R₇ (Q_{R7}).

$$Q_{R7} = (250 \cdot 130.66) / 5300 = 6.16 \text{ l/s}$$

Donc.

$$\boxed{Q_{R7} = 6.16 \text{ l/s.}}$$

VI.10.2-cas de pointe + incendie :

Pour ce cas, nous avons considéré que l'incendie aura lieu au nœud **J-8**

Pour notre calcul nous avons considéré que le débit d'Incendie est donné par le réservoir **R₅** :

Donc :

- Q_{R1} = 12.33 l/s
- Q_{R2} = 4.93 l/s
- Q_{R3} = 73.96 l/s
- Q_{R4} = 18.49 l/s
- Q_{R5} = 24.4 l/s
- Q_{R6} = 7.4 l/s
- Q_{R7} = 6.16 l/s

VI.11 Temps de séjour :

Le temps de séjour représente l'âge (en heures ou jours) de l'eau dans le réseau. Et comme les réservoirs sont les premiers responsables de stockage, on veut montrer avec cette étude qu'il y a une autre stagnation dans le réseau; bien qu'il faut les réaliser avec un minimum que possible de volume tout en évitant l'accumulation de stagnation.

Cette partie est réalisée à l'aide de logicielle. On a lancé une simulation dans deux temps 24h et deux semaines, on peut voir la circulation et le renouvellement des eaux et les zones de stagnation pour qu'on puisse l'éliminer afin de garder l'eau arriver au habitant fraîche et voir les résultats de la simulation sont représentés dans les graphiques suivantes .(fig1-2-3-4-5)

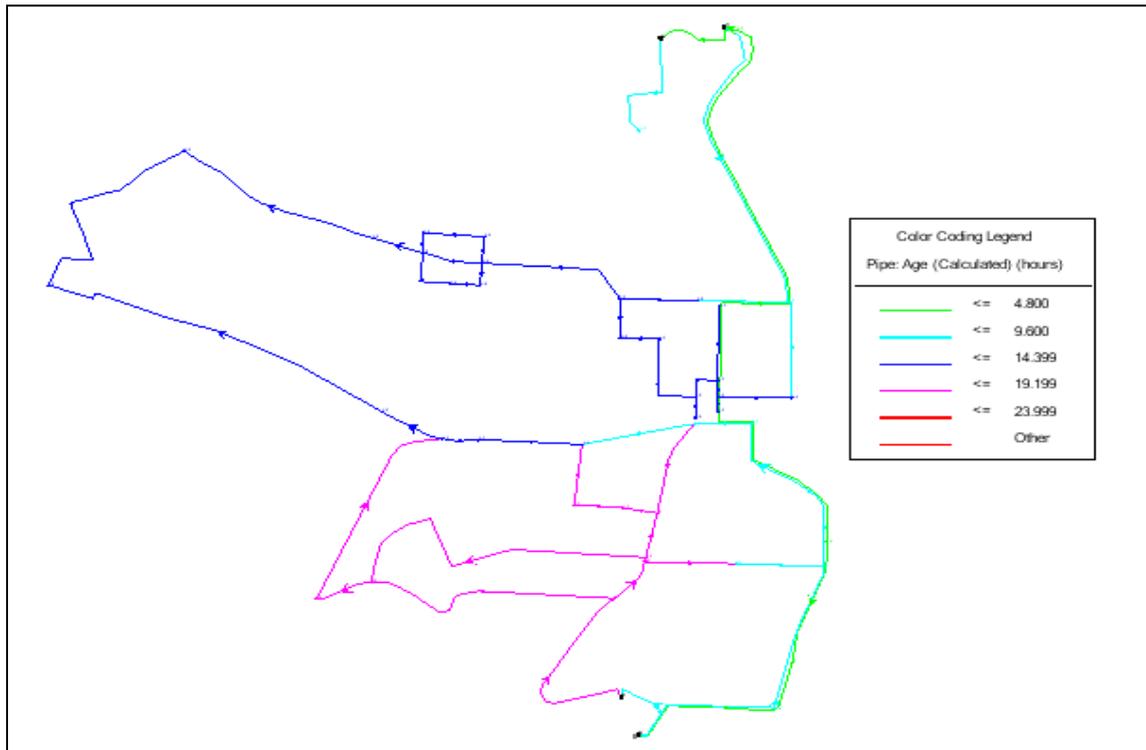


Fig VI.1: carte de séjour à 19h

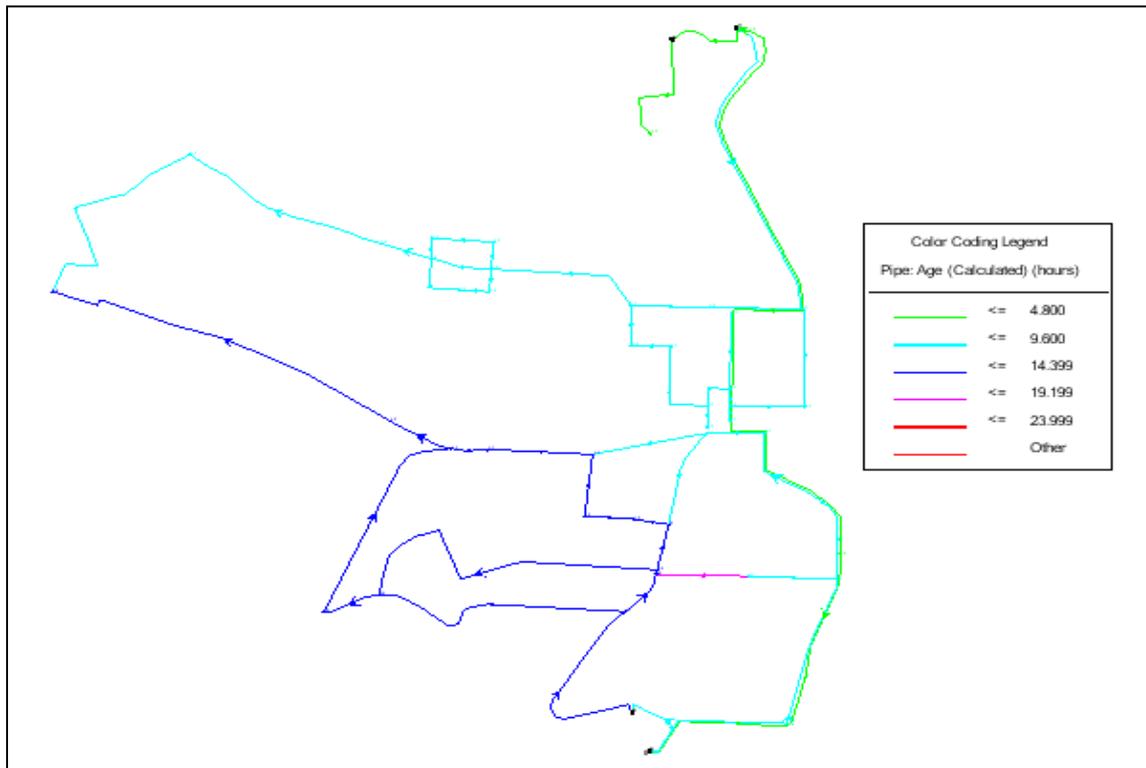


Fig VI.2 : carte temps de séjour à 21h



Fig VI.3 : carte de séjour à 23h

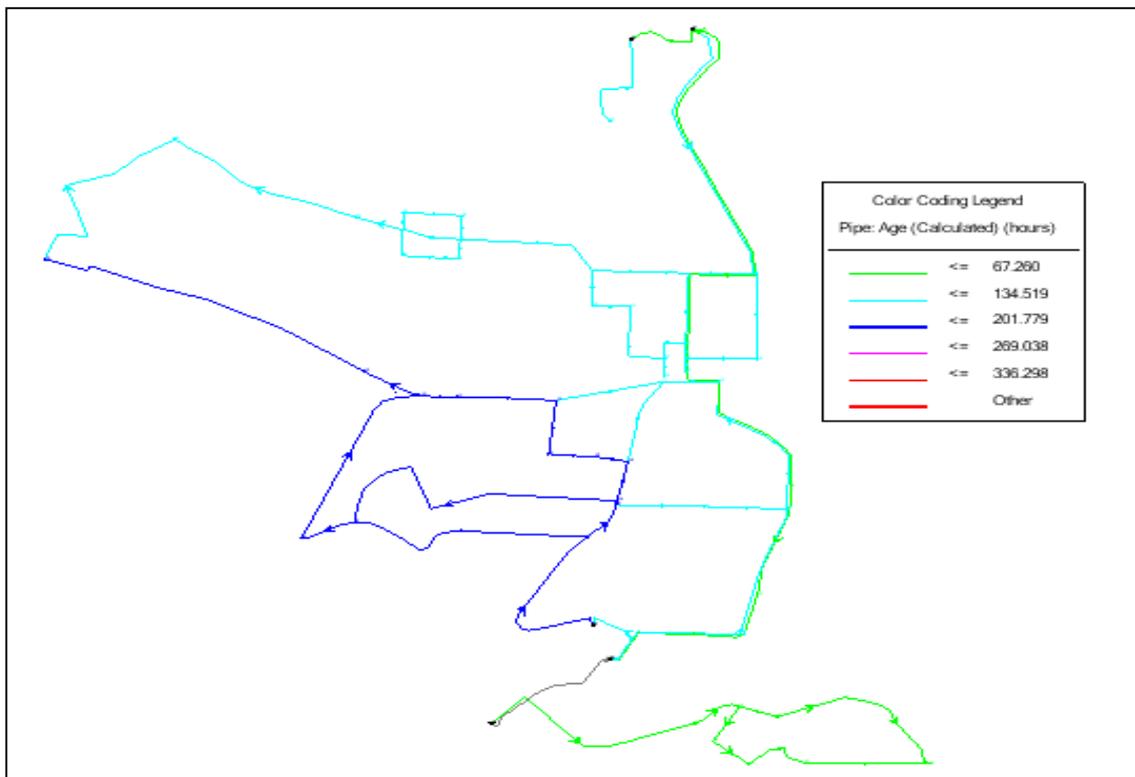


Fig VI.4 : carte de séjour à 168 h (1 semaine)

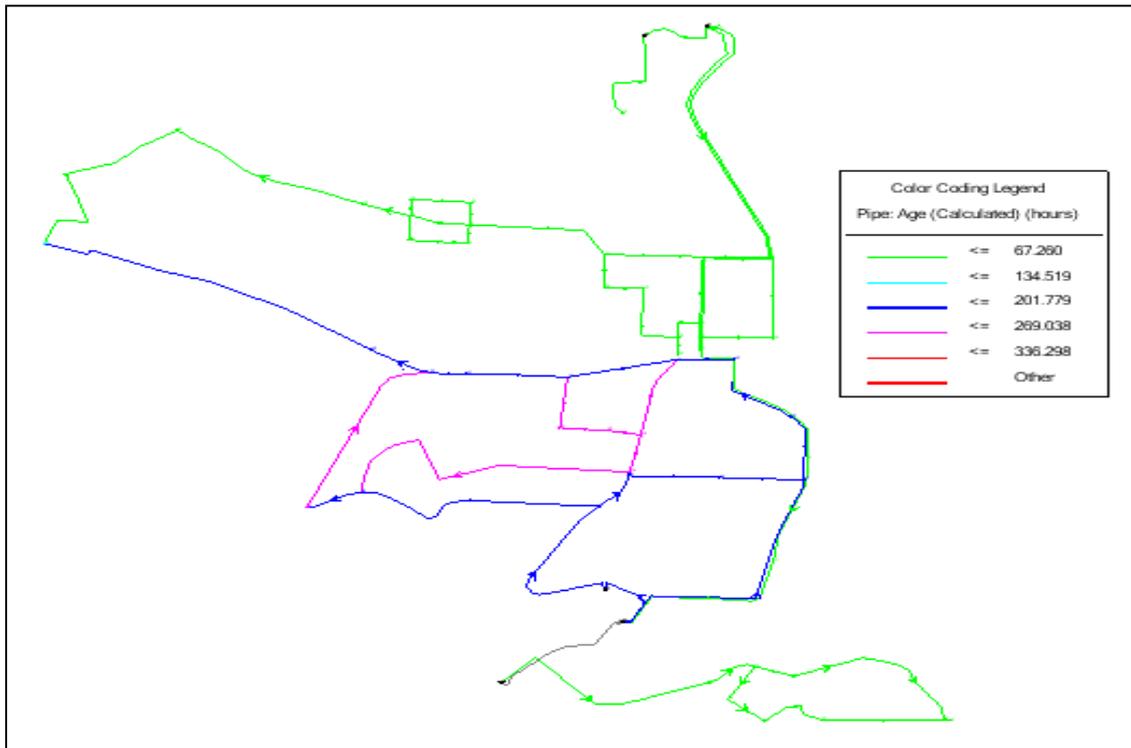


Fig VI.5 : carte de séjour à 324 h (2 semaines)

Interprétation des Cartes des temps de séjour maximum :

Les temps de séjour de l'eau dans le réseau atteignent généralement des valeurs maximales dans les antennes et dans les zones situées en bout de réseau. aussi on peut avoir ce cas dans les zones creuses (basse élévation par rapport au entourage) ou les zones de faible vitesses et pressions, qui justifier notre zone de stagnation d'eau .

Les maximums atteints sont :

- 18 heures pour la partie sud-ouest de la ville (simulation sur 24h) ;
- 260 heures pour la partie sud-ouest de la ville (simulation sur 2 semaines) .

Néanmoins, les temps de séjour de l'eau dans le réseau restent inférieurs à 18 heures pour près de 70 % du réseau.

Solution :

l'élimination de cette zone est obligatoire pour la fraîcheur de l'eau consommer et évitant tout contre effet (croissement des bactéries) et placer des robinetteries de vidange permet de supprimer ce problème (l'ouverture de ces robinet doit être périodiquement); si non il est plus intéressant d'équiper le réseau avec de purges automatiques. Elles permettront d'évacuer l'eau qui y stagne, en raison des faibles consommations .

Conclusion

Ce chapitre nous a présenté le rôle des réservoirs et les critères d'implantations ainsi leur équipement, on a vu aussi qu'ils sont des organes indispensables dans le réseau.

On a calculé le débit donné par chaque réservoir dans les deux cas de fonctionnement

-cas de pointe

-cas de pointe plus incendie

Les cartes de séjours permettent de justifier le choix d'un volume minimal pour un réservoir et d'éliminer les zones de stagnation pour garder l'eau fraîche.

CHAPITRE VII

ORGANISATION DE CHANTIER

ORGANISATION DE CHANTIER

Introduction :

S'il est nécessaire pour un ingénieur de savoir calculer les différentes parties des ouvrages qu'il conçoit, il lui est indispensable de connaître les procédés, les moyens et l'organisation à mettre en place pour leur réalisations.

C'est la planification qui nous permet la réalisation d'un projet comporte des taches nombreuse, de durée plus au moins longue, qui doit être exécuter dans un certain ordre .

Le but est de trouver la meilleur organisation possible pour que le projet soit économique et terminé à la date voulue.

VII.1 Le rôle des différents acteurs d'un projet :

1-Le chef ou le cadre : C'est la tête, l'organe qui centralise, qui reçoit et évalue, qui décide et veille à ce que les décision soit exécutée. C'est en même temps un organe de commandement, un juge, un animateur et un educateur.il doit :

- gérer les connaissances de ces collaborateurs
- gérer les matérielles
- savoir valoriser les acteurs
- savoir accompagne les changements
- avoir le sens des autres
- avoir le courage de faire l'auto critique.

2- Le maitre d'ouvrage :

- définit l'objectif du projet
- évalue et conduit le projet
- désigne le maitre d'ouvre
- paye
- exploite ou cède l'installation

3-Le maitre d'œuvre :

- conçoit
- consulte

- prépare les marches
- Suit et contrôle la réalisation
- pré réceptionne

4-L'entrepreneur :

- étudier l'exécution
- réalise le projet

VII.2 Les compétences :

Savoir : connaissances théoriques

Savoir faire : capacité à mettre en œuvre un savoir dans une situation réelle pour atteindre un objectif.

Savoir être : capacité à adopter le bon comportement pour atteindre un objectif.

Compétences : savoir, savoir faire et savoir être mis en œuvre dans une situation concrète de travail.

VII.3 L'O.C.D du projet:

-objectif : c'est l'expression d'un résultat à atteindre, il peut être d'ordre qualitatif ou quantitatif.

-cout : c'est les dépenses supportées par un intervenant économique suite à la production ou l'utilisation d'un produit ou de l'ensemble des deux.

-délais : temps accordés pour faire ou réaliser un projet.

VII.4 Gestion du projet :

Pour faciliter la gestion d'un projet on peut le découper en quatre phases, chaque phase pourra être découpée en étapes et tâches qui sont :

- conception**
- planification**
- réalisation**
- achèvement**

Principes : Le découpage en phase permet de :

- fixer des points de repères.
- développer et appliquer des techniques de gestion de projet.
- faciliter l'évaluation des différentes étapes
- contrôle de la fin des étapes essentielles avant le début des étapes suivantes.
- l'affectation des ressources.
- permet le contrôle de l'avancement.

VII.4.1 La décomposition technique du projet :

dans un projet soit grand ou non, on cherche toujours à :

- définir les activités constituant le projet
- organiser les activités dans le temps .
- évaluer les dépenses entre activités .
- évaluer l'effort nécessaire pour chaque activité (durée maximum et minimum).
- Affecter les ressources (personnel, outils, matériels)

La planification commence par un recensement des tâches à réaliser. la décomposition structurée des activités permet de recenser l'ensemble des activités d'un projet et de les décomposer.

La décomposition apparaît sous forme arborescente. elle est effectuée par le chef de projet et lui permet

⇒ D'identifier rapidement les activités critiques.

⇒ De contrôler les coûts .

Le contrôle : les principales facteurs qu'on doit les contrôler sont :

- Quantité
- Qualité
- Temps
- Cout

Les caractéristique d'un contrôle efficace :

1/ choisir le moment pour présenter ces informations.

2/ présenter des informations exactes.

3/ faciliter la compréhension.

4/faciliter la prise de décision.

VII.4.2 Les problèmes les plus fréquents :

- Objectifs mal définis.
- Manque de soutien de la hiérarchie.
- Intégration/coordination déficiente.
- Financement insuffisant.
- Changement dans les priorités du maître de l'ouvrage.
- Inefficacité au niveau entrepreneur.
- Manque de processus de communication efficaces.

VII.4.3 Les facteurs de succès et d'échec :

- Coordination et relations.
- Structure et maîtrise adéquates.
- importance et visibilité du projet.
- Pression financière et compétition.
- Niveau d'optimisme initial.
- Compétences internes.

VII.5 Partie calcul de projet :

Dans cette partie on va définir les travaux à entreprendre, calculer leur volumes et estimer leur coûts. En second lieux définir les engins nécessaires à chaque taches de ces travaux. Enfin d'établir l'ordonnancement des opérations constituant l'ensemble des travaux suivant la méthode CPM (critical path method) par réseau à nœuds ou à flèches et d'élaborer le diagramme de Gantt.

Avoir une méthode d'ordonnancement des travaux nous permet de décomposer l'ouvrage ou les ouvrages à réaliser en plusieurs opérations ou taches, de déterminer les relations entre opérations,

ainsi connaître les taches qui sont amont et celles qui sont en aval d'une opération (la succession chronologique des opérations)

Les travaux à faire concernent la mise en place d'une adduction reliant la station de pompage au réservoir.

1- Choix de la section transversale de la tranchée : Pour le choix de cette section ; on propose deux variantes ; l'une trapézoïdale et l'autre rectangulaire :

$$b = d + 2a$$

$$H_{tr} = e + d + H_{min}$$

$$B = b + 2m.H_{tr}$$

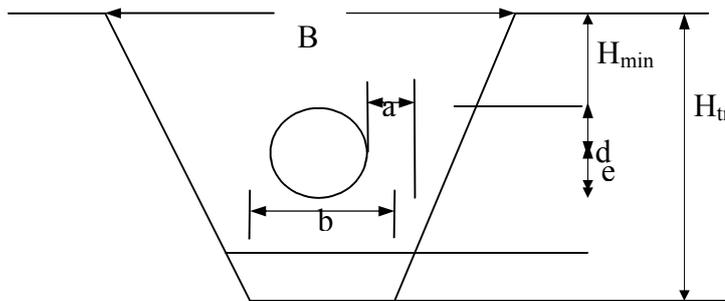


Figure N° VII.1 : Section type de tranchée

H_{min} : profondeur minimale au dessus de la génératrice supérieure de la conduite, égale en générale 1 m.

e : épaisseur du lit de sable

b : largeur du fond de la tranchée.

a : distance entre la génératrice latérale et la base du talus :

B : largeur superficielle de la tranchée.

La valeur de « a » est prise égale à 0.5 m

2- Calcul de la profondeur de la tranchée H_{tr} :

$$\begin{aligned} H_{tr} &= e + d + H_{min} \\ &= d + 0.40 + 1.0 \end{aligned}$$

donc:

$$H_{tr} = d + 1.40 \quad (m)$$

3- Choix du coefficient du talus :

Le coefficient du talus est choisi en fonction de la profondeur de la tranchée et de la nature du sol. Pour notre région, le talus de la tranchée pour tout le système sera uniforme et de coefficient $m=1$, c'est à dire qu'on retient la variante dont la section transversale.

VII.6 Définitions des travaux à entreprendre :

On va calculer le volume de travaux d'une adduction, le refoulement à partir d'un réservoir se trouve à une cote $C_{tr}=96$ vers un réservoir situé à une cote de $C_{tr}= 256m$ la longueur de la conduite de refoulement est de 1900m. (voir profil en long)

VII.6.1 Travaux concernant la conduite de refoulement (adduction) :

Les taches constituant les travaux à faire pour la mise en place de l'adduction sont :

- Exécution des tranchées.
- Pose du lit de sable.
- Bardage des conduits.
- Pose conduites
- Raccordement avec la station et le réservoir.
- Essais d'étanchéités.

- Remblayage des tranchées.
- Nivellement et compactage.

VII.7- Calcul des volumes et du coût des travaux:

VII.7.1- Calcul des volumes des travaux de l'adduction :

1.Lit de sable :

sur une longueur de 1900m on doit posé 10 cm de sable sur largeur de 2.5m (voir profil en travers) le volume du sable à poser est $1900 \times 1.4 \times 0,10$, soit 266m^3 , on majore ce chiffre à 280m^3 de sable à déposer au fond de la tranchées.

2. Déblais d'excavation :

Le volume des déblais est calculé en fonction des surfaces des profils en travers Profil 1 à
une surface de : 3.08m^2

Profil 2 à une surface de : 3.08m^2

Profil 3 à une surface de : 2.80m^2

Profil 4 à une surface de : 2.80m^2

Profil 5 à une surface de : 2.80m^2

Profil 6 à une surface de : 2.80m^2

Profil 7 à une surface de : 2.80m^2

Profil 8 à une surface de : 2.80m^2

Profil 9 à une surface de : 2.80m^2

Profil 10 à une surface de : 2.80m^2

Le volume de déblais est donné par la formule suivante :

$$Vd = \sum \frac{S_i + S_{i+1}}{2} \cdot L_i$$

S_i : surface du profil I

S_{i+1} : surface du profil II

L_i : distance entre ces deux profil.

Tableau N° VII.1 : Tableau Calcule le volume de déblais.

| L(m) | h(m) | D(m) | H(m) | b(m) | m | B(m) | s(m ²) | Vd(m ³) |
|------|------|------|------|------|---|------|--------------------|---------------------|
| | 1 | 0.4 | 1.5 | 1.4 | 1 | 4.4 | 3.08 | |
| 94 | 1 | 0.4 | 1.5 | 1.4 | 1 | 4.4 | 3.08 | 290 |
| 272 | 0.8 | 0.4 | 1.3 | 1.4 | 1 | 4 | 2.80 | 800 |
| 491 | 0.8 | 0.4 | 1.3 | 1.4 | 1 | 4 | 2.80 | 1375 |
| 50 | 0.8 | 0.4 | 1.3 | 1.4 | 1 | 4 | 2.80 | 140 |
| 206 | 0.8 | 0.4 | 1.3 | 1.4 | 1 | 4 | 2.80 | 577 |
| 50 | 0.8 | 0.4 | 1.3 | 1.4 | 1 | 4 | 2.80 | 140 |
| 177 | 0.8 | 0.4 | 1.3 | 1.4 | 1 | 4 | 2.80 | 496 |
| 100 | 0.8 | 0.4 | 1.3 | 1.4 | 1 | 4 | 2.80 | 280 |
| 474 | 0.8 | 0.4 | 1.3 | 1.4 | 1 | 4 | 2.80 | 1327 |

Le volume de déblais totale est : 5424m^3

Le volume des déblais sera donc 6000m^3 (par majoration).

3.Remblais compacté : Le calcul du remblais compacté ce fait selon la formule suivante :

$$V_r = V_d - V_s - V_c$$

Avec :

V_r : volume du remblais (m³)

V_d : volume du déblais (m³)

V_s : volume du sable (m³)

V_c : volume de la conduite (m³)

Le tableau suivant représente les résultats de calcule du remblais :

Tableau N° VII.2 : calcule le volume de remblais

| L(m) | Vd(m ³) | Vs(m ³) | Vc(m ³) | Vr(m ³) |
|------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 94 | 290 | 13 | 11.81 | 265.19 |
| 272 | 800 | 38 | 34.16 | 727.84 |
| 491 | 1375 | 69 | 61.67 | 1244.33 |
| 50 | 140 | 7 | 6.28 | 126.72 |
| 206 | 577 | 29 | 25.87 | 522.13 |
| 50 | 140 | 7 | 6.28 | 126.72 |
| 177 | 496 | 25 | 22.23 | 448.77 |
| 100 | 280 | 14 | 12.56 | 253.44 |
| 474 | 1327 | 66 | 59.53 | 1201.47 |

Le volume de remblais totale est : 4920 m³

pour simplifier on considère que le volume des déblais est égale à celui des remblais, le volume du remblais compacté est de 6000 m³.

4. Conduites : 1900ml de conduite diamètre 400mm

VII.7.2- Calcul des coûts des travaux d'adduction :

Les prix unitaires des opération sont :

- Excavation (déblais) 400DA le m³.
- Béton armé : 35000DA le m³.
- Remblais compacté :450DA m³.
- Sable :1000DA le m³.
- Conduite :1200DA ml pour φ400mm.

On note le coût des travaux pour l'adduction dans le tableau suivant :

Tableau N° VII.3 : du coût de l'adduction

| Opération | Volume m ³ | Prix unitaire DA | Prix total DA |
|----------------------|-----------------------|------------------|---------------|
| Excavation (déblais) | 6000 | 400 | 2400000 |
| Remblais compacté | 6000 | 450 | 2700000 |
| Conduite | 1900ml | 1200 | 2280000 |
| Sable | 280 | 1000 | 280000 |
| | | | 7660000,00DA |

Si on tenir compte des autres frais :

- réservoir 1000 m³ 23 500 000 DA
- réservoir 5000 m³ 35 000 000 DA
- réservoir d'air 1900 litre 4 000 000 DA
- ouvrage de traverses la route 500 000 DA
- ouvrage de traverse une chaaba 100 000 DA
- ouvrage de traverser un oued 500 000 DA
- gabionnage 100 000 DA
- butées en béton armée (protection la conduite chaque 20 m) 20 000*95
- adduction gravitaire (900+300m) estimer à 1/3 le cout totale de l'adduction par refoulement
- cout total des travaux de rénovations des conduites en réseau estimer à 1/4 le cout totale de l'adduction par refoulement .

A travers ces tableau donnant les prix unitaires de chaque opération, ainsi que les coût total de l'ensemble des travaux à entreprendre, on peut retirer ces chiffres principaux :

- **68 800 000** DA coût de l'adduction par refoulement.
- **110 000 000** DA coût de l'ensemble du projet.

VII-8 Les engins :

VII.8.1- Choix des engins de terrassement :

Le choix des engins de terrassement dépend principalement du type de chantier et du terrain à excaver.

D'autres paramètres interviennent dans ce choix tels que : Les moyens dont dispose l'entrepreneur, la rentabilité et l'économie d'utiliser de tels engins.

Les engins que nous allons utiliser sont :

- La pelle hydraulique.
- Le compacteur avec rouleau a pneu.
- Le bulldozer.

1. la pelle hydraulique sera utilisée dans les opérations suivantes :

- creusement des fouilles .
- creusement de tranchées .
- chargement des débris et de déblais .

2. le compacteur avec rouleau a pneu il sera utilisé dans le :

- compactage du remblais sur la tranchée.

3. Le bulldozer : il sera utilisé dans les opérations suivantes :

- Lame sur sol pour débroussailler.
- Lame élevée pour abattement des arbres.
- Lame sur sol pour pousser les masses (remblayer la tranchée)
- Lame au sol pour niveler le remblais avant compactage.

VII.9- Planification des travaux :

VII.9.1 Définitions des tâches et leur durées :

conduite de refoulement :

A : Exécution des tranchées. 30 jours

B : Pose du lit de sable. 4 jours

C : Bardage des conduites. 4 jours

D : Pose conduites. 20 jours

E : Raccordement avec la station et le réservoir. 3 jours

F : Essais d'étanchéités. 2 jours.

G : Remblayage des tranchées. 5 jours

H : Nivellement et compactage. 4 jours

VII.9.2 Elaboration du réseau suivant la méthode CPM :

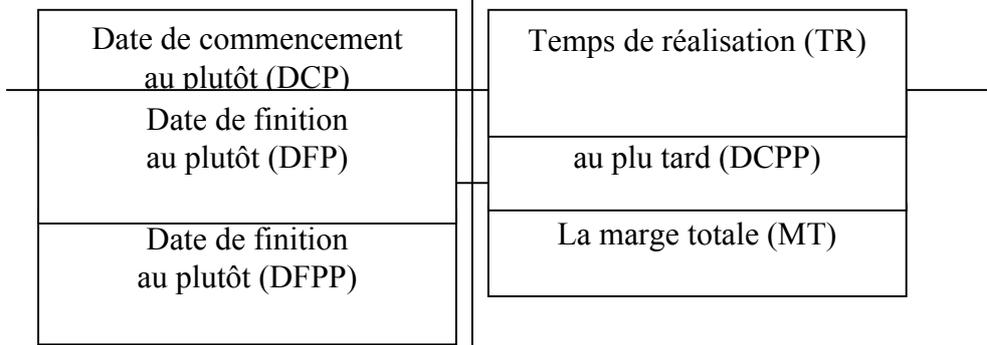
On montre le lien entre tâches dans le tableau ci-dessous :

Tableau N° VII.4 : tableau des tâches

| Opérations | Précède | Succède |
|------------|---------|---------|
| A | B | ----- |
| B | C,D | A |
| C | E | B |
| D | E | B |
| E | F | C,D |
| F | G | E |
| G | H | F |
| H | ----- | G |

Le réseau à nœuds est représenté sur le schéma ci-dessous, ainsi que les dates de commencement et de finitions au plus tôt, les dates de commencement et de finitions au plus tard, les marges totales et les temps de réalisation.

Avec :



-Schémas d'une grille de réseau à nœuds-

Pour le réseau à nœuds :

○ : nœud représente une tâche

Pour le réseau à flèches :

→ : une flèche représente les tâches.

→ (rouge) : flèche présente le chemin critique dans les deux réseaux .

↗ : représente une flèche.

Le calcule ce fait comme suit :

Calcule aller :

-tems de commencement du projet égale à 0

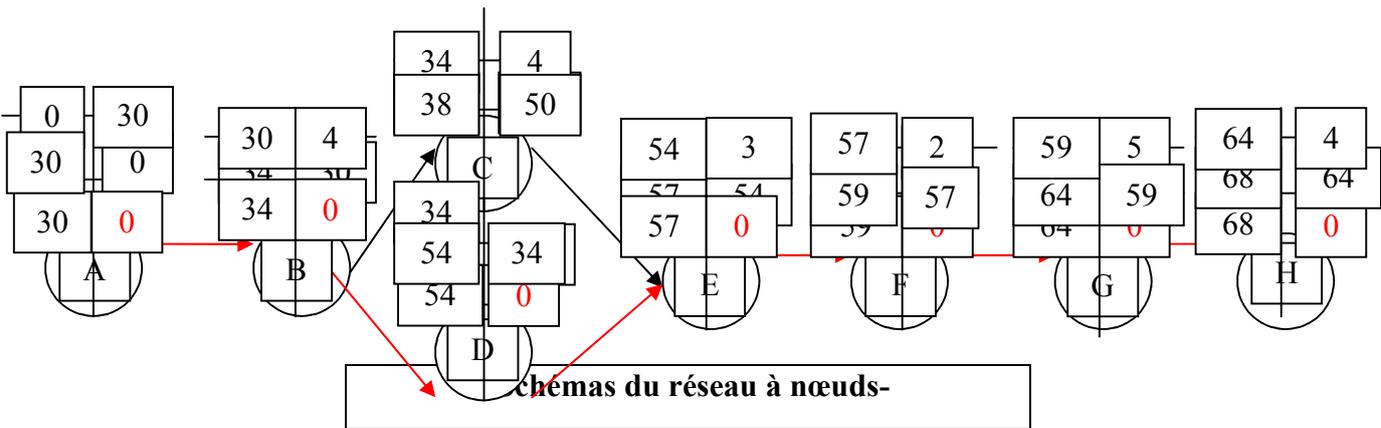
- $DFP_i = DCP_i + TR$

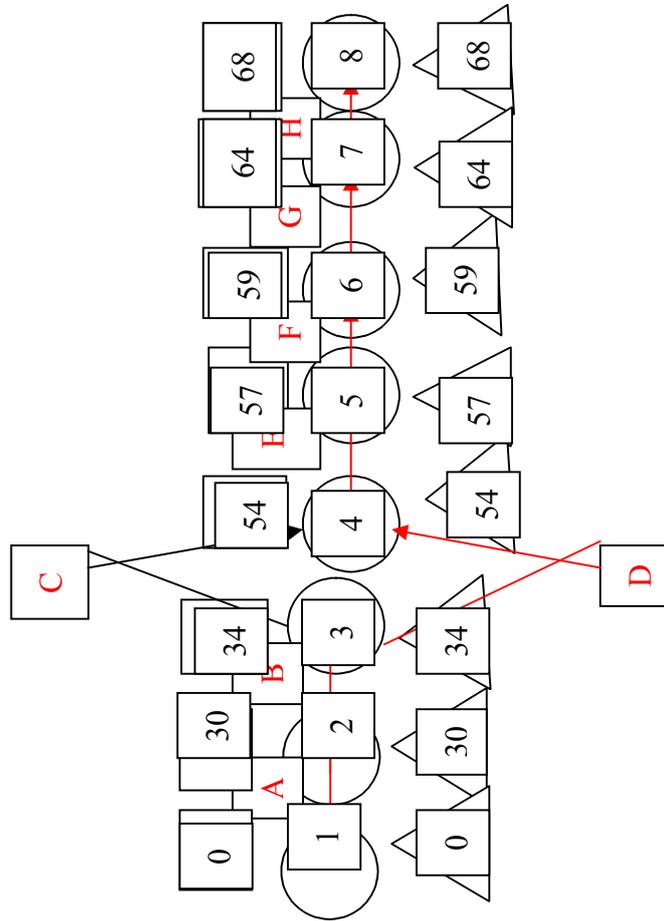
Calcule retour :

-pour la dernière opération $DFP = DFPP$

- $DCPP_i = DFPP_i - TR$

- $DCPP_j = DFPP_i$





-Schémas du réseau à flèches-

Le temps de réalisation de l'adduction est égale au DFP de la dernière opération, c.à.d. qu'il est égale à 68 jours plus 1 mois pour des raisons non commander .

Si on tenir compte le temps de réalisation des deux réservoirs 15 mois (avec un mois de retard pour des raisons non commander) et 1 année pour la rénovation dans le réseau .

Remarque : les travaux dans les réservoir et le réseau commence dans le même temps plus au moins de retard .

Donc on apte à une durée totale du projet de **2 ans** en suivant les réseaux précédant.

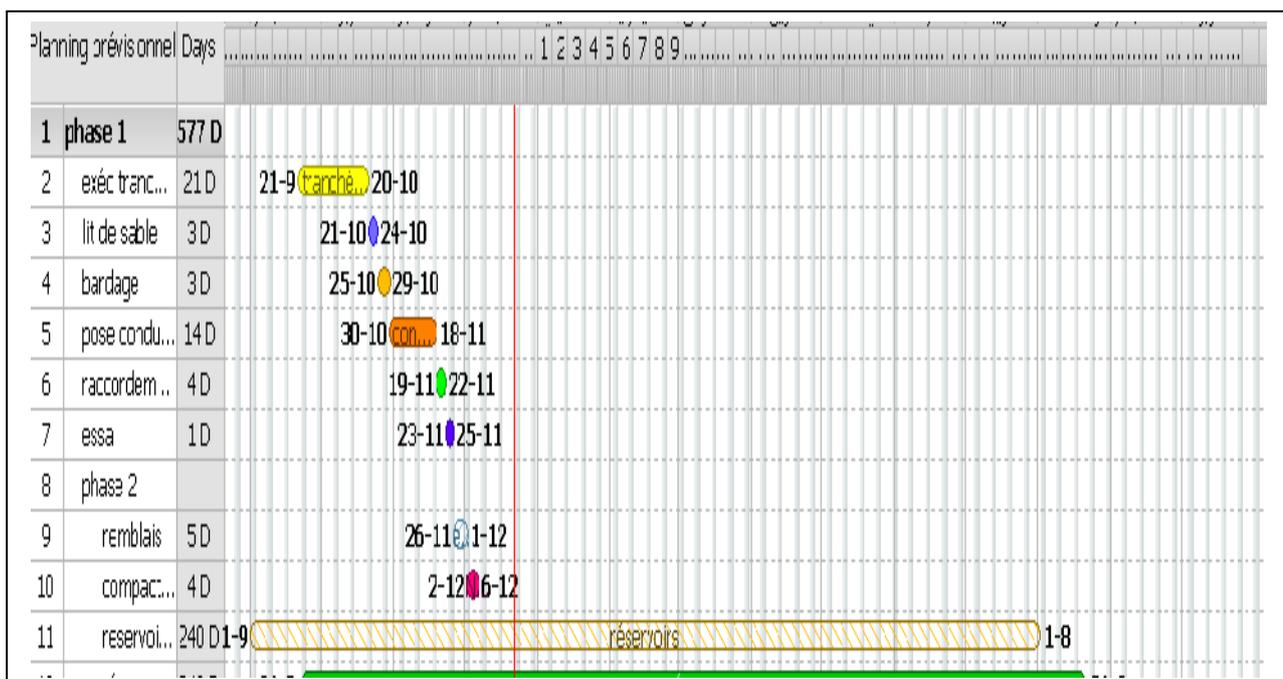
VII.9.3 Elaboration du diagramme de Gantt :

On note les dates de commencement et de finissions au plutôt et les dates de commencement et de finissions au plu tard, les marges totales et les temps de réalisation dans le tableau ci après :

Tableau N° VII.5 : calcul de TR par la méthode de tableau

| Opérations | Temps de Réalisation (jours) | DP | | DPP | | MT |
|------------|---------------------------------|-----|-----|------|------|----|
| | | DCP | DFP | DCPP | DFPP | |
| 1-2 | 30 | 0 | 30 | 0 | 30 | 0 |
| 2-3 | 4 | 30 | 34 | 30 | 34 | 0 |
| 3-4 | 4 | 34 | 38 | 50 | 54 | 16 |
| 3-4 | 20 | 34 | 54 | 34 | 54 | 0 |
| 4-5 | 3 | 54 | 57 | 54 | 57 | 0 |
| 5-6 | 2 | 57 | 59 | 57 | 59 | 0 |
| 6-7 | 5 | 59 | 64 | 59 | 64 | 0 |
| 7-8 | 4 | 64 | 68 | 64 | 68 | 0 |

Le diagramme de Gant est représenté dans le graphe suivant.



Conclusion

Une augmentation du temps investi dans les phases de Conception - Planification diminue la durée totale du projet.

Coût de l'erreur détectée en phases Conception/Planification inférieur au coût de l'erreur détectée en phases Réalisation/Achèvement.

En pratique Les entreprises qui réussissent le mieux sont celles qui font les moins d'erreurs

En passant en revue l'ensemble des étapes, calcul de volume et estimation du coût des tâches, définitions des engins nécessaires pour effectuer les tâches, et ordonnancement de l'ensemble des tâches (par réseau CPM et diagramme de Gantt), on a pu : calculer avec exactitude le volume de travaux de chaque opération à réaliser pour l'adduction, connaissant le volume de travaux de chaque tâche et le prix unitaire de cette dernière on a pu estimer le coût de chaque tâche séparément (utile pour le paiement selon l'avancement) et le coût global du projet (utile pour prévoir le financement de l'ouvrage). Connaissant le type de chaque opération on a envisagé les engins nécessaires. L'ordonnancement des tâches suivant un planning nous a permis de réduire les délais de réalisation, soit un gain au niveau des frais quotidiens (carburant, électricité, main-d'œuvre). donc on a :

Un projet qui va durer **2 années** .-

Un coût total de projet estimé à **110 000 000 DA** .-

CHAPITRE VIII

*PROTECTION ET SECURITE DE
TRAVAIL*

PROTECTION ET SECURITE

DE TRAVAIL

Introduction :

Chaque année se produisent dans le monde des millions d'accidents du travail. Certains sont mortels, d'autres ont pour suite une incapacité permanente, totale ou partielle. Pour la plupart, les accidents du travail n'entraînent toutefois qu'une incapacité temporaire, qui peut néanmoins durer plusieurs mois. Tous les accidents sont cause de souffrances pour la victime; beaucoup plongent la famille de celle-ci dans l'angoisse; beaucoup — lorsqu'ils sont mortels ou qu'ils ont pour conséquence une incapacité permanente — peuvent avoir des effets catastrophiques sur la vie familiale. De plus, tous les accidents font perdre du temps et de l'argent.

VIII.1-Ampleur du problème :

Les données statistiques sur les accidents du travail font apparaître l'ampleur du problème. Chaque année, au Royaume-Uni, l'accident du travail tue un millier de personnes environ. Un demi million de travailleurs sont atteints de blessures diverses, et 23 millions de journées de travail sont perdues du fait des accidents et des maladies.

Selon le Conseil national de la sécurité, le taux de fréquence des accidents suivis d'incapacité (c'est-à-dire le nombre de cas soumis à déclaration par million d'heures travaillées) a passé du chiffre modeste de 5,99 pour 1961 à 10,87 pour 1976 un bond de 81%. Le conseil estime que les pertes de salaire, les frais médicaux, les dégâts matériels et les frais administratifs qu'entraînent les accidents représentent une charge de 51,1 milliards de dollars. Pour la seule année 1976, un million d'années de travail productif ont été perdues du fait des accidents du travail, lesquels ont coûté autant au pays que si toute l'activité économique avait été paralysée pendant une semaine.

Plusieurs pays (les Etats-Unis, le Japon) signalent régulièrement aujourd'hui plus de deux millions d'accidents du travail par an, d'autres (la République fédérale d'Allemagne, la France, l'Italie), plus d'un million. De nombreux Etats, certains importants et fortement industrialisés, ne publient aucun chiffre. Il n'est pas exagéré, toutefois, d'évaluer à plus de quinze millions le nombre des accidents du travail qui surviennent chaque année dans le monde — chiffre atterrant lorsque l'on songe à ce qu'il cache de souffrances, de peines et de pertes.

Certains pays industrialisés ont réussi sans doute à enrayer la progression de ces accidents, voire à amorcer une descente, mais bien d'autres n'y sont pas parvenus.

En ce qui concerne les autres accidents du travail (non mortels), les définitions nationales diffèrent à tel point qu'il n'est guère possible de faire des comparaisons internationales valables.

Dans chaque cas, le contexte économique, social et culturel change les critères suivant les pays, une simple série de chiffres, un indicateur unique, ne sauraient refléter parfaitement la situation. Mais, pour autant que la période de référence soit assez longue, encore une fois, il est permis de dégager certaines conclusions de statistiques.

VIII.2-Coût des accidents :

On a rarement cherché à évaluer ce que coûtent ces accidents à l'économie nationale avec précision. Est-il vraiment possible de le chiffrer et, dans l'affirmative, quel est l'intérêt du calcul pour la prévention ? A vrai dire, quel est le prix d'une vie humaine ?

Du point de vue économique, chacun sait que les accidents, par les dommages qu'ils causent, coûtent de l'argent. Alors l'employeur, responsable en dernier ressort.

Diverses estimations purement financières du coût annuel des accidents du travail ont été faites.

d'après les statistiques disponibles, les accidents du travail ont coûté, quelque milliards de dollars, sans compter les dégâts matériels.

De nombreux éléments de ce coût peuvent être aisément chiffrés, d'autres sont beaucoup moins faciles à cerner. Certains auteurs distinguent les coûts directs et les coûts indirects ,et le coût pour l'économie (frais médicaux, perte de production , dégâts matériels, frais administratifs, etc.) . En raison même de la multiplicité des éléments qui entrent entre jeu, il semble qu'il n'y ait guère d'accord sur ce que sont exactement les coûts indirects des accidents. Voici une petite liste d'évaluation :

1- Coût du temps perdu par la victime de l'accident.

2- Coût du temps perdu par les autres salariés qui ont interrompu leur travail:

- par curiosité
- par amitié pour la victime
- pour porter secours à la victime
- pour d'autres raisons.

3- Coût du temps perdu par les agents de maîtrise, les chefs de service et autres cadres:

- pour venir en aide à la victime
- pour rechercher les causes de l'accident
- pour trouver un autre salarié qui puisse remplacer la victime, le former ou le mettre au courant;
- pour établir le rapport d'accident ou répondre aux convocations des agents de l'autorité publique.

4- Coût du temps des secouristes et du personnel des services hospitaliers, lorsque ce coût n'est pas pris en charge par une compagnie d'assurances.

5 - Dommages subis par les machines, l'outillage ou d'autres biens, perte de matières ou de fournitures.

6 - Coûts qu'entraîne la désorganisation de la production, les retards de livraison.

VIII.3-Causes des accidents :

Dans tous les domaines d'activité, il existe un risque d'accident. L'accident est une conséquence dernière de conditions dangereuses et d'actes dangereux les trois principaux intervenant sont le matériel, le milieu de travail et le travailleur. C'est l'équipement de sécurité qui fait défaut dans l'usine, les machines qui sont mal conçues ou mal protégées. C'est le bruit, qui empêche d'entendre les signaux de sécurité, la chaleur, qui accroît la fatigue et nuit à la concentration, l'insuffisance de la ventilation, qui ne suffit pas à prévenir l'accumulation de vapeurs toxiques. C'est aussi le travailleur qui n'a pas reçu la formation requise ou qui manque d'expérience .

L'homme n'est pas une machine, il fait parfois des erreurs. Une erreur peut être le fait de toute personne qui a quelque chose à voir avec les plans, la construction, l'installation, la direction, la surveillance et la marche de l'usine et de tout ce qui s'y trouve.

L'étude des causes d'accident est très complexe. Des théories ont été avancées pour expliquer comment les accidents se produisent et comment on peut les empêcher de se produire de nouveau.

Une classification simple suivant la cause avec les grandes rubriques suivantes: machines; transports; explosions et incendies; substances toxiques, brûlantes ou corrosives; électricité; chute de personnes; marche sur des objets ou choc contre des obstacles; chute d'objets; éboulements; manutention d'objets sans appareils mécaniques; outils à main; animaux; causes diverses. Cette classification n'a pas donné satisfaction, elle laissait une trop grande marge d'interprétation et elle couvrait mal la multiplicité des facteurs qui, en se combinant, peuvent conduire à un accident.

VIII.4-Classement des accidents :

On peut classer de la façon suivante les différents moyens généralement employés pour promouvoir la sécurité du travail:

- l'action législative et réglementaire, c'est-à-dire l'adoption de dispositions obligatoires sur les conditions générales de travail, la construction, l'entretien, l'inspection,

les essais et l'utilisation du matériel et de l'outillage industriels, les devoirs des employeurs et des travailleurs, la formation professionnelle, la surveillance médicale, les premiers soins, etc.;

- la normalisation, c'est-à-dire l'établissement de normes, officielles ou non, relatives à la construction du matériel et de l'outillage industriels, aux règles de sécurité et d'hygiène, aux moyens de protection individuelle, etc.;
- le contrôle obligatoires
- la recherche technique, c'est-à-dire l'étude des méthodes et des dispositifs de protection des machines
- l'étude des effets du milieu et des techniques utilisées qui disposent l'individu aux accidents
- l'étude des particularités psychologiques qui prédisposent l'individu aux accidents
- la recherche statistique, qui permet d'établir le nombre, la nature et les causes des accidents, les catégories de personnes qu'ils touchent, etc.;
- l'enseignement de la sécurité dans les écoles techniques et professionnelles et surtout aux travailleurs débutants
- les avantages financiers accordés par les assurances pour promouvoir la prévention, par exemple la réduction des primes pour les entreprises qui prennent de bonnes mesures de sécurité

Conclusion :

C'est dans l'entreprise, en effet, que se produisent les accidents. Les accidents sont la conséquence de conditions dangereuses et d'actes dangereux, où toutes sortes de facteurs interviennent.

De l'interaction de ces facteurs et de leur enchaînement naît l'accident. Il suffit de briser l'enchaînement ou d'éliminer l'un des facteurs on pouvait ramener le taux d'accidents au niveau atteint dans les entreprises les plus exemplaires du point de vue de la sécurité.

CONCLUSION
GENERALE

CONCLUSION GENERALE :

A travers ce travail on a pu combler le déficit de la ville de "Thenia" à partir du transfert Taksebt-Alger dont les étapes sont les suivantes :

- un piquage assure une pression de 6 bars.
- une adduction gravitaire 900m de longueur et 400mm de diamètre.
- un réservoir de relie projeter 1000m³ de volume avec une station de pompage qui assure un débit refouler de 157 l/s.
- une adduction de refoulement 1900m de longueur et 400mm de diamètre mener d'un réservoir d'air 1900 litre.
- un réservoir projeter à moyen terme 5000m³ et un autre de même capacité à longue terme.
- une adduction gravitaire 300m de longueur et 500mm de diamètre.

Le réseau actuel présente des parties surdimensionnées et d'autres parties sous-dimensionnées et ne peut assurer sa fonction de façon appropriée vu que les pressions et les vitesses ne répondent pas aux normes.

A cet effet les corrections qu'on a apporté au réseau, c'est pour éliminer ces problèmes; tout en acceptant les débits demander aux horizons d'études. Par conséquent la rénovation ou la projection de quelque diamètres avec une linéaire totale égale à 7499 m .

Pour justifier l'importance de la planification dans notre étude on présente le temps de réalisation de projet qui est de 18 mois (2 ans). Ce temps est très minimisé qui nous a permis une économie importante dans le coût total du projet 110 000 000 DA. C'est deux facteurs sont faibles par rapport aux réalisations d'un projet pareille.

C'est pour toutes ces raisons qu'il est nécessaire d'envisager des solutions de planification et de gestion des ressources en eau. Ces stratégies doivent être fondées sur des outils modernes d'investigation et tenir compte des nouvelles conditions hydro climatiques et socioéconomique de l'Algérie.

En fin les ressources d'eau sont l'un des principaux enjeux de ce siècle, Parce que chaque goutte d'eau et chaque dépense comptent .

Annexe

Tableau № IV.1 : calcul consommation horaire .

| Horaire | Qmax journalier | |
|--------------|-----------------------------------|--------|
| | $Q_{\max,j} = 7690 \text{ m}^3/j$ | |
| h | % de consommation | m3/h |
| 0-1 | 1.38 | 106.1 |
| 1--2 | 1.5 | 115.4 |
| 2--3 | 1.5 | 115.4 |
| 3--4 | 1.5 | 115.4 |
| 4--5 | 2.5 | 192.3 |
| 5--6 | 3.5 | 269.2 |
| 6--7 | 4.5 | 346.1 |
| 7--8 | 5.5 | 423.0 |
| 8--9 | 6.25 | 480.6 |
| 9--10 | 6.25 | 480.6 |
| 10--11 | 6.25 | 480.6 |
| 11--12 | 6.25 | 480.6 |
| 12--13 | 5 | 384.5 |
| 13--14 | 5 | 384.5 |
| 14--15 | 5.5 | 423.0 |
| 15--16 | 6 | 461.4 |
| 16--17 | 6 | 461.4 |
| 17--18 | 5.5 | 423.0 |
| 18--19 | 5 | 384.5 |
| 19--20 | 4.5 | 346.1 |
| 20--21 | 4 | 307.6 |
| 21--22 | 3 | 230.7 |
| 22--23 | 2 | 153.8 |
| 23--24 | 1.5 | 115.4 |
| TOTAL | 100 | 7690.0 |

Tableau № IV.2 : calcul débits nodaux –réseau actuel-

| Nº nœud | Nº tronçon | Longueur (m) | q' sp (l/s/m) | Q tronçon (l/s) | 0.5Qtr (l/s) | Q nœud (l/s) |
|---------|------------|--------------|---------------|-----------------|--------------|--------------|
| J-2 | P-1 | 44.05 | 0.008 | 0.352 | 0.176 | 0.686 |
| | P-23 | 127.53 | 0.008 | 1.020 | 0.510 | |
| J-3 | P-1 | 44.05 | 0.008 | 0.352 | 0.176 | 0.874 |
| | P-2 | 47.01 | 0.008 | 0.376 | 0.188 | |

| | | | | | | |
|-------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| J-4 | P-21 | 127.48 | 0.008 | 1.020 | 0.510 | 0.941 |
| | P-2 | 47.01 | 0.008 | 0.376 | 0.188 | |
| | P-3 | 61.94 | 0.008 | 0.496 | 0.248 | |
| J-5 | P-20 | 126.35 | 0.008 | 1.011 | 0.505 | 1.389 |
| | P-3 | 61.94 | 0.008 | 0.496 | 0.248 | |
| | P-4 | 100.56 | 0.008 | 0.804 | 0.402 | |
| J-6 | P-54 | 184.81 | 0.008 | 1.478 | 0.739 | 1.171 |
| | P-4 | 100.56 | 0.008 | 0.804 | 0.402 | |
| | P-5 | 49.86 | 0.008 | 0.399 | 0.199 | |
| J-7 | P-16 | 94.11 | 0.008 | 0.753 | 0.376 | 1.269 |
| | P-17 | 48.32 | 0.008 | 0.387 | 0.193 | |
| | P-5 | 49.86 | 0.008 | 0.399 | 0.199 | |
| J-8 | P-6 | 46.71 | 0.008 | 0.374 | 0.187 | 1.248 |
| | P-19 | 94.27 | 0.008 | 0.754 | 0.377 | |
| | P-20 | 126.35 | 0.008 | 1.011 | 0.505 | |
| J-9 | P-6 | 46.71 | 0.008 | 0.374 | 0.187 | 1.285 |
| | P-7 | 43.75 | 0.008 | 0.350 | 0.175 | |
| | P-21 | 127.48 | 0.008 | 1.020 | 0.510 | |
| J-10 | P-22 | 93.94 | 0.008 | 0.752 | 0.376 | 1.203 |
| | P-7 | 43.75 | 0.008 | 0.350 | 0.175 | |
| | P-8 | 56.1 | 0.008 | 0.449 | 0.224 | |
| J-11 | P-10 | 93.78 | 0.008 | 0.750 | 0.375 | 0.364 |
| | P-23 | 127.53 | 0.008 | 1.020 | 0.510 | |
| | P-8 | 56.1 | 0.008 | 0.449 | 0.224 | |
| J-12 | P-9 | 91.01 | 0.008 | 0.728 | 0.364 | 0.614 |
| | P-186 | 153.6 | 0.008 | 1.229 | 0.614 | |
| | P-9 | 91.01 | 0.008 | 0.728 | 0.364 | |
| J-13 | P-10 | 93.78 | 0.008 | 0.750 | 0.375 | 0.842 |
| | P-11 | 72.85 | 0.008 | 0.583 | 0.291 | |
| | P-52 | 43.88 | 0.008 | 0.351 | 0.176 | |
| J-14 | P-11 | 72.85 | 0.008 | 0.583 | 0.291 | 0.449 |
| | P-24 | 30.76 | 0.008 | 0.246 | 0.123 | |
| | P-39 | 8.67 | 0.008 | 0.069 | 0.035 | |
| J-15 | P-12 | 63.57 | 0.008 | 0.509 | 0.254 | 0.443 |
| | P-37 | 11.64 | 0.008 | 0.093 | 0.047 | |
| | P-40 | 35.52 | 0.008 | 0.284 | 0.142 | |
| J-16 | P-12 | 63.57 | 0.008 | 0.509 | 0.254 | 0.990 |
| | P-13 | 46.18 | 0.008 | 0.369 | 0.185 | |
| | P-22 | 93.94 | 0.008 | 0.752 | 0.376 | |
| J-17 | P-52 | 43.88 | 0.008 | 0.351 | 0.176 | 0.978 |
| | P-13 | 46.18 | 0.008 | 0.369 | 0.185 | |
| | P-14 | 54.71 | 0.008 | 0.438 | 0.219 | |
| J-18 | P-18 | 49.35 | 0.008 | 0.395 | 0.197 | 0.398 |
| | P-19 | 94.27 | 0.008 | 0.754 | 0.377 | |
| | P-14 | 54.71 | 0.008 | 0.438 | 0.219 | |
| | P-38 | 35.68 | 0.008 | 0.285 | 0.143 | |
| | P-42 | 9.03 | 0.008 | 0.072 | 0.036 | |

| | | | | | | |
|-------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| J-19 | P-15 | 46.34 | 0.008 | 0.371 | 0.185 | 0.506 |
| | P-43 | 40.81 | 0.008 | 0.326 | 0.163 | |
| | P-44 | 39.45 | 0.008 | 0.316 | 0.158 | |
| J-20 | P-15 | 46.34 | 0.008 | 0.371 | 0.185 | 0.759 |
| | P-16 | 94.11 | 0.008 | 0.753 | 0.376 | |
| | P-18 | 49.35 | 0.008 | 0.395 | 0.197 | |
| J-21 | P-17 | 48.32 | 0.008 | 0.387 | 0.193 | 0.193 |
| J-22 | P-24 | 30.76 | 0.008 | 0.246 | 0.123 | 1.165 |
| | P-25 | 204.08 | 0.008 | 1.633 | 0.816 | |
| | P-26 | 56.51 | 0.008 | 0.452 | 0.226 | |
| J-23 | P-25 | 204.08 | 0.008 | 1.633 | 0.816 | 0.816 |
| J-24 | P-26 | 56.51 | 0.008 | 0.452 | 0.226 | 1.970 |
| | P-27 | 435.88 | 0.008 | 3.487 | 1.744 | |
| J-25 | P-27 | 435.88 | 0.008 | 3.487 | 1.744 | 4.495 |
| | P-28 | 97.39 | 0.008 | 0.779 | 0.390 | |
| | P-41 | 590.47 | 0.008 | 4.724 | 2.362 | |
| J-26 | P-28 | 97.39 | 0.008 | 0.779 | 0.390 | 1.959 |
| | P-29 | 392.31 | 0.008 | 3.138 | 1.569 | |
| J-27 | P-29 | 392.31 | 0.008 | 3.138 | 1.569 | 2.258 |
| | P-30 | 59.9 | 0.008 | 0.479 | 0.240 | |
| | P-79 | 112.36 | 0.008 | 0.899 | 0.449 | |
| J-28 | P-30 | 59.9 | 0.008 | 0.479 | 0.240 | 1.684 |
| | P-31 | 170.6 | 0.008 | 1.365 | 0.682 | |
| | P-55 | 190.46 | 0.008 | 1.524 | 0.762 | |
| J-29 | P-31 | 170.6 | 0.008 | 1.365 | 0.682 | 1.656 |
| | P-32 | 187.81 | 0.008 | 1.502 | 0.751 | |
| | P-49 | 55.5 | 0.008 | 0.444 | 0.222 | |
| J-30 | P-32 | 187.81 | 0.008 | 1.502 | 0.751 | 1.524 |
| | P-33 | 97.45 | 0.008 | 0.780 | 0.390 | |
| | P-53 | 95.86 | 0.008 | 0.767 | 0.383 | |
| J-31 | P-33 | 97.45 | 0.008 | 0.780 | 0.390 | 0.950 |
| | P-44 | 39.45 | 0.008 | 0.316 | 0.158 | |
| | P-180 | 100.52 | 0.008 | 0.804 | 0.402 | |
| J-32 | P-34 | 46.25 | 0.008 | 0.370 | 0.185 | 0.828 |
| | P-50 | 60.22 | 0.008 | 0.482 | 0.241 | |
| | P-180 | 100.52 | 0.008 | 0.804 | 0.402 | |
| J-33 | P-34 | 46.25 | 0.008 | 0.370 | 0.185 | 0.893 |
| | P-35 | 61.4 | 0.008 | 0.491 | 0.246 | |
| | P-48 | 59.99 | 0.008 | 0.480 | 0.240 | |
| | P-49 | 55.5 | 0.008 | 0.444 | 0.222 | |
| J-34 | P-35 | 61.4 | 0.008 | 0.491 | 0.246 | 0.717 |
| | P-36 | 117.82 | 0.008 | 0.943 | 0.471 | |
| J-35 | P-36 | 117.82 | 0.008 | 0.943 | 0.471 | 0.471 |
| J-36 | P-37 | 11.64 | 0.008 | 0.093 | 0.047 | 1.033 |
| | P-38 | 35.68 | 0.008 | 0.285 | 0.143 | |
| | P-179 | 210.86 | 0.008 | 1.687 | 0.843 | |
| J-37 | P-179 | 210.86 | 0.008 | 1.687 | 0.843 | 0.843 |
| J-38 | P-39 | 8.67 | 0.008 | 0.069 | 0.035 | 2.539 |

| | | | | | | |
|-------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | P-40 | 35.52 | 0.008 | 0.284 | 0.142 | |
| | P-41 | 590.47 | 0.008 | 4.724 | 2.362 | |
| J-39 | P-42 | 9.03 | 0.008 | 0.072 | 0.036 | 0.432 |
| | P-43 | 40.81 | 0.008 | 0.326 | 0.163 | |
| | P-45 | 58.24 | 0.008 | 0.466 | 0.233 | |
| J-40 | P-45 | 58.24 | 0.008 | 0.466 | 0.233 | 0.708 |
| | P-46 | 79.18 | 0.008 | 0.633 | 0.317 | |
| | P-51 | 39.47 | 0.008 | 0.316 | 0.158 | |
| J-41 | P-46 | 79.18 | 0.008 | 0.633 | 0.317 | 0.827 |
| | P-47 | 67.62 | 0.008 | 0.541 | 0.270 | |
| | P-48 | 59.99 | 0.008 | 0.480 | 0.240 | |
| J-42 | P-47 | 67.62 | 0.008 | 0.541 | 0.270 | 0.270 |
| J-43 | P-50 | 60.22 | 0.008 | 0.482 | 0.241 | 0.241 |
| J-44 | P-51 | 39.47 | 0.008 | 0.316 | 0.158 | 0.158 |
| J-45 | P-53 | 95.86 | 0.008 | 0.767 | 0.383 | 1.123 |
| | P-54 | 184.81 | 0.008 | 1.478 | 0.739 | |
| J-46 | P-55 | 190.46 | 0.008 | 1.524 | 0.762 | 0.762 |
| J-47 | P-57 | 104.68 | 0.008 | 0.837 | 0.419 | 0.718 |
| | P-78 | 74.91 | 0.008 | 0.599 | 0.300 | |
| J-48 | P-57 | 104.68 | 0.008 | 0.837 | 0.419 | 1.081 |
| | P-58 | 90.74 | 0.008 | 0.726 | 0.363 | |
| | P-64 | 74.95 | 0.008 | 0.600 | 0.300 | |
| J-49 | P-58 | 90.74 | 0.008 | 0.726 | 0.363 | 0.820 |
| | P-59 | 27.53 | 0.008 | 0.220 | 0.110 | |
| | P-74 | 86.83 | 0.008 | 0.695 | 0.347 | |
| J-50 | P-59 | 27.53 | 0.008 | 0.220 | 0.110 | 0.566 |
| | P-60 | 24.67 | 0.008 | 0.197 | 0.099 | |
| | P-73 | 89.23 | 0.008 | 0.714 | 0.357 | |
| J-51 | P-60 | 24.67 | 0.008 | 0.197 | 0.099 | 0.550 |
| | P-61 | 15.51 | 0.008 | 0.124 | 0.062 | |
| | P-72 | 97.27 | 0.008 | 0.778 | 0.389 | |
| J-52 | P-61 | 15.51 | 0.008 | 0.124 | 0.062 | 0.769 |
| | P-62 | 123.88 | 0.008 | 0.991 | 0.496 | |
| | P-65 | 52.97 | 0.008 | 0.424 | 0.212 | |
| J-53 | P-62 | 123.88 | 0.008 | 0.991 | 0.496 | 1.519 |
| | P-63 | 255.91 | 0.008 | 2.047 | 1.024 | |
| J-54 | P-63 | 255.91 | 0.008 | 2.047 | 1.024 | 1.552 |
| | P-64 | 74.95 | 0.008 | 0.600 | 0.300 | |
| | P-181 | 57.26 | 0.008 | 0.458 | 0.229 | |
| J-55 | P-65 | 52.97 | 0.008 | 0.424 | 0.212 | 0.505 |
| | P-66 | 17.05 | 0.008 | 0.136 | 0.068 | |
| | P-75 | 56.28 | 0.008 | 0.450 | 0.225 | |
| J-56 | P-66 | 17.05 | 0.008 | 0.136 | 0.068 | 0.774 |
| | P-67 | 58.34 | 0.008 | 0.467 | 0.233 | |
| | P-71 | 118.01 | 0.008 | 0.944 | 0.472 | |
| J-57 | P-67 | 58.34 | 0.008 | 0.467 | 0.233 | 1.050 |
| | P-68 | 72.38 | 0.008 | 0.579 | 0.290 | |
| | P-69 | 53.77 | 0.008 | 0.430 | 0.215 | |

| | | | | | | |
|-------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | P-70 | 77.96 | 0.008 | 0.624 | 0.312 | |
| J-58 | P-68 | 72.38 | 0.008 | 0.579 | 0.290 | 0.290 |
| J-59 | P-69 | 53.77 | 0.008 | 0.430 | 0.215 | 0.215 |
| J-60 | P-70 | 77.96 | 0.008 | 0.624 | 0.312 | 0.312 |
| J-61 | P-71 | 118.01 | 0.008 | 0.944 | 0.472 | 0.472 |
| J-62 | P-72 | 97.27 | 0.008 | 0.778 | 0.389 | 0.389 |
| J-63 | P-73 | 89.23 | 0.008 | 0.714 | 0.357 | 0.357 |
| J-64 | P-74 | 86.83 | 0.008 | 0.695 | 0.347 | 0.347 |
| J-65 | P-75 | 56.28 | 0.008 | 0.450 | 0.225 | 0.911 |
| | P-76 | 80.09 | 0.008 | 0.641 | 0.320 | |
| | P-77 | 91.49 | 0.008 | 0.732 | 0.366 | |
| J-66 | P-76 | 80.09 | 0.008 | 0.641 | 0.320 | 0.320 |
| J-67 | P-77 | 91.49 | 0.008 | 0.732 | 0.366 | 0.366 |
| J-68 | P-181 | 57.26 | 0.008 | 0.458 | 0.229 | 0.229 |
| J-69 | P-78 | 74.91 | 0.008 | 0.599 | 0.300 | 0.300 |
| J-70 | P-79 | 112.36 | 0.008 | 0.899 | 0.449 | 3.707 |
| | P-80 | 203.6 | 0.008 | 1.629 | 0.814 | |
| | P-138 | 610.8 | 0.008 | 4.886 | 2.443 | |
| J-71 | P-80 | 203.6 | 0.008 | 1.629 | 0.814 | 0.814 |
| J-72 | P-81 | 99.48 | 0.008 | 0.796 | 0.398 | 2.445 |
| | P-135 | 77.48 | 0.008 | 0.620 | 0.310 | |
| | P-139 | 434.26 | 0.008 | 3.474 | 1.737 | |
| J-73 | P-81 | 99.48 | 0.008 | 0.796 | 0.398 | 1.201 |
| | P-82 | 83.97 | 0.008 | 0.672 | 0.336 | |
| | P-169 | 116.87 | 0.008 | 0.935 | 0.467 | |
| J-74 | P-83 | 56.88 | 0.008 | 0.455 | 0.228 | 0.800 |
| | P-161 | 78.36 | 0.008 | 0.627 | 0.313 | |
| | P-165 | 64.65 | 0.008 | 0.517 | 0.259 | |
| J-75 | P-84 | 103.45 | 0.008 | 0.828 | 0.414 | 0.957 |
| | P-164 | 71.1 | 0.008 | 0.569 | 0.284 | |
| | P-165 | 64.65 | 0.008 | 0.517 | 0.259 | |
| J-76 | P-163 | 89.49 | 0.008 | 0.716 | 0.358 | 0.642 |
| | P-164 | 71.1 | 0.008 | 0.569 | 0.284 | |
| J-77 | P-162 | 86.58 | 0.008 | 0.693 | 0.346 | 0.704 |
| | P-163 | 89.49 | 0.008 | 0.716 | 0.358 | |
| J-78 | P-161 | 78.36 | 0.008 | 0.627 | 0.313 | 0.660 |
| | P-162 | 86.58 | 0.008 | 0.693 | 0.346 | |
| J-79 | P-168 | 64.71 | 0.008 | 0.518 | 0.259 | 0.726 |
| | P-169 | 116.87 | 0.008 | 0.935 | 0.467 | |
| J-80 | P-167 | 221.7 | 0.008 | 1.774 | 0.887 | 1.146 |
| | P-168 | 64.71 | 0.008 | 0.518 | 0.259 | |
| J-81 | P-166 | 97.49 | 0.008 | 0.780 | 0.390 | 1.277 |
| | P-167 | 221.7 | 0.008 | 1.774 | 0.887 | |
| J-82 | P-82 | 83.97 | 0.008 | 0.672 | 0.336 | 1.447 |
| | P-83 | 56.88 | 0.008 | 0.455 | 0.228 | |
| | P-146 | 123.38 | 0.008 | 0.987 | 0.494 | |
| | P-166 | 97.49 | 0.008 | 0.780 | 0.390 | |
| J-83 | P-86 | 67.75 | 0.008 | 0.542 | 0.271 | 0.678 |

| | | | | | | |
|--------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | P-147 | 58.81 | 0.008 | 0.470 | 0.235 | |
| | P-174 | 42.84 | 0.008 | 0.343 | 0.171 | |
| J-84 | P-174 | 42.84 | 0.008 | 0.343 | 0.171 | 0.621 |
| | P-175 | 112.45 | 0.008 | 0.900 | 0.450 | |
| J-85 | P-175 | 112.45 | 0.008 | 0.900 | 0.450 | 0.450 |
| J-86 | P-84 | 103.45 | 0.008 | 0.828 | 0.414 | 1.113 |
| | P-85 | 174.85 | 0.008 | 1.399 | 0.699 | |
| J-87 | P-85 | 174.85 | 0.008 | 1.399 | 0.699 | 0.699 |
| J-88 | P-86 | 67.75 | 0.008 | 0.542 | 0.271 | 0.271 |
| J-89 | P-87 | 231.48 | 0.008 | 1.852 | 0.926 | 0.926 |
| J-90 | P-88 | 15.67 | 0.008 | 0.125 | 0.063 | 0.685 |
| | P-92 | 41.96 | 0.008 | 0.336 | 0.168 | |
| | P-183 | 113.7 | 0.008 | 0.910 | 0.455 | |
| J-91 | P-88 | 15.67 | 0.008 | 0.125 | 0.063 | 0.674 |
| | P-89 | 34.11 | 0.008 | 0.273 | 0.136 | |
| | P-172 | 49.85 | 0.008 | 0.399 | 0.199 | |
| | P-173 | 68.99 | 0.008 | 0.552 | 0.276 | |
| J-92 | P-172 | 49.85 | 0.008 | 0.399 | 0.199 | 0.199 |
| J-93 | P-173 | 68.99 | 0.008 | 0.552 | 0.276 | 0.276 |
| J-94 | P-89 | 34.11 | 0.008 | 0.273 | 0.136 | 0.440 |
| | P-90 | 46.85 | 0.008 | 0.375 | 0.187 | |
| | P-170 | 29.05 | 0.008 | 0.232 | 0.116 | |
| J-95 | P-91 | 31.58 | 0.008 | 0.253 | 0.126 | 0.359 |
| | P-170 | 29.05 | 0.008 | 0.232 | 0.116 | |
| | P-171 | 29.2 | 0.008 | 0.234 | 0.117 | |
| J-96 | P-171 | 29.2 | 0.008 | 0.234 | 0.117 | 0.117 |
| J-97 | P-90 | 46.85 | 0.008 | 0.375 | 0.187 | 0.187 |
| J-98 | P-91 | 31.58 | 0.008 | 0.253 | 0.126 | 0.126 |
| J-99 | P-92 | 41.96 | 0.008 | 0.336 | 0.168 | 0.794 |
| | P-93 | 89.22 | 0.008 | 0.714 | 0.357 | |
| | P-94 | 67.23 | 0.008 | 0.538 | 0.269 | |
| J-100 | P-93 | 89.22 | 0.008 | 0.714 | 0.357 | 0.357 |
| J-101 | P-94 | 67.23 | 0.008 | 0.538 | 0.269 | 0.269 |
| J-102 | P-95 | 94.24 | 0.008 | 0.754 | 0.377 | 1.260 |
| | P-182 | 107.09 | 0.008 | 0.857 | 0.428 | |
| | P-183 | 113.7 | 0.008 | 0.910 | 0.455 | |
| J-103 | P-95 | 94.24 | 0.008 | 0.754 | 0.377 | 0.377 |
| J-104 | P-96 | 74.78 | 0.008 | 0.598 | 0.299 | 1.321 |
| | P-107 | 148.28 | 0.008 | 1.186 | 0.593 | |
| | P-182 | 107.09 | 0.008 | 0.857 | 0.428 | |
| J-105 | P-96 | 74.78 | 0.008 | 0.598 | 0.299 | 1.103 |
| | P-104 | 119.83 | 0.008 | 0.959 | 0.479 | |
| | P-184 | 81.18 | 0.008 | 0.649 | 0.325 | |
| J-106 | P-97 | 52.35 | 0.008 | 0.419 | 0.209 | 0.665 |
| | P-98 | 32.73 | 0.008 | 0.262 | 0.131 | |
| | P-184 | 81.18 | 0.008 | 0.649 | 0.325 | |
| J-107 | P-97 | 52.35 | 0.008 | 0.419 | 0.209 | 0.209 |
| J-108 | P-98 | 32.73 | 0.008 | 0.262 | 0.131 | 0.616 |

| | | | | | | |
|--------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| J-109 | P-99 | 121.29 | 0.008 | 0.970 | 0.485 | 0.724 |
| | P-99 | 121.29 | 0.008 | 0.970 | 0.485 | |
| | P-100 | 28.46 | 0.008 | 0.228 | 0.114 | |
| J-110 | P-101 | 31.15 | 0.008 | 0.249 | 0.125 | 0.114 |
| | P-100 | 28.46 | 0.008 | 0.228 | 0.114 | |
| J-111 | P-101 | 31.15 | 0.008 | 0.249 | 0.125 | 0.819 |
| | P-102 | 53.05 | 0.008 | 0.424 | 0.212 | |
| | P-103 | 85.06 | 0.008 | 0.680 | 0.340 | |
| J-112 | P-145 | 35.47 | 0.008 | 0.284 | 0.142 | 0.212 |
| | P-102 | 53.05 | 0.008 | 0.424 | 0.212 | |
| J-113 | P-103 | 85.06 | 0.008 | 0.680 | 0.340 | 1.180 |
| | P-104 | 119.83 | 0.008 | 0.959 | 0.479 | |
| | P-105 | 34.65 | 0.008 | 0.277 | 0.139 | |
| J-114 | P-106 | 55.56 | 0.008 | 0.444 | 0.222 | 0.432 |
| | P-105 | 34.65 | 0.008 | 0.277 | 0.139 | |
| | P-108 | 65.36 | 0.008 | 0.523 | 0.261 | |
| J-115 | P-109 | 7.94 | 0.008 | 0.064 | 0.032 | 0.222 |
| | P-106 | 55.56 | 0.008 | 0.444 | 0.222 | |
| J-116 | P-107 | 148.28 | 0.008 | 1.186 | 0.593 | 1.365 |
| | P-108 | 65.36 | 0.008 | 0.523 | 0.261 | |
| | P-114 | 127.6 | 0.008 | 1.021 | 0.510 | |
| J-117 | P-109 | 7.94 | 0.008 | 0.064 | 0.032 | 0.588 |
| | P-112 | 62.59 | 0.008 | 0.501 | 0.250 | |
| | P-143 | 76.47 | 0.008 | 0.612 | 0.306 | |
| J-118 | P-110 | 39.66 | 0.008 | 0.317 | 0.159 | 0.964 |
| | P-111 | 168.87 | 0.008 | 1.351 | 0.675 | |
| | P-144 | 32.37 | 0.008 | 0.259 | 0.129 | |
| J-119 | P-110 | 39.66 | 0.008 | 0.317 | 0.159 | 0.159 |
| J-120 | P-111 | 168.87 | 0.008 | 1.351 | 0.675 | 1.183 |
| | P-112 | 62.59 | 0.008 | 0.501 | 0.250 | |
| | P-113 | 64.38 | 0.008 | 0.515 | 0.258 | |
| J-121 | P-113 | 64.38 | 0.008 | 0.515 | 0.258 | 0.858 |
| | P-115 | 75.31 | 0.008 | 0.602 | 0.301 | |
| | P-176 | 74.71 | 0.008 | 0.598 | 0.299 | |
| J-122 | P-176 | 74.71 | 0.008 | 0.598 | 0.299 | 0.299 |
| J-123 | P-114 | 127.6 | 0.008 | 1.021 | 0.510 | 1.515 |
| | P-115 | 75.31 | 0.008 | 0.602 | 0.301 | |
| | P-116 | 175.76 | 0.008 | 1.406 | 0.703 | |
| J-124 | P-116 | 175.76 | 0.008 | 1.406 | 0.703 | 1.025 |
| | P-117 | 35.27 | 0.008 | 0.282 | 0.141 | |
| | P-121 | 45.27 | 0.008 | 0.362 | 0.181 | |
| J-125 | P-117 | 35.27 | 0.008 | 0.282 | 0.141 | 0.932 |
| | P-118 | 67.46 | 0.008 | 0.540 | 0.270 | |
| | P-120 | 130.32 | 0.008 | 1.043 | 0.521 | |
| J-126 | P-118 | 67.46 | 0.008 | 0.540 | 0.270 | 1.306 |
| | P-119 | 128.82 | 0.008 | 1.031 | 0.515 | |
| | P-120 | 130.32 | 0.008 | 1.043 | 0.521 | |
| J-127 | P-119 | 128.82 | 0.008 | 1.031 | 0.515 | 0.515 |

| | | | | | | |
|--------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| J-128 | P-121 | 45.27 | 0.008 | 0.362 | 0.181 | 0.760 |
| | P-122 | 34.79 | 0.008 | 0.278 | 0.139 | |
| | P-126 | 109.87 | 0.008 | 0.879 | 0.439 | |
| J-129 | P-122 | 34.79 | 0.008 | 0.278 | 0.139 | 1.509 |
| | P-123 | 50.76 | 0.008 | 0.406 | 0.203 | |
| | P-125 | 101.46 | 0.008 | 0.812 | 0.406 | |
| | P-177 | 190.15 | 0.008 | 1.521 | 0.761 | |
| J-130 | P-123 | 50.76 | 0.008 | 0.406 | 0.203 | 1.046 |
| | P-126 | 109.87 | 0.008 | 0.879 | 0.439 | |
| | P-178 | 100.93 | 0.008 | 0.807 | 0.404 | |
| J-131 | P-124 | 37.47 | 0.008 | 0.300 | 0.150 | 1.125 |
| | P-128 | 142.88 | 0.008 | 1.143 | 0.572 | |
| | P-178 | 100.93 | 0.008 | 0.807 | 0.404 | |
| J-132 | P-124 | 37.47 | 0.008 | 0.300 | 0.150 | 1.664 |
| | P-125 | 101.46 | 0.008 | 0.812 | 0.406 | |
| | P-127 | 86.89 | 0.008 | 0.695 | 0.348 | |
| | P-177 | 190.15 | 0.008 | 1.521 | 0.761 | |
| J-133 | P-127 | 86.89 | 0.008 | 0.695 | 0.348 | 1.224 |
| | P-128 | 142.88 | 0.008 | 1.143 | 0.572 | |
| | P-129 | 76.21 | 0.008 | 0.610 | 0.305 | |
| J-134 | P-129 | 76.21 | 0.008 | 0.610 | 0.305 | 1.280 |
| | P-130 | 40.66 | 0.008 | 0.325 | 0.163 | |
| | P-134 | 203.12 | 0.008 | 1.625 | 0.812 | |
| J-135 | P-130 | 40.66 | 0.008 | 0.325 | 0.163 | 0.680 |
| | P-131 | 97.57 | 0.008 | 0.781 | 0.390 | |
| | P-132 | 31.8 | 0.008 | 0.254 | 0.127 | |
| J-136 | P-131 | 97.57 | 0.008 | 0.781 | 0.390 | 0.390 |
| J-137 | P-132 | 31.8 | 0.008 | 0.254 | 0.127 | 1.148 |
| | P-133 | 129.84 | 0.008 | 1.039 | 0.519 | |
| | P-142 | 125.27 | 0.008 | 1.002 | 0.501 | |
| J-138 | P-133 | 129.84 | 0.008 | 1.039 | 0.519 | 0.519 |
| J-139 | P-142 | 125.27 | 0.008 | 1.002 | 0.501 | 0.501 |
| J-140 | P-134 | 203.12 | 0.008 | 1.625 | 0.812 | 1.367 |
| | P-135 | 77.48 | 0.008 | 0.620 | 0.310 | |
| | P-136 | 61.24 | 0.008 | 0.490 | 0.245 | |
| J-141 | P-136 | 61.24 | 0.008 | 0.490 | 0.245 | 0.950 |
| | P-137 | 87.14 | 0.008 | 0.697 | 0.349 | |
| | P-140 | 89.21 | 0.008 | 0.714 | 0.357 | |
| J-142 | P-137 | 87.14 | 0.008 | 0.697 | 0.349 | 0.349 |
| J-143 | P-141 | 99.1 | 0.008 | 0.793 | 0.396 | 0.396 |
| J-144 | P-138 | 610.8 | 0.008 | 4.886 | 2.443 | 4.180 |
| | P-139 | 434.26 | 0.008 | 3.474 | 1.737 | |
| J-145 | P-140 | 89.21 | 0.008 | 0.714 | 0.357 | 0.753 |
| | P-141 | 99.1 | 0.008 | 0.793 | 0.396 | |
| J-146 | P-143 | 76.47 | 0.008 | 0.612 | 0.306 | 0.577 |
| | P-144 | 32.37 | 0.008 | 0.259 | 0.129 | |
| | P-145 | 35.47 | 0.008 | 0.284 | 0.142 | |
| J-147 | P-146 | 123.38 | 0.008 | 0.987 | 0.494 | 0.729 |

| | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| P-147 | 58.81 | 0.008 | 0.470 | 0.235 |
|-------|-------|-------|-------|-------|

Tableau N° IV.3 : calcul hydraulique du réseau existant

| N° du tronçon | longueur (m) | du nœud | au nœud | Diameter (mm) | debit (L/s) | Vitesse (m/s) | gradient de p.d.c (m/m) | obs. |
|---------------|--------------|---------|---------|---------------|-------------|---------------|-------------------------|------|
| P-1 | 44.1 | J-2 | J-3 | 300 | 199.94 | 2.83 | 0.023 | F |
| P-2 | 47.0 | J-3 | J-4 | 300 | 170.72 | 2.42 | 0.017 | |
| P-3 | 61.9 | J-4 | J-5 | 250 | 98.02 | 2 | 0.013 | |
| P-4 | 100.6 | J-5 | J-6 | 100 | 25.42 | 3.24 | 0.094 | F |
| P-5 | 49.9 | J-6 | J-7 | 100 | 0.46 | 0.06 | 0 | B |
| P-6 | 46.7 | J-7 | J-8 | 100 | 8.87 | 1.13 | 0.013 | |
| P-7 | 43.8 | J-8 | J-9 | 100 | 8.75 | 1.11 | 0.013 | |
| P-8 | 56.1 | J-9 | J-10 | 100 | 10.22 | 1.3 | 0.017 | |
| P-9 | 91.0 | J-10 | J-11 | 100 | 1.71 | 0.22 | 0.001 | |
| P-10 | 93.8 | J-9 | J-13 | 100 | 19.41 | 2.47 | 0.057 | |
| P-11 | 72.9 | J-13 | J-14 | 100 | 24.18 | 3.08 | 0.085 | F |
| P-12 | 63.6 | J-15 | J-16 | 100 | 17.67- | 2.25 | 0.048 | |
| P-13 | 46.2 | J-16 | J-17 | 100 | 11.64- | 1.48 | 0.022 | |
| P-14 | 54.7 | J-17 | J-18 | 150 | 38.64 | 2.19 | 0.028 | |
| P-15 | 46.3 | J-19 | J-20 | 100 | 14.07- | 1.79 | 0.031 | |
| P-16 | 94.1 | J-20 | J-6 | 100 | 18.57- | 2.36 | 0.052 | |
| P-17 | 48.3 | J-6 | J-21 | 100 | 0.91 | 0.12 | 0 | B |
| P-18 | 49.4 | J-20 | J-17 | 100 | 0.94 | 0.12 | 0 | B |
| P-19 | 94.3 | J-17 | J-7 | 150 | 53.93- | 3.05 | 0.052 | F |
| P-20 | 126.4 | J-7 | J-4 | 150 | 68.29- | 3.86 | 0.081 | F |
| P-21 | 127.5 | J-3 | J-8 | 100 | 25.12 | 3.2 | 0.091 | F |
| P-22 | 93.9 | J-8 | J-16 | 100 | 19.39 | 2.47 | 0.057 | |
| P-23 | 127.5 | J-9 | J-2 | 100 | 26.90- | 3.43 | 0.104 | F |
| P-24 | 30.8 | J-14 | J-22 | 100 | 16.61 | 2.11 | 0.042 | |
| P-25 | 204.1 | J-22 | J-23 | 100 | 3.83 | 0.49 | 0.003 | |
| P-26 | 56.5 | J-22 | J-24 | 100 | 7.32 | 0.93 | 0.009 | |
| P-27 | 435.9 | J-24 | J-25 | 100 | 23.99 | 3.05 | 0.084 | F |
| P-28 | 97.4 | J-25 | J-26 | 100 | 23.81 | 3.03 | 0.083 | F |
| P-29 | 392.3 | J-26 | J-27 | 100 | 14.63 | 1.86 | 0.034 | |
| P-30 | 59.9 | J-27 | J-28 | 100 | 31.96- | 4.07 | 0.143 | F.P |
| P-31 | 170.6 | J-28 | J-29 | 100 | 43.42- | 5.53 | 0.252 | F.P |
| P-32 | 187.8 | J-29 | J-30 | 100 | 29.29- | 3.73 | 0.122 | F.P |
| P-33 | 97.5 | J-30 | J-31 | 100 | 24.39 | 3.11 | 0.087 | F |
| P-34 | 46.3 | J-32 | J-33 | 100 | 18.4 | 2.34 | 0.051 | |
| P-35 | 61.4 | J-33 | J-34 | 100 | 5.57 | 0.71 | 0.006 | |
| P-36 | 117.8 | J-34 | J-35 | 100 | 2.21 | 0.28 | 0.001 | |
| P-37 | 11.6 | J-15 | J-36 | 100 | 11.73- | 1.49 | 0.022 | |
| P-38 | 35.7 | J-18 | J-36 | 100 | 20.52 | 2.61 | 0.063 | |
| P-39 | 8.7 | J-14 | J-38 | 100 | 5.47 | 0.7 | 0.005 | |
| P-40 | 35.5 | J-38 | J-15 | 100 | 27.32- | 3.48 | 0.107 | F |
| P-41 | 590.5 | J-38 | J-25 | 100 | 20.89 | 2.66 | 0.065 | F |

| | | | | | | | | |
|------|-------|------|------|-----|--------|-------|-------|-----|
| P-42 | 9.0 | J-18 | J-39 | 100 | 16.26 | 2.07 | 0.041 | |
| P-43 | 40.8 | J-39 | J-19 | 100 | 8.22- | 1.05 | 0.012 | |
| P-44 | 39.5 | J-19 | J-31 | 100 | 3.48 | 0.44 | 0.002 | |
| P-45 | 58.2 | J-39 | J-40 | 100 | 22.45 | 2.86 | 0.074 | |
| P-46 | 79.2 | J-40 | J-41 | 100 | 18.39 | 2.34 | 0.051 | |
| P-47 | 67.6 | J-41 | J-42 | 100 | 1.27 | 0.16 | 0 | B |
| P-48 | 60.0 | J-41 | J-33 | 100 | 13.25 | 1.69 | 0.028 | |
| P-49 | 55.5 | J-33 | J-29 | 100 | 21.9 | 2.79 | 0.071 | |
| P-50 | 60.2 | J-32 | J-43 | 100 | 1.13 | 0.14 | 0 | B |
| P-51 | 39.5 | J-40 | J-44 | 100 | 0.74 | 0.09 | 0 | B |
| P-52 | 43.9 | J-16 | J-13 | 100 | 8.73 | 1.11 | 0.013 | |
| P-53 | 95.9 | J-30 | J-45 | 150 | 60.82- | 3.44 | 0.065 | F |
| P-54 | 184.8 | J-45 | J-5 | 250 | 66.08- | 1.35 | 0.006 | |
| P-55 | 190.5 | J-28 | J-46 | 100 | 3.57 | 0.45 | 0.002 | |
| P-56 | 316.2 | T-1 | J-47 | 80 | 67.56 | 13.44 | 3.16 | F.P |
| P-57 | 104.7 | J-47 | J-48 | 80 | 62.79 | 12.49 | 2.759 | F.P |
| P-58 | 90.7 | J-48 | J-49 | 80 | 44.66 | 8.88 | 1.468 | F.P |
| P-59 | 27.5 | J-49 | J-50 | 80 | 39.18 | 7.8 | 1.152 | F.P |
| P-60 | 24.7 | J-50 | J-51 | 80 | 34.86 | 6.93 | 0.928 | F.P |
| P-61 | 15.5 | J-51 | J-52 | 80 | 30.46 | 6.06 | 0.723 | F.P |
| P-62 | 123.9 | J-52 | J-53 | 80 | 2.41 | 0.48 | 0.007 | |
| P-63 | 255.9 | J-53 | J-54 | 40 | 4.72- | 3.75 | 0.668 | F.P |
| P-64 | 75.0 | J-54 | J-48 | 66 | 13.07- | 3.82 | 0.385 | F.P |
| P-65 | 53.0 | J-52 | J-55 | 80 | 24.44 | 4.86 | 0.481 | F.P |
| P-66 | 17.1 | J-55 | J-56 | 66 | 14.59 | 4.26 | 0.472 | F.P |
| P-67 | 58.3 | J-56 | J-57 | 40 | 8.75 | 6.96 | 2.098 | F.P |
| P-68 | 72.4 | J-57 | J-58 | 40 | 1.36 | 1.08 | 0.067 | |
| P-69 | 53.8 | J-57 | J-59 | 40 | 1.01 | 0.8 | 0.038 | |
| P-70 | 78.0 | J-57 | J-60 | 40 | 1.46 | 1.16 | 0.076 | |
| P-71 | 118.0 | J-56 | J-61 | 40 | 2.21 | 1.76 | 0.165 | P |
| P-72 | 97.3 | J-51 | J-62 | 40 | 1.82 | 1.45 | 0.115 | P |
| P-73 | 89.2 | J-50 | J-63 | 40 | 1.67 | 1.33 | 0.098 | |
| P-74 | 86.8 | J-49 | J-64 | 40 | 1.63 | 1.3 | 0.093 | |
| P-75 | 56.3 | J-55 | J-65 | 40 | 7.49 | 5.96 | 1.574 | F.P |
| P-76 | 80.1 | J-65 | J-66 | 40 | 1.5 | 1.2 | 0.08 | |
| P-77 | 91.5 | J-65 | J-67 | 40 | 1.72 | 1.37 | 0.103 | P |
| P-78 | 74.9 | J-47 | J-69 | 33 | 1.4 | 1.64 | 0.181 | P |
| P-79 | 112.4 | J-27 | J-70 | 100 | 36 | 4.58 | 0.178 | F.P |
| P-80 | 203.6 | J-70 | J-71 | 100 | 3.82 | 0.49 | 0.003 | |
| P-81 | 99.5 | J-72 | J-73 | 200 | 66.19 | 2.11 | 0.019 | |
| P-82 | 84.0 | J-73 | J-82 | 250 | 50.17 | 1.02 | 0.003 | |
| P-83 | 56.9 | J-82 | J-74 | 125 | 26.13 | 2.13 | 0.029 | |
| P-84 | 103.5 | J-75 | J-86 | 90 | 8.5 | 1.34 | 0.018 | |
| P-85 | 174.9 | J-86 | J-87 | 63 | 3.28 | 1.05 | 0.018 | |
| P-86 | 67.8 | J-83 | J-88 | 60 | 1.27 | 0.45 | 0.008 | |
| P-87 | 231.5 | T-4 | J-89 | 50 | 4.34 | 2.21 | 0.193 | P |
| P-88 | 15.7 | J-90 | J-91 | 100 | 11.15 | 1.42 | 0.02 | |
| P-89 | 34.1 | J-91 | J-94 | 100 | 5.77 | 0.73 | 0.006 | |

| | | | | | | | | |
|--------------|-------|-------|-------|-----|--------|------|-------|-----|
| P-90 | 46.9 | J-94 | J-97 | 100 | 0.88 | 0.11 | 0 | B |
| P-91 | 31.6 | J-95 | J-98 | 100 | 0.59 | 0.08 | 0 | B |
| P-92 | 42.0 | J-90 | J-99 | 100 | 6.65 | 0.85 | 0.008 | |
| P-93 | 89.2 | J-99 | J-100 | 100 | 1.67 | 0.21 | 0.001 | B |
| P-94 | 67.2 | J-99 | J-101 | 100 | 1.26 | 0.16 | 0 | B |
| P-95 | 94.2 | J-102 | J-103 | 100 | 1.77 | 0.22 | 0.001 | B |
| P-96 | 74.8 | J-104 | J-105 | 200 | 107.14 | 3.41 | 0.046 | F |
| P-97 | 52.4 | J-106 | J-107 | 100 | 0.98 | 0.12 | 0 | B |
| P-98 | 32.7 | J-106 | J-108 | 200 | 78.65 | 2.5 | 0.026 | |
| P-99 | 121.3 | J-108 | J-109 | 200 | 75.77 | 2.41 | 0.024 | |
| P-100 | 28.5 | J-109 | J-110 | 100 | 0.53 | 0.07 | 0 | B |
| P-101 | 31.2 | J-109 | J-111 | 200 | 71.84 | 2.29 | 0.022 | |
| P-102 | 53.1 | J-111 | J-112 | 100 | 0.99 | 0.13 | 0 | B |
| P-103 | 85.1 | J-111 | J-113 | 100 | 2.27- | 0.29 | 0.001 | |
| P-104 | 119.8 | J-113 | J-105 | 100 | 19.22- | 2.45 | 0.056 | |
| P-105 | 34.7 | J-113 | J-114 | 100 | 10.37 | 1.32 | 0.018 | |
| P-106 | 55.6 | J-113 | J-115 | 100 | 1.04 | 0.13 | 0 | B |
| P-107 | 148.3 | J-104 | J-116 | 200 | 131.13 | 4.17 | 0.067 | F |
| P-108 | 65.4 | J-116 | J-114 | 100 | 8.66 | 1.1 | 0.013 | |
| P-109 | 7.9 | J-114 | J-117 | 100 | 17.01 | 2.17 | 0.044 | |
| P-110 | 39.7 | J-118 | J-119 | 100 | 0.74 | 0.09 | 0 | |
| P-111 | 168.9 | J-118 | J-120 | 200 | 58.14 | 1.85 | 0.015 | |
| P-112 | 62.6 | J-120 | J-117 | 100 | 17.42- | 2.22 | 0.046 | |
| P-113 | 64.4 | J-120 | J-121 | 200 | 70.02 | 2.23 | 0.021 | |
| P-114 | 127.6 | J-116 | J-123 | 200 | 116.07 | 3.69 | 0.053 | F |
| P-115 | 75.3 | J-123 | J-121 | 200 | 64.60- | 2.06 | 0.018 | |
| P-116 | 175.8 | J-123 | J-124 | 200 | 173.57 | 5.52 | 0.112 | F.P |
| P-117 | 35.3 | J-124 | J-125 | 100 | 12.91 | 1.64 | 0.027 | |
| P-118 | 67.5 | J-125 | J-126 | 100 | 5.02 | 0.64 | 0.005 | |
| P-119 | 128.8 | J-126 | J-127 | 100 | 2.42 | 0.31 | 0.001 | |
| P-120 | 130.3 | J-125 | J-126 | 100 | 3.52 | 0.45 | 0.002 | |
| P-121 | 45.3 | J-124 | J-128 | 200 | 155.86 | 4.96 | 0.092 | F |
| P-122 | 34.8 | J-128 | J-129 | 200 | 138.82 | 4.42 | 0.074 | F |
| P-123 | 50.8 | J-129 | J-130 | 100 | 8.26 | 1.05 | 0.012 | |
| P-124 | 37.5 | J-131 | J-132 | 100 | 2.36- | 0.3 | 0.001 | |
| P-125 | 101.5 | J-129 | J-132 | 200 | 110.74 | 3.53 | 0.049 | F |
| P-126 | 109.9 | J-128 | J-130 | 100 | 13.47 | 1.72 | 0.029 | |
| P-127 | 86.9 | J-132 | J-133 | 200 | 113.32 | 3.61 | 0.051 | F |
| P-128 | 142.9 | J-131 | J-133 | 100 | 13.92 | 1.77 | 0.031 | |
| P-129 | 76.2 | J-133 | J-134 | 200 | 121.51 | 3.87 | 0.058 | F |
| P-130 | 40.7 | J-134 | J-135 | 100 | 15.18 | 1.93 | 0.036 | |
| P-131 | 97.6 | J-135 | J-136 | 100 | 1.83 | 0.23 | 0.001 | |
| P-132 | 31.8 | J-135 | J-137 | 100 | 10.16 | 1.29 | 0.017 | |
| P-133 | 129.8 | J-137 | J-138 | 100 | 2.43 | 0.31 | 0.001 | |
| P-134 | 203.1 | J-134 | J-140 | 200 | 100.33 | 3.19 | 0.041 | F |
| P-135 | 77.5 | J-140 | J-72 | 200 | 82.44 | 2.62 | 0.028 | |
| P-136 | 61.2 | J-140 | J-141 | 100 | 11.48 | 1.46 | 0.021 | |
| P-137 | 87.1 | J-141 | J-142 | 60 | 1.63 | 0.58 | 0.013 | |

| | | | | | | | | |
|-------|--------|-------|-------|-----|---------|------|-------|---|
| P-138 | 610.8 | J-70 | J-144 | 100 | 14.8 | 1.88 | 0.034 | |
| P-139 | 434.3 | J-144 | J-72 | 100 | 4.79- | 0.61 | 0.004 | |
| P-140 | 89.2 | J-141 | J-145 | 100 | 5.39 | 0.69 | 0.005 | |
| P-141 | 99.1 | J-145 | J-143 | 60 | 1.86 | 0.66 | 0.017 | |
| P-142 | 125.3 | J-137 | J-139 | 100 | 2.35 | 0.3 | 0.001 | |
| P-143 | 76.5 | J-117 | J-146 | 100 | 3.17- | 0.4 | 0.002 | |
| P-144 | 32.4 | J-146 | J-118 | 200 | 63.4 | 2.02 | 0.017 | |
| P-145 | 35.5 | J-111 | J-146 | 200 | 69.28 | 2.21 | 0.02 | |
| P-146 | 123.4 | J-82 | J-147 | 100 | 12.88 | 1.64 | 0.03 | |
| P-147 | 58.8 | J-147 | J-83 | 80 | 9.47 | 1.88 | 0.083 | |
| P-148 | 238.3 | J-1 | J-148 | 300 | 61.63 | 0.87 | 0.004 | |
| P-149 | 377.4 | T-5 | J-24 | 100 | 25.9 | 3.3 | 0.097 | F |
| P-150 | 366.0 | J-90 | T-7 | 250 | 273.16- | 5.56 | 0.088 | F |
| P-151 | 142.5 | T-7 | T-4 | 100 | 9.20- | 1.17 | 0.027 | |
| P-152 | 355.2 | T-6 | J-1 | 400 | 291.69 | 2.32 | 0.019 | |
| P-153 | 157.8 | T-6 | T-5 | 250 | 79.38 | 1.62 | 0.017 | |
| P-156 | 263.6 | T-1 | PMP-3 | 200 | 10.95- | 0.35 | 0.001 | |
| P-157 | 6.1 | PMP-3 | T-6 | 200 | 10.95- | 0.35 | 0.001 | |
| P-158 | 1253.4 | J-148 | J-149 | 250 | 61.63 | 1.26 | 0.01 | |
| P-159 | 40.0 | J-149 | T-7 | 250 | 61.63 | 1.26 | 0.01 | |
| P-161 | 78.4 | J-74 | J-78 | 110 | 7.77 | 0.82 | 0.008 | |
| P-162 | 86.6 | J-78 | J-77 | 110 | 4.68 | 0.49 | 0.003 | |
| P-163 | 89.5 | J-77 | J-76 | 110 | 1.37 | 0.14 | 0 | B |
| P-164 | 71.1 | J-76 | J-75 | 110 | 1.64- | 0.17 | 0 | B |
| P-165 | 64.7 | J-75 | J-74 | 125 | 14.62- | 1.19 | 0.013 | |
| P-166 | 97.5 | J-82 | J-81 | 160 | 4.37 | 0.22 | 0 | |
| P-167 | 221.7 | J-81 | J-80 | 160 | 1.61- | 0.08 | 0 | B |
| P-168 | 64.7 | J-80 | J-79 | 160 | 6.98- | 0.35 | 0.001 | |
| P-169 | 116.9 | J-79 | J-73 | 160 | 10.39- | 0.52 | 0.002 | |
| P-170 | 29.1 | J-94 | J-95 | 100 | 2.82 | 0.36 | 0.002 | |
| P-171 | 29.2 | J-95 | J-96 | 100 | 0.55 | 0.07 | 0 | B |
| P-172 | 49.9 | J-91 | J-92 | 100 | 0.93 | 0.12 | 0 | B |
| P-173 | 69.0 | J-91 | J-93 | 100 | 1.29 | 0.16 | 0 | B |
| P-174 | 42.8 | J-83 | J-84 | 80 | 5.02 | 1 | 0.026 | |
| P-175 | 112.5 | J-84 | J-85 | 60 | 2.11 | 0.75 | 0.021 | |
| P-176 | 74.7 | J-121 | J-122 | 100 | 1.4 | 0.18 | 0 | B |
| P-177 | 190.2 | J-129 | J-132 | 100 | 12.74 | 1.62 | 0.026 | |
| P-178 | 100.9 | J-130 | J-131 | 100 | 16.83 | 2.14 | 0.044 | |
| P-179 | 210.9 | J-36 | J-37 | 100 | 3.95 | 0.5 | 0.003 | |
| P-180 | 100.5 | J-31 | J-32 | 100 | 23.41 | 2.98 | 0.08 | |
| P-181 | 57.3 | J-54 | J-68 | 100 | 1.07 | 0.14 | 0 | B |
| P-182 | 107.1 | J-104 | J-102 | 250 | 244.46- | 4.98 | 0.071 | F |
| P-183 | 113.7 | J-102 | J-90 | 250 | 252.14- | 5.14 | 0.075 | F |
| P-184 | 81.2 | J-105 | J-106 | 200 | 82.75 | 2.63 | 0.028 | |
| P-185 | 193.4 | J-1 | J-2 | 300 | 230.06 | 3.25 | 0.03 | F |
| P-186 | 153.6 | J-10 | J-12 | 100 | 2.88 | 0.37 | 0.002 | |

P: perte de charge trop grande

F: vitesse trop grande

B: vitesse trop faible

Tableau N° IV.4 : calcul des pressions du réseau existant.

| N° du nœud | Elevation (m) | gradient hydraulic (m) | Pression (bars) | Obs. |
|-------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------------|-------------|
| J-1 | 175 | 217.27 | 4.1 | |
| J-2 | 162 | 211.46 | 4.8 | |
| J-3 | 158 | 210.44 | 5.1 | |
| J-4 | 155 | 209.62 | 5.3 | |
| J-5 | 152 | 208.81 | 5.6 | |
| J-6 | 149 | 199.41 | 4.9 | |
| J-7 | 155 | 199.4 | 4.3 | |
| J-8 | 158 | 198.78 | 4 | |
| J-9 | 163 | 198.21 | 3.4 | |
| J-10 | 169 | 197.24 | 2.8 | |
| J-11 | 168 | 197.19 | 2.9 | |
| J-12 | 169 | 196.99 | 2.7 | |
| J-13 | 159 | 192.89 | 3.3 | |
| J-14 | 165 | 186.68 | 2.1 | |
| J-15 | 159 | 190.43 | 3.1 | |
| J-16 | 158 | 193.46 | 3.5 | |
| J-17 | 155 | 194.48 | 3.9 | |
| J-18 | 155 | 192.94 | 3.7 | |
| J-19 | 152 | 193.04 | 4 | |
| J-20 | 153 | 194.49 | 4.1 | |
| J-21 | 145 | 199.4 | 5.3 | |
| J-22 | 171 | 185.38 | 1.4 | |
| J-23 | 174 | 184.8 | 1.1 | |
| J-24 | 179 | 184.85 | 0.6 | |
| J-25 | 193 | 148.25 | 4.4 | N |
| J-26 | 183 | 140.19 | 4.2 | N |
| J-27 | 141 | 127.01 | 1.4 | N |
| J-28 | 141 | 135.57 | 0.5 | N |
| J-29 | 144 | 178.56 | 3.4 | |
| J-30 | 147 | 201.39 | 5.3 | |
| J-31 | 151 | 192.95 | 4.1 | |
| J-32 | 149 | 184.88 | 3.5 | |
| J-33 | 147 | 182.5 | 3.5 | |
| J-34 | 149 | 182.15 | 3.2 | |
| J-35 | 160 | 182.03 | 2.2 | |
| J-36 | 159 | 190.69 | 3.1 | |
| J-37 | 169 | 190.06 | 2.1 | |
| J-38 | 164 | 186.64 | 2.2 | |
| J-39 | 155 | 192.57 | 3.7 | |
| J-40 | 154 | 188.24 | 3.4 | |
| J-41 | 152 | 184.18 | 3.1 | |
| J-42 | 156 | 184.15 | 2.8 | |
| J-43 | 144 | 184.86 | 4 | |
| J-44 | 151 | 188.24 | 3.6 | |

| | | | | |
|-------------|-----|-----------|-------|---|
| J-45 | 144 | 207.64 | 6.2 | |
| J-46 | 137 | 135.1 | 0.2 | N |
| J-47 | 211 | 725.46- | 91.6 | N |
| J-48 | 217 | 1,014.32- | 120.5 | N |
| J-49 | 218 | 1,147.51- | 133.6 | N |
| J-50 | 220 | 1,179.23- | 136.9 | N |
| J-51 | 223 | 1,202.12- | 139.5 | N |
| J-52 | 225 | 1,213.33- | 140.8 | N |
| J-53 | 215 | 1,214.14- | 139.9 | N |
| J-54 | 210 | 1,043.16- | 122.6 | N |
| J-55 | 226 | 1,238.79- | 143.4 | N |
| J-56 | 229 | 1,246.84- | 144.4 | N |
| J-57 | 239 | 1,369.25- | 157.4 | N |
| J-58 | 239 | 1,374.07- | 157.9 | N |
| J-59 | 239 | 1,371.31- | 157.6 | N |
| J-60 | 239 | 1,375.20- | 158.0 | N |
| J-61 | 230 | 1,266.25- | 146.4 | N |
| J-62 | 226 | 1,213.30- | 140.9 | N |
| J-63 | 221 | 1,187.97- | 137.9 | N |
| J-64 | 219 | 1,155.60- | 134.5 | N |
| J-65 | 227 | 1,327.35- | 152.1 | N |
| J-66 | 227 | 1,333.78- | 152.8 | N |
| J-67 | 227 | 1,336.75- | 153.0 | N |
| J-68 | 203 | 1,043.19- | 122.0 | N |
| J-69 | 220 | 739.02- | 93.9 | N |
| J-70 | 136 | 107 | 2.8 | N |
| J-71 | 135 | 106.43 | 2.8 | N |
| J-72 | 141 | 87.86 | 5.2 | N |
| J-73 | 144 | 85.99 | 5.7 | N |
| J-74 | 132 | 84.05 | 4.7 | N |
| J-75 | 128 | 83.21 | 4.4 | N |
| J-76 | 120 | 83.18 | 3.6 | N |
| J-77 | 121 | 83.21 | 3.7 | N |
| J-78 | 132 | 83.46 | 4.8 | N |
| J-79 | 149 | 85.75 | 6.2 | N |
| J-80 | 156 | 85.68 | 6.9 | N |
| J-81 | 150 | 85.67 | 6.3 | N |
| J-82 | 138 | 85.71 | 5.1 | N |
| J-83 | 129 | 77.07 | 5.1 | N |
| J-84 | 120 | 75.97 | 4.3 | N |
| J-85 | 118 | 73.62 | 4.3 | N |
| J-86 | 120 | 81.34 | 3.8 | N |
| J-87 | 100 | 78.26 | 2.1 | N |
| J-88 | 129 | 76.52 | 5.1 | N |
| J-89 | 181 | 162.48 | 1.8 | N |
| J-90 | 170 | 171.42 | 0.1 | B |
| J-91 | 170 | 171.1 | 0.1 | B |
| J-92 | 166 | 171.09 | 0.5 | |

| | | | | |
|--------------|-----|--------|-----|---|
| J-93 | 166 | 171.07 | 0.5 | |
| J-94 | 173 | 170.89 | 0.2 | N |
| J-95 | 175 | 170.85 | 0.4 | N |
| J-96 | 177 | 170.84 | 0.6 | N |
| J-97 | 173 | 170.88 | 0.2 | N |
| J-98 | 175 | 170.84 | 0.4 | N |
| J-99 | 173 | 171.09 | 0.2 | N |
| J-100 | 180 | 171.03 | 0.9 | N |
| J-101 | 186 | 171.06 | 1.5 | N |
| J-102 | 157 | 162.83 | 0.6 | |
| J-103 | 156 | 162.77 | 0.7 | |
| J-104 | 151 | 155.2 | 0.4 | B |
| J-105 | 143 | 151.77 | 0.9 | |
| J-106 | 133 | 149.46 | 1.6 | |
| J-107 | 142 | 149.45 | 0.7 | |
| J-108 | 135 | 148.61 | 1.3 | |
| J-109 | 143 | 145.68 | 0.3 | B |
| J-110 | 146 | 145.68 | 0 | B |
| J-111 | 143 | 145 | 0.2 | B |
| J-112 | 142 | 144.99 | 0.3 | B |
| J-113 | 145 | 145.09 | 0 | B |
| J-114 | 144 | 144.48 | 0 | B |
| J-115 | 149 | 145.08 | 0.4 | N |
| J-116 | 147 | 145.31 | 0.2 | N |
| J-117 | 144 | 144.12 | 0 | B |
| J-118 | 141 | 143.71 | 0.3 | B |
| J-119 | 146 | 143.71 | 0.2 | N |
| J-120 | 141 | 141.22 | 0 | B |
| J-121 | 141 | 139.87 | 0.1 | N |
| J-122 | 140 | 139.84 | 0 | B |
| J-123 | 142 | 138.52 | 0.3 | N |
| J-124 | 143 | 118.82 | 2.4 | N |
| J-125 | 143 | 117.88 | 2.5 | N |
| J-126 | 140 | 117.57 | 2.2 | N |
| J-127 | 135 | 117.41 | 1.7 | N |
| J-128 | 143 | 114.66 | 2.8 | N |
| J-129 | 144 | 112.08 | 3.1 | N |
| J-130 | 152 | 111.49 | 4.0 | N |
| J-131 | 148 | 107.09 | 4.0 | N |
| J-132 | 142 | 107.13 | 3.4 | N |
| J-133 | 140 | 102.71 | 3.6 | N |
| J-134 | 137 | 98.3 | 3.8 | N |
| J-135 | 144 | 96.83 | 4.6 | N |
| J-136 | 144 | 96.76 | 4.6 | N |
| J-137 | 152 | 96.29 | 5.5 | N |
| J-138 | 152 | 96.13 | 5.5 | N |
| J-139 | 155 | 96.15 | 5.8 | N |
| J-140 | 137 | 90.05 | 4.6 | N |

| | | | | |
|--------------|-----|--------|-----|---|
| J-141 | 133 | 88.73 | 4.3 | N |
| J-142 | 134 | 87.6 | 4.5 | N |
| J-143 | 122 | 86.63 | 3.5 | N |
| J-144 | 114 | 86.01 | 2.7 | N |
| J-145 | 124 | 88.26 | 3.5 | N |
| J-146 | 141 | 144.28 | 0.3 | B |
| J-147 | 131 | 81.95 | 4.8 | N |
| J-148 | 158 | 216.25 | 5.7 | |
| J-149 | 204 | 203.22 | 0.1 | N |

N : pression négative (dépression)

F : forte pression

B : faible pression

Tableau № IV.5 : calcul du débits nodaux a l'horizon- cas de pointe-

| Nº nœud | Nº tronçon | Longueur (m) | Qsp (l/s/m) | Q tronçon (l/s) | 0.5 Qtr (l/s) | Q nœud (l/s) |
|----------------|-------------------|---------------------|--------------------|------------------------|----------------------|---------------------|
| J-2 | P-1 | 127.53 | 0.02 | 2.551 | 1.275 | 4.741 |
| | P-52 | 193.39 | 0.02 | 3.868 | 1.934 | |
| | P-65 | 153.14 | 0.02 | 3.063 | 1.531 | |
| J-3 | P-13 | 184.81 | 0.02 | 3.696 | 1.848 | 3.380 |
| | P-65 | 153.14 | 0.02 | 3.063 | 1.531 | |
| J-4 | P-1 | 127.53 | 0.02 | 2.551 | 1.275 | 2.942 |
| | P-63 | 166.63 | 0.02 | 3.333 | 1.666 | |
| J-5 | P-8 | 8.67 | 0.02 | 0.173 | 0.087 | 2.626 |
| | P-63 | 166.63 | 0.02 | 3.333 | 1.666 | |
| | P-64 | 87.26 | 0.02 | 1.745 | 0.873 | |
| J-6 | P-2 | 435.88 | 0.02 | 8.718 | 4.359 | 5.231 |
| | P-64 | 87.26 | 0.02 | 1.745 | 0.873 | |
| J-7 | P-2 | 435.88 | 0.02 | 8.718 | 4.359 | 11.237 |
| | P-3 | 97.39 | 0.02 | 1.948 | 0.974 | |
| | P-9 | 590.47 | 0.02 | 11.809 | 5.905 | |
| J-8 | P-3 | 97.39 | 0.02 | 1.948 | 0.974 | 4.897 |
| | P-4 | 392.31 | 0.02 | 7.846 | 3.923 | |
| J-9 | P-4 | 392.31 | 0.02 | 7.846 | 3.923 | 5.646 |
| | P-5 | 59.9 | 0.02 | 1.198 | 0.599 | |
| | P-24 | 112.36 | 0.02 | 2.247 | 1.124 | |
| J-10 | P-5 | 59.9 | 0.02 | 1.198 | 0.599 | 2.305 |
| | P-6 | 170.6 | 0.02 | 3.412 | 1.706 | |
| J-11 | P-6 | 170.6 | 0.02 | 3.412 | 1.706 | 4.739 |
| | P-7 | 187.81 | 0.02 | 3.756 | 1.878 | |
| | P-61 | 115.49 | 0.02 | 2.310 | 1.155 | |
| J-12 | P-7 | 187.81 | 0.02 | 3.756 | 1.878 | 4.615 |
| | P-12 | 95.86 | 0.02 | 1.917 | 0.959 | |
| | P-60 | 177.83 | 0.02 | 3.557 | 1.778 | |
| J-13 | P-8 | 8.67 | 0.02 | 0.173 | 0.087 | 6.910 |
| | P-9 | 590.47 | 0.02 | 11.809 | 5.905 | |

| | | | | | | |
|-------------|------|--------|------|--------|-------|-------|
| | P-62 | 91.86 | 0.02 | 1.837 | 0.919 | |
| J-14 | P-10 | 58.24 | 0.02 | 1.165 | 0.582 | 3.279 |
| | P-60 | 177.83 | 0.02 | 3.557 | 1.778 | |
| | P-62 | 91.86 | 0.02 | 1.837 | 0.919 | |
| J-15 | P-10 | 58.24 | 0.02 | 1.165 | 0.582 | 1.374 |
| | P-11 | 79.18 | 0.02 | 1.584 | 0.792 | |
| J-16 | P-11 | 79.18 | 0.02 | 1.584 | 0.792 | 1.947 |
| | P-61 | 115.49 | 0.02 | 2.310 | 1.155 | |
| J-17 | P-12 | 95.86 | 0.02 | 1.917 | 0.959 | 2.807 |
| | P-13 | 184.81 | 0.02 | 3.696 | 1.848 | |
| J-18 | P-15 | 104.68 | 0.02 | 2.094 | 1.047 | 1.047 |
| J-19 | P-15 | 104.68 | 0.02 | 2.094 | 1.047 | 2.704 |
| | P-16 | 90.74 | 0.02 | 1.815 | 0.907 | |
| | P-18 | 74.95 | 0.02 | 1.499 | 0.750 | |
| J-20 | P-16 | 90.74 | 0.02 | 1.815 | 0.907 | 1.585 |
| | P-59 | 67.72 | 0.02 | 1.354 | 0.677 | |
| J-21 | P-17 | 123.88 | 0.02 | 2.478 | 1.239 | 2.446 |
| | P-19 | 52.97 | 0.02 | 1.059 | 0.530 | |
| | P-59 | 67.72 | 0.02 | 1.354 | 0.677 | |
| J-22 | P-17 | 123.88 | 0.02 | 2.478 | 1.239 | 1.239 |
| J-23 | P-18 | 74.95 | 0.02 | 1.499 | 0.750 | 0.750 |
| J-24 | P-19 | 52.97 | 0.02 | 1.059 | 0.530 | 1.263 |
| | P-20 | 17.05 | 0.02 | 0.341 | 0.171 | |
| | P-23 | 56.28 | 0.02 | 1.126 | 0.563 | |
| J-25 | P-20 | 17.05 | 0.02 | 0.341 | 0.171 | 1.934 |
| | P-21 | 58.34 | 0.02 | 1.167 | 0.583 | |
| | P-22 | 118.01 | 0.02 | 2.360 | 1.180 | |
| J-26 | P-21 | 58.34 | 0.02 | 1.167 | 0.583 | 0.583 |
| J-27 | P-22 | 118.01 | 0.02 | 2.360 | 1.180 | 1.180 |
| J-28 | P-23 | 56.28 | 0.02 | 1.126 | 0.563 | 0.563 |
| J-29 | P-24 | 112.36 | 0.02 | 2.247 | 1.124 | 7.232 |
| | P-39 | 610.8 | 0.02 | 12.216 | 6.108 | |
| J-30 | P-40 | 434.26 | 0.02 | 8.685 | 4.343 | 7.911 |
| | P-58 | 356.8 | 0.02 | 7.136 | 3.568 | |
| J-31 | P-25 | 231.48 | 0.02 | 4.630 | 2.315 | 2.315 |
| J-32 | P-29 | 148.28 | 0.02 | 2.966 | 1.483 | 3.370 |
| | P-54 | 188.67 | 0.02 | 3.773 | 1.887 | |
| J-33 | P-26 | 121.29 | 0.02 | 2.426 | 1.213 | 3.100 |
| | P-54 | 188.67 | 0.02 | 3.773 | 1.887 | |
| J-34 | P-26 | 121.29 | 0.02 | 2.426 | 1.213 | 1.809 |
| | P-27 | 28.46 | 0.02 | 0.569 | 0.285 | |
| | P-28 | 31.15 | 0.02 | 0.623 | 0.312 | |
| J-35 | P-27 | 28.46 | 0.02 | 0.569 | 0.285 | 0.285 |
| J-36 | P-28 | 31.15 | 0.02 | 0.623 | 0.312 | 2.398 |
| | P-55 | 140.62 | 0.02 | 2.812 | 1.406 | |
| | P-56 | 68.02 | 0.02 | 1.360 | 0.680 | |
| J-37 | P-55 | 140.62 | 0.02 | 2.812 | 1.406 | 1.406 |

| | | | | | | |
|-------------|------|--------|------|--------|-------|--------|
| J-38 | P-29 | 148.28 | 0.02 | 2.966 | 1.483 | 2.759 |
| | P-33 | 127.6 | 0.02 | 2.552 | 1.276 | |
| J-39 | P-30 | 39.66 | 0.02 | 0.793 | 0.397 | 2.766 |
| | P-31 | 168.87 | 0.02 | 3.377 | 1.689 | |
| | P-56 | 68.02 | 0.02 | 1.360 | 0.680 | |
| J-40 | P-30 | 39.66 | 0.02 | 0.793 | 0.397 | 0.397 |
| J-41 | P-31 | 168.87 | 0.02 | 3.377 | 1.689 | 2.333 |
| | P-32 | 64.38 | 0.02 | 1.288 | 0.644 | |
| J-42 | P-32 | 64.38 | 0.02 | 1.288 | 0.644 | 1.397 |
| | P-34 | 75.31 | 0.02 | 1.506 | 0.753 | |
| J-43 | P-33 | 127.6 | 0.02 | 2.552 | 1.276 | 4.587 |
| | P-34 | 75.31 | 0.02 | 1.506 | 0.753 | |
| | P-57 | 255.81 | 0.02 | 5.116 | 2.558 | |
| J-44 | P-35 | 50.76 | 0.02 | 1.015 | 0.508 | 5.982 |
| | P-37 | 101.46 | 0.02 | 2.029 | 1.015 | |
| | P-50 | 190.15 | 0.02 | 3.803 | 1.902 | |
| | P-57 | 255.81 | 0.02 | 5.116 | 2.558 | |
| J-45 | P-35 | 50.76 | 0.02 | 1.015 | 0.508 | 1.517 |
| | P-51 | 100.93 | 0.02 | 2.019 | 1.009 | |
| J-46 | P-36 | 37.47 | 0.02 | 0.749 | 0.375 | 1.384 |
| | P-51 | 100.93 | 0.02 | 2.019 | 1.009 | |
| J-47 | P-36 | 37.47 | 0.02 | 0.749 | 0.375 | 4.160 |
| | P-37 | 101.46 | 0.02 | 2.029 | 1.015 | |
| | P-38 | 86.89 | 0.02 | 1.738 | 0.869 | |
| | P-50 | 190.15 | 0.02 | 3.803 | 1.902 | |
| J-48 | P-38 | 86.89 | 0.02 | 1.738 | 0.869 | 4.437 |
| | P-58 | 356.8 | 0.02 | 7.136 | 3.568 | |
| J-49 | P-39 | 610.8 | 0.02 | 12.216 | 6.108 | 10.451 |
| | P-40 | 434.26 | 0.02 | 8.685 | 4.343 | |

Tableau N° IV.6 : calcul hydraulique du réseau rénové -cas de pointe-

| N° du tronçon | longueur (m) | du nœud | au nœud | Diamètre (mm) | debit (L/s) | Vitesse (m/s) | gradient de p.d.c (m/m) | Obs. |
|----------------------|---------------------|----------------|----------------|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------------------|-------------|
| P-1 | 143.37 | J-2 | J-4 | 100 | 8.28 | 1.05 | 0.012 | |
| P-2 | 435.88 | J-7 | J-8 | 250 | 82.14 | 1.67 | 0.009 | |
| P-3 | 97.39 | J-8 | J-9 | 200 | 44.82 | 1.43 | 0.009 | |
| P-4 | 392.31 | J-9 | J-10 | 160 | 26.31 | 1.31 | 0.01 | |
| P-5 | 59.9 | J-11 | J-10 | 160 | 37.31 | 1.86 | 0.019 | |
| P-6 | 170.6 | J-12 | J-11 | 200 | 46.02 | 1.46 | 0.01 | |
| P-7 | 187.81 | J-13 | J-12 | 160 | 36.95 | 1.84 | 0.019 | |
| P-8 | 8.67 | J-5 | J-14 | 250 | 86.16 | 1.76 | 0.01 | |
| P-9 | 590.47 | J-14 | J-8 | 100 | 5.16 | 0.66 | 0.005 | |
| P-10 | 79.18 | J-15 | J-16 | 160 | 34.35 | 1.71 | 0.017 | |
| P-11 | 95.86 | J-17 | J-13 | 200 | 51.45 | 1.64 | 0.012 | |
| P-12 | 184.81 | J-3 | J-17 | 250 | 62.06 | 1.26 | 0.006 | |
| P-13 | 90.74 | J-18 | J-19 | 250 | 72.62 | 1.48 | 0.014 | |

| | | | | | | | | |
|------|----------|-------|-------|-----|--------|------|-------|------------------|
| P-14 | 123.88 | J-20 | J-21 | 160 | 25.12 | 1.25 | 0.017 | |
| P-15 | 86.83 | J-19 | J-24 | 160 | 30.98 | 1.54 | 0.025 | |
| P-16 | 112.36 | J-10 | J-25 | 160 | 42.28 | 2.1 | 0.024 | |
| P-17 | 231.48 | T-4 | J-27 | 90 | 8.75 | 1.38 | 0.04 | |
| P-18 | 121.29 | J-29 | J-30 | 200 | 44.97 | 1.43 | 0.009 | |
| P-19 | 28.46 | J-30 | J-31 | 90 | 1.08 | 0.17 | 0 | |
| P-20 | 31.15 | J-30 | J-32 | 200 | 37.06 | 1.18 | 0.006 | |
| P-21 | 148.28 | J-28 | J-34 | 315 | 151.9 | 1.95 | 0.01 | |
| P-22 | 39.66 | J-35 | J-36 | 90 | 1.5 | 0.24 | 0.001 | |
| P-23 | 168.87 | J-35 | J-37 | 200 | 10.73 | 0.34 | 0.001 | |
| P-24 | 64.38 | J-37 | J-38 | 200 | 1.92 | 0.06 | 0 | B |
| P-25 | 127.6 | J-34 | J-39 | 315 | 141.47 | 1.82 | 0.008 | |
| P-26 | 75.31 | J-39 | J-38 | 200 | 3.36 | 0.11 | 0 | B |
| P-27 | 50.76 | J-40 | J-41 | 100 | 9.5 | 1.21 | 0.015 | |
| P-28 | 37.47 | J-43 | J-42 | 90 | 1.46 | 0.23 | 0.001 | |
| P-29 | 101.44 | J-44 | J-43 | 90 | 0.49 | 0.08 | 0 | B |
| P-30 | 49.83 | J-45 | J-44 | 100 | 6.21 | 0.79 | 0.007 | |
| P-31 | 42.12 | J-40 | J-45 | 100 | 9.69 | 1.23 | 0.016 | |
| P-32 | 101.46 | J-40 | J-43 | 250 | 84.57 | 1.72 | 0.01 | |
| P-33 | 86.89 | J-43 | J-46 | 250 | 71.24 | 1.45 | 0.007 | |
| P-34 | 219.04 | J-21 | J-47 | 110 | 12.15 | 1.28 | 0.028 | |
| P-35 | 610.8 | J-25 | J-48 | 100 | 14.94 | 1.9 | 0.035 | |
| P-36 | 434.26 | J-26 | J-48 | 160 | 24.56 | 1.22 | 0.009 | |
| P-37 | 238.04 | J-49 | J-1 | 300 | 79.07 | 1.12 | 0.001 | |
| P-38 | 377.38 | T-5 | J-7 | 400 | 214.51 | 1.71 | 0.011 | |
| P-39 | 355.16 | J-1 | T-6 | 400 | 79.07 | 0.63 | 0 | |
| P-40 | 157.81 | T-6 | T-5 | 250 | 56.4 | 1.15 | 0.021 | |
| P-41 | 10.68 | T-2 | PMP-2 | 400 | 156.91 | 1.25 | 0.001 | Adduction Ref |
| P-42 | 1,949.22 | PMP-2 | T-3 | 400 | 156.91 | 1.25 | 0.001 | Adduction Ref |
| P-43 | 263.63 | PMP-3 | T-1 | 200 | 10.04 | 0.32 | 0.013 | |
| P-44 | 6.11 | T-6 | PMP-3 | 200 | 10.04 | 0.32 | 0.001 | |
| P-45 | 1,273.29 | J-50 | J-49 | 250 | 79.07 | 1.61 | 0.002 | |
| P-46 | 20.27 | J-50 | T-7 | 250 | 74.88 | 1.53 | 0.185 | |
| P-47 | 371.11 | T-3 | J-50 | 500 | 157.17 | 0.8 | 0.1 | Adduction gravit |
| P-48 | 586.75 | T-7 | J-28 | 400 | 243.49 | 1.94 | 0.008 | |
| P-49 | 77.8 | J-24 | J-22 | 160 | 24.76 | 1.23 | 0.01 | |
| P-50 | 67.72 | J-19 | J-20 | 160 | 32.36 | 1.61 | 0.028 | |
| P-51 | 540.04 | T-6 | J-2 | 315 | 114.72 | 1.47 | 0.013 | |
| P-52 | 213.79 | J-23 | J-47 | 110 | 4.21 | 0.44 | 0.002 | |
| P-53 | 157.18 | J-50 | T-4 | 100 | 3.22 | 0.41 | 0.127 | |
| P-54 | 421.41 | T-1 | J-18 | 250 | 91.98 | 1.87 | 0.013 | |
| P-55 | 356.79 | J-46 | J-26 | 200 | 54.46 | 1.73 | 0.013 | |
| P-56 | 58.24 | J-6 | J-15 | 160 | 39.54 | 1.97 | 0.021 | |
| P-57 | 188.39 | J-28 | J-29 | 250 | 56.68 | 1.15 | 0.005 | |
| P-58 | 140.62 | J-32 | J-33 | 90 | 5.32 | 0.84 | 0.009 | |
| P-59 | 67.94 | J-32 | J-35 | 200 | 22.68 | 0.72 | 0.003 | |

| | | | | | | | |
|-------------|--------|------|------|-----|--------|------|-------|
| P-60 | 255.66 | J-39 | J-40 | 315 | 120.77 | 1.55 | 0.006 |
| P-61 | 100.93 | J-41 | J-42 | 100 | 3.77 | 0.48 | 0.003 |
| P-62 | 87.38 | J-7 | J-5 | 250 | 98.33 | 2 | 0.013 |
| P-63 | 86.37 | J-14 | J-6 | 200 | 55.09 | 1.75 | 0.013 |
| P-64 | 115.49 | J-16 | J-12 | 160 | 26.99 | 1.34 | 0.011 |
| P-65 | 183.31 | J-6 | J-13 | 110 | 3.15 | 0.33 | 0.001 |
| P-66 | 152.91 | J-2 | J-3 | 300 | 74.82 | 1.06 | 0.004 |
| P-67 | 126.1 | J-22 | J-23 | 110 | 17.05 | 1.79 | 0.052 |
| P-68 | 150.8 | J-5 | J-4 | 90 | 2.84 | 0.45 | 0.003 |

P: perte de charge trop grande

F: vitesse trop grande

B: vitesse trop faible

Tableau N° IV.7 : calcul pressions du réseau rénové- cas de pointe-

| N° du nœud | Elevation (m) | gradient hydraulic (m) | Pression (bars) | Obs. |
|-------------------|--------------------------|---------------------------------------|----------------------------|-------------|
| J-1 | 175 | 224.04 | 4.8 | |
| J-2 | 162 | 216.99 | 5.4 | |
| J-3 | 152 | 216.42 | 6.3 | |
| J-4 | 163 | 215.31 | 5.1 | |
| J-5 | 165 | 215.72 | 5 | |
| J-6 | 155 | 214.47 | 5.8 | |
| J-7 | 179 | 216.87 | 3.7 | |
| J-8 | 193 | 212.75 | 1.9 | |
| J-9 | 183 | 211.86 | 2.8 | |
| J-10 | 141 | 207.9 | 6.5 | |
| J-11 | 141 | 209.05 | 6.7 | |
| J-12 | 144 | 210.69 | 6.5 | |
| J-13 | 147 | 214.24 | 6.6 | |
| J-14 | 164 | 215.63 | 5.1 | |
| J-15 | 154 | 213.22 | 5.8 | |
| J-16 | 152 | 211.91 | 5.9 | |
| J-17 | 144 | 215.38 | 6.9 | |
| J-18 | 217 | 268.31 | 5 | |
| J-19 | 218 | 267.03 | 4.8 | |
| J-20 | 225 | 265.16 | 3.9 | |
| J-21 | 215 | 263.02 | 4.7 | |
| J-22 | 239 | 264.01 | 2.4 | |
| J-23 | 239 | 257.41 | 1.8 | |
| J-24 | 219 | 264.82 | 4.5 | |
| J-25 | 138 | 205.17 | 6.6 | |
| J-26 | 141 | 187.68 | 4.6 | |
| J-27 | 181 | 197.67 | 1.6 | |
| J-28 | 151 | 198.1 | 4.6 | |
| J-29 | 135 | 197.2 | 6.1 | |
| J-30 | 143 | 196.09 | 5.2 | |
| J-31 | 146 | 196.07 | 4.9 | |
| J-32 | 143 | 195.89 | 5.2 | |
| J-33 | 149 | 194.68 | 4.5 | |

| | | | |
|-------------|-----|--------|-----|
| J-34 | 147 | 196.68 | 4.9 |
| J-35 | 141 | 195.71 | 5.4 |
| J-36 | 146 | 195.68 | 4.9 |
| J-37 | 141 | 195.6 | 5.3 |
| J-38 | 141 | 195.6 | 5.3 |
| J-39 | 142 | 195.61 | 5.2 |
| J-40 | 144 | 194 | 4.9 |
| J-41 | 152 | 193.24 | 4 |
| J-42 | 148 | 192.96 | 4.4 |
| J-43 | 142 | 192.99 | 5 |
| J-44 | 140 | 193 | 5.2 |
| J-45 | 141 | 193.34 | 5.1 |
| J-46 | 140 | 192.36 | 5.1 |
| J-47 | 202 | 256.9 | 5.4 |
| J-48 | 120 | 183.82 | 6.2 |
| J-49 | 158 | 224.25 | 6.5 |
| J-50 | 204 | 226.95 | 2.2 |

N : pression négative (dépression)

F : forte pression

B : faible pression

Tableau № IV.8: calcul hydraulique du réseau rénové – cas de pointe+incendie-

| Nº du tronçon | longueur (m) | du nœud | au nœud | Diamètre (mm) | debit (L/s) | Vitesse (m/s) | gradient de p.d.c (m/m) |
|----------------------|---------------------|----------------|----------------|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------------------|
| P-1 | 143.37 | J-2 | J-4 | 100 | 8.67 | 1.1 | 0.013 |
| P-2 | 435.88 | J-7 | J-8 | 250 | 95.36 | 1.94 | 0.012 |
| P-3 | 97.39 | J-8 | J-9 | 200 | 42.18 | 1.34 | 0.008 |
| P-4 | 392.31 | J-9 | J-10 | 160 | 23.67 | 1.18 | 0.008 |
| P-5 | 59.9 | J-11 | J-10 | 160 | 39.64 | 1.97 | 0.022 |
| P-6 | 170.6 | J-12 | J-11 | 200 | 48.35 | 1.54 | 0.011 |
| P-7 | 187.81 | J-13 | J-12 | 160 | 38.41 | 1.91 | 0.02 |
| P-8 | 8.67 | J-5 | J-14 | 250 | 87.54 | 1.78 | 0.011 |
| P-9 | 590.47 | J-14 | J-8 | 100 | 6.3 | 0.8 | 0.007 |
| P-10 | 79.18 | J-15 | J-16 | 160 | 35.22 | 1.75 | 0.017 |
| P-11 | 95.86 | J-17 | J-13 | 200 | 53.54 | 1.7 | 0.013 |
| P-12 | 184.81 | J-3 | J-17 | 250 | 64.15 | 1.31 | 0.006 |
| P-13 | 90.74 | J-18 | J-19 | 250 | 72.62 | 1.48 | 0.014 |
| P-14 | 123.88 | J-20 | J-21 | 160 | 25.12 | 1.25 | 0.017 |
| P-15 | 86.83 | J-19 | J-24 | 160 | 30.98 | 1.54 | 0.025 |
| P-16 | 112.36 | J-10 | J-25 | 160 | 41.97 | 2.09 | 0.024 |
| P-17 | 231.48 | T-4 | J-27 | 90 | 8.75 | 1.38 | 0.04 |
| P-18 | 121.29 | J-29 | J-30 | 200 | 45.04 | 1.43 | 0.009 |
| P-19 | 28.46 | J-30 | J-31 | 90 | 1.08 | 0.17 | 0 |
| P-20 | 31.15 | J-30 | J-32 | 200 | 37.12 | 1.18 | 0.006 |
| P-21 | 148.28 | J-28 | J-34 | 315 | 152.15 | 1.95 | 0.01 |
| P-22 | 39.66 | J-35 | J-36 | 90 | 1.5 | 0.24 | 0.001 |

| | | | | | | | |
|------|----------|-------|-------|-----|--------|------|-------|
| P-23 | 168.87 | J-35 | J-37 | 200 | 10.8 | 0.34 | 0.001 |
| P-24 | 64.38 | J-37 | J-38 | 200 | 1.98 | 0.06 | 0 |
| P-25 | 127.6 | J-34 | J-39 | 315 | 141.72 | 1.82 | 0.008 |
| P-26 | 75.31 | J-39 | J-38 | 200 | 3.3 | 0.11 | 0 |
| P-27 | 50.76 | J-40 | J-41 | 100 | 9.52 | 1.21 | 0.015 |
| P-28 | 37.47 | J-43 | J-42 | 90 | 1.44 | 0.23 | 0.001 |
| P-29 | 101.44 | J-44 | J-43 | 90 | 0.51 | 0.08 | 0 |
| P-30 | 49.83 | J-45 | J-44 | 100 | 6.23 | 0.79 | 0.007 |
| P-31 | 42.12 | J-40 | J-45 | 100 | 9.71 | 1.24 | 0.016 |
| P-32 | 101.46 | J-40 | J-43 | 250 | 84.84 | 1.73 | 0.01 |
| P-33 | 86.89 | J-43 | J-46 | 250 | 71.54 | 1.46 | 0.007 |
| P-34 | 219.04 | J-21 | J-47 | 110 | 12.15 | 1.28 | 0.028 |
| P-35 | 610.8 | J-25 | J-48 | 100 | 14.63 | 1.86 | 0.034 |
| P-36 | 434.26 | J-26 | J-48 | 160 | 24.87 | 1.24 | 0.009 |
| P-37 | 238.04 | J-49 | J-1 | 300 | 79.07 | 1.12 | 0.001 |
| P-38 | 377.38 | T-5 | J-7 | 400 | 228.72 | 1.82 | 0.012 |
| P-39 | 355.16 | J-1 | T-6 | 400 | 79.07 | 0.63 | 0 |
| P-40 | 157.81 | T-6 | T-5 | 250 | 56.42 | 1.15 | 0.021 |
| P-41 | 10.68 | T-2 | PMP-2 | 400 | 156.91 | 1.25 | 0.001 |
| P-42 | 1,949.22 | PMP-2 | T-3 | 400 | 156.91 | 1.25 | 0.001 |
| P-43 | 263.63 | PMP-3 | T-1 | 200 | 10.04 | 0.32 | 0.013 |
| P-44 | 6.11 | T-6 | PMP-3 | 200 | 10.04 | 0.32 | 0.001 |
| P-45 | 1,273.29 | J-50 | J-49 | 250 | 79.07 | 1.61 | 0.002 |
| P-46 | 20.27 | J-50 | T-7 | 250 | 74.88 | 1.53 | 1.185 |
| P-47 | 371.11 | T-3 | J-50 | 500 | 157.17 | 0.8 | 0.1 |
| P-48 | 586.75 | T-7 | J-28 | 400 | 243.79 | 1.94 | 0.008 |
| P-49 | 77.8 | J-24 | J-22 | 160 | 24.76 | 1.23 | 0.01 |
| P-50 | 67.72 | J-19 | J-20 | 160 | 32.36 | 1.61 | 0.028 |
| P-51 | 540.04 | T-6 | J-2 | 315 | 117.2 | 1.5 | 0.013 |
| P-52 | 213.79 | J-23 | J-47 | 110 | 4.21 | 0.44 | 0.002 |
| P-53 | 157.18 | J-50 | T-4 | 100 | 3.22 | 0.41 | 0.127 |
| P-54 | 421.41 | T-1 | J-18 | 250 | 91.98 | 1.87 | 0.013 |
| P-55 | 356.79 | J-46 | J-26 | 200 | 54.77 | 1.74 | 0.013 |
| P-56 | 58.24 | J-6 | J-15 | 160 | 40.41 | 2.01 | 0.022 |
| P-57 | 188.39 | J-28 | J-29 | 250 | 56.74 | 1.16 | 0.005 |
| P-58 | 140.62 | J-32 | J-33 | 90 | 5.32 | 0.84 | 0.009 |
| P-59 | 67.94 | J-32 | J-35 | 200 | 22.75 | 0.72 | 0.003 |
| P-60 | 255.66 | J-39 | J-40 | 315 | 121.08 | 1.55 | 0.006 |
| P-61 | 100.93 | J-41 | J-42 | 100 | 3.79 | 0.48 | 0.003 |
| P-62 | 87.38 | J-7 | J-5 | 250 | 99.32 | 2.02 | 0.013 |
| P-63 | 86.37 | J-14 | J-6 | 200 | 55.33 | 1.76 | 0.013 |
| P-64 | 115.49 | J-16 | J-12 | 160 | 27.86 | 1.39 | 0.011 |
| P-65 | 183.31 | J-6 | J-13 | 110 | 2.52 | 0.27 | 0.001 |
| P-66 | 152.91 | J-2 | J-3 | 300 | 76.91 | 1.09 | 0.004 |
| P-67 | 126.1 | J-22 | J-23 | 110 | 17.05 | 1.79 | 0.052 |
| P-68 | 150.8 | J-5 | J-4 | 90 | 2.45 | 0.38 | 0.002 |

Tableau № IV.9 : calcul pressions nodaux -cas de pointe+incendie-

| Nº du nœud | Elevation (m) | gradient hydraulic (m) | Pression (bars) |
|-------------------|----------------------|-------------------------------|------------------------|
| J-1 | 175 | 224.04 | 4.8 |
| J-2 | 162 | 216.71 | 5.4 |
| J-3 | 152 | 216.1 | 6.3 |
| J-4 | 163 | 214.88 | 5.1 |
| J-5 | 165 | 215.19 | 4.9 |
| J-6 | 155 | 213.93 | 5.8 |
| J-7 | 179 | 216.36 | 3.7 |
| J-8 | 193 | 210.93 | 1.8 |
| J-9 | 183 | 210.13 | 2.7 |
| J-10 | 141 | 206.88 | 6.4 |
| J-11 | 141 | 208.17 | 6.6 |
| J-12 | 144 | 209.96 | 6.5 |
| J-13 | 147 | 213.78 | 6.5 |
| J-14 | 164 | 215.1 | 5 |
| J-15 | 154 | 212.63 | 5.7 |
| J-16 | 152 | 211.26 | 5.8 |
| J-17 | 144 | 215 | 6.9 |
| J-18 | 217 | 268.31 | 5 |
| J-19 | 218 | 267.03 | 4.8 |
| J-20 | 225 | 265.16 | 3.9 |
| J-21 | 215 | 263.02 | 4.7 |
| J-22 | 239 | 264.01 | 2.4 |
| J-23 | 239 | 257.41 | 1.8 |
| J-24 | 219 | 264.82 | 4.5 |
| J-25 | 138 | 204.18 | 6.5 |
| J-26 | 141 | 187.6 | 4.6 |
| J-27 | 181 | 197.67 | 1.6 |
| J-28 | 151 | 198.09 | 4.6 |
| J-29 | 135 | 197.19 | 6.1 |
| J-30 | 143 | 196.07 | 5.2 |
| J-31 | 146 | 196.06 | 4.9 |
| J-32 | 143 | 195.87 | 5.2 |
| J-33 | 149 | 194.66 | 4.5 |
| J-34 | 147 | 196.66 | 4.9 |
| J-35 | 141 | 195.69 | 5.4 |
| J-36 | 146 | 195.66 | 4.9 |
| J-37 | 141 | 195.58 | 5.3 |
| J-38 | 141 | 195.58 | 5.3 |
| J-39 | 142 | 195.59 | 5.2 |
| J-40 | 144 | 193.98 | 4.9 |
| J-41 | 152 | 193.21 | 4 |
| J-42 | 148 | 192.93 | 4.4 |
| J-43 | 142 | 192.96 | 5 |
| J-44 | 140 | 192.97 | 5.2 |
| J-45 | 141 | 193.31 | 5.1 |
| J-46 | 140 | 192.32 | 5.1 |
| J-47 | 202 | 256.9 | 5.4 |

| | | | |
|-------------|-----|--------|-----|
| J-48 | 120 | 183.65 | 6.2 |
| J-49 | 158 | 224.25 | 6.5 |
| J-50 | 204 | 226.95 | 2.2 |

BIBLIOGRAPHIE

- 1- Lyonnaise des eaux Tome I . Memento du gestionnaire de l'alimentation en eau et de l'assainissement .
- 2- A. DUPANT . Hydraulique urbaines .
- 3- JACQUES BONVIN . Hydraulique urbaine Tome I .
- 4- RAYMOND DESJARDINS . Le traitement des eaux 2eme édition .
- 5- J. LINGER . Les chantiers Tome I et II Editions Eyrolles Paris 1971.
- 6- DEGREMONT . Editions Eyrolles (huitième édition).Paris 1978.
Mémento technique de l'eau .
- 7- MERKOUNE DJALAL M.F.D (étude du système d'alimentation en eau potable de la ville de OUED EL ALLEUG-W.BLIDA) ENSH 2006/2007
- 8- Catalogue des conduite en PEHD CHIALI
- 9- Catalogue des conduites en fonte PAM
- 10- Site internet www.google.com
avec les mots (la célérité d'onde, les accessoires d'un réseau et la sécurité du travail)