

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 et réhabilitation du système d' AEP de la commune
de Sidi aich (w. Bejaia) .

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0024-21

APA Citation (توثيق APA):

Bezzina, Dyhia (2021). Diagnostic et réhabilitation du système d' AEP de la
commune de Sidi aich (w. Bejaia)[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Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...)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 بتمكين الإنتاج العلمي لأساتذة و باحثي المدرسة.

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

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

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

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

Option: ALIMENTATION EN EAU POTABLE

THEME :

**DIAGNOSTIC ET REABILITATION DU SYSTEME
D'AEP DE LA COMMUNE
DE SIDI AICH (W.BEJAIA)**

Présenté par :

BEZZINA Dyhia

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
Mr.AMMARI Abdelhadi	M.C.A	Président
Mme.BELLABAS/CHARIFI Salima	M.C.B	Examineur
Mr.NECER Tarek	M.C.B	Examineur
Pr. SALAH Boualem	Professeur	Promoteur

Session Novembre 2021

Dédicace

*Je rends un grand hommage à travers ce modeste travail, en
signe de respect et de reconnaissance envers :*



Ma mère

Mon père



*Pour tous les sacrifices et leur soutien moral et matériel dont
ils ont fait preuve pour que je réussisse.*



Je le dédie également à



Ma grande mère

Mon grand père

Mes sœurs et Mes frères : Sonia, Linda, Sara, Samir, Bilal

Mescousins et Mes cousines :

Mesamis: Manel, Djamilia, Nawel, Nour El Houda, Ahmad, Mourad

En un mot, à toute ma famille, mes amis et tous ceux qui ont



contribué de près ou de loin à ma formation.



*Dyhia
2021*



Remerciement



Au terme de cette modeste étude, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mon vifs remerciements à Mr Boualem SALAH (mon promoteur) qui m'a proposé ce sujet. Il nous a accordé ce qu'est le plus précieux, son temps, et son attention.



Je le remercie pour son aide et sa disponibilité.

Je tiens à remercier Mme KADI LATIFA pour ses conseils, sa disponibilité et sa gentillesse.

Je voudrai remercier d'avance l'honorable jury qui aura à apprécier ce travail

Je remercie très chaleureusement toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Merci

Dyhia
2021

ملخص

بعد الدراسة التي تم إجراؤها في العمل الحالي ، فإن بلدية سدي عيش (ولاية بجاية) مجهزة حاليًا بشبكة التزويد بالمياه الصالحة للشرب لا تعمل بشكل جيد مما أدت إلى إحداث خلل في النظام الهيدروليكي الخاص بها ، ولا سيما الأقطار الصغيرة الخاصة بالشبكة و التي أدت إلى انخفاض و ارتفاع الضغط و حدوث تسربات عديدة بالشبكة خاصة على مستوى المفاصل. نظرًا لأن هذا النظام لا يمكنه تلبية احتياجات الساكنة في أفق الدراسة (2046) ، فإن هدفنا من هذه الدراسة هو تقديم عدد من التعديلات والتوصيات قصد تحسين نظام التزويد بمياه الشرب في المدينة ، نذكر على سبيل المثال: تجديد شبكة توزيع المياه من أجل تلبية الاحتياجات المستقبلية من المياه لساكنة المدينة مع توفير الضغط المناسب لها لضمان وصول المياه إلى الساكنة ، بالإضافة إلى وضع بعض الملحقات وأجهزة القياس.

Résumé

Après l'étude faite dans le présent travail, la commune de SIDI AICH (W.BEJAIA) est dotée actuellement d'un système d'alimentation en eau potable, présente un dysfonctionnement hydraulique non fiable notamment un sous dimensionnement caractérisé par des faibles pressions et des pressions élevée de service, des fuites d'eau au niveau des joints disloqués.

Vu que ce système n'arrive pas à satisfaire les besoins a l'horizon d'étude (2046), notre objet consiste à donner un certains nombres de modifications et recommandations pour améliorer l'alimentation en eau potable de la ville telle que : La rénovation du réseau de distribution de façons à satisfaire les besoins en eau futurs de notre agglomération et en matière de débit pression, aussi l'emplacement des accessoires et des appareils de mesure.

Summary

After the study made in this work, the municipality of SIDI AICH (W. BEJAIA) is currently equipped with a drinking water supply system, has an unreliable hydraulic malfunction. In particular an under sizing characterized by low operating pressures, water leaks at the level of the dislocated joints.

Considering that this system does not manage to meet the needs for the study horizon (2046), our object consists in giving a certain number of modifications and recommendations to improve the drinking water supply of the city such as: The renovation of the distribution network in order to meet the future water needs of our agglomeration and in terms of pressure flow, also the location of accessories and measuring devices.

Mots clés : AEP ; Adduction ; Gravitaire ; Refoulement ; Epanet ; Coup de bélier ; Réservoir d'air ; Vannes.

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE.....	1
<i>Chapitre I : Présentation de la zone d'étude.....</i>	2
I-1) Introduction.....	2
I-2) Situation administrative et géographique.....	2
I-3) Situation Climatologique.....	3
I-3-1) Pluviométrie.....	3
I-3-2) Température.....	3
I-3-3) Vent.....	3
I-3-4) La neige	3
I-4) Hydrographie et Hydrogéologie	4
I-5) Géologie.....	4
I-6) Situation hydraulique du système d'AEP.....	5
I-7) Conclusion.....	5
<i>Chapitre II : Etat actuel du réseau d'AEP.....</i>	6
II-1) Introduction.....	6
II-2) Ressource en eau.....	6
II-3) Fonctionnement de réseau.....	8
II-4-1) Réseau de distribution	10
II-4-2) Réseau d'adduction	12
II-5) Description des ouvrages	15
II-5-1) Ouvrage de stockage	15
II-5-1-1) Réservoir IMADALOU.....	15
II-5-1-2) Réservoir IGHAOUZANE	16
II-5-1-3) Réservoir HOTEL.....	17
II-5-1-4) Réservoir HOPITAL	18
II-5-1-5) Réservoir MAALA II.....	19
II-5-1-6) Réservoir CNEP.....	20
II-5-1-7) Réservoir de REMILA.....	21
II-5-2) Ouvrage de transfert	22
II-5-2-1) Station de reprise IMADALOU	22
II-5-2-1) Station de reprise TIMZEGHRA	23
II-5-2-1) Station de reprise MALAI	24

II-5-3) Ouvrage en cours de réalisation	25
II-5-3-1) Station de pompage 2*2500 m3.....	25
II-5-3-2) Station de reprise SR1	26
II-5-3-3) Station de reprise SR2	26
II-5-3-4) Station de reprise SR3.....	26
II-6) Diagnostic physique	27
II-7) Diagnostic hydraulique	29
II-8) Conclusion.....	29

Chapitre III : Estimation des besoins en eau	30
III-1) Introduction	30
III-2) Choix du taux d'accroissement.....	30
III-3) Estimation de la population	31
III-4) Norme de consommation	32
III-5) Estimation des besoins en eau	32
III-5-1) Consommation moyenne journalière	32
III-5-2-1) Besoins domestique	32
III-5-2-2) Besoins scolaires	33
III-5-2-3) Besoins administratifs	33
III-5-2-4) Besoins sportifs	34
III-5-2-5) Besoins socioculturels	34
III-5-2-6) Besoins sanitaires	35
III-5-2-7) Besoins industriels.....	35
III-5-2-8) Autres besoins	36
III-6) Récapitulation des besoins en eau de la ville	36
III-7) Majoration des besoins.....	36
III-8) Détermination des débits journaliers	37
III-8-1) Variation journalière de la consommation	37
III-8-1-1) Coefficient d'irrégularité maximale journalière	37
III-8-1-2) Coefficient d'irrégularité minimale journalière	37
III-8-2) Consommation maximale journalière.....	37
III-8-3) Consommation minimale journalière	38
III-9) Détermination des débits horaires	38
III-9-1) Variation horaires	38

III-9-1-1) Coefficient d'irrégularité maximale horaire	39
III-9-1-2) Coefficient d'irrégularité minimale horaire.....	39
III-9-2) Débit moyen horaire	40
III-9-3) débit maximum horaire	40
III-9-4) débit minimum horaire	40
III-10) Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitant	41
III-11) Bilan ressources-besoins.....	46
III-12) Conclusion.....	46
Chapitre VI : Capacité de stockage	47
IV-1) Introduction	47
IV-2) Capacité théorique du réservoir.....	47
IV-2-1) Méthode analytique.....	47
IV-2-2) Détermination des capacités des réservoirs	48
IV-3) Conclusion	50
Chapitre V:Etude du réseau à l'horizon 2046	51
V-1) Introduction	51
V-2) Choix du matériau des conduites.	51
V-3) Classification des réseaux	52
V-4)Calcul hydraulique du réseau de distribution.....	53
V-4-1) Détermination des débits du réseau	53
V-4-1-1) Débit spécifique	53
V-4-1-2) Débit en route	54
V-4-1-3) Débit aux nœuds	54
V-4-1-4) Détermination les débits des réservoirs	54
V-4-1-4.1) Cas de pointe.....	55
V-4-1-4.2) Cas de pointe plus incendie.....	55
V-5) Détermination des diamètres du réseau	67
V-6) Modélisation et simulation du réseau	70
V-6-1) Présentation du logiciel EPANET.....	70
V-6-1-1) Historique.....	70
V-6-1-2) Capacités pour la modélisation hydraulique.....	70
V-6-1-3) Utilisation du logiciel EPANET.....	71
V-6-2) Calcul des paramètres hydrauliques par l'Epanet.....	71

V-6-3) Les résultats de calcul hydraulique.....	72
V-7) Accessoires du réseau.....	101
V-7-1) Equipement du réseau de distribution.....	101
V -7-2) Appareils et accessoires du réseau.....	101
V-7-2.1) Vanne de régulation (multifonction).....	101
V-7-2.2) Vanne à papillon.....	102
V-7-2.3) Vanne à survitesse.....	102
V-7-2.4) Robinet altimétrique.....	102
V-7-2.5) Robinet à opercule.....	103
V-7-2.6) Appareil de régulation à membrane.....	103
V-7-2.7) Joint de démontage.....	104
V -7-2.8) Robinet vanne.....	104
V-7-2.9) Bouche ou poteau d'incendie.....	104
V -7-2.10) Clapets.....	104
V-7-2.11) Ventouses.....	104
V-7-2.12) Robinets de vidange.....	104
V-7-2.13) Pièces spéciales de raccordement.....	105
V -7-3) Conclusion.....	105
V-8) Conclusion.....	105

Chapitre VI : Dimensionnement de l'adduction	106
VI-1) Introduction.....	106
VI-2) Choix du tracé.....	106
VI-3) Choix du type des conduites.....	107
VI-4) Description du schéma d'adduction.....	108
VI-5) Etude technico-économique.....	110
VI-5-2) Calcul de la vitesse.....	110
VI-5-3) Calcul des pertes de charge.....	110
VI-5-4) Détermination de la hauteur manométrique totale (Hmt).....	110
VI-5-5) Puissance absorbée par la pompe.....	112
VI-5-6) Energie consommée par la pompe.....	112
VI-5-7) Frais d'exploitation.....	112
VI-5-8) FRAIS d'amortissement.....	113
VI-5-9) Calcul du bilan.....	113

VI -5-10) Prix des conduites.....	113
VI-6) Calcul des diamètres économiques pour les différents tronçons.....	114
VI-6-1) Adduction gravitaire.....	115
VI-6-1-1) Tronçon PK-station de reprise.....	115
VI-6-2-)Adduction par refoulement.....	115
VI-6-2-1) Tronçon station de reprise-réservoir Maala.....	116
VI-6-2-2) Tronçon station de reprise-réservoir Hôtel.....	116
VI-6-2-3) Tronçon Champ de captage-Réservoir Imadalou.....	119
VI-7) Equipements de l'adduction.....	120
VI-7-1) Robinets vannes.....	120
VI-7-2) Ventouses.....	121
VI-7-3) Vidanges.....	122
VI-7-4) Clapets.....	122
VI-9) Conclusion.....	122
Chapitre VII: Protection de la conduite contre le coup de bélier.....	123
VII-1) Introduction.....	123
V II-2) Vue d'ensemble sur le phénomène.....	123
VII-3) Analyse physique du phénomène.....	123
VII-5) Etude des valeurs du cou de bélier.....	126
VII-6) Dispositifs de protection.....	126
VII-6-1) Volant d'inertie.....	126
VII-6-2) Chambre ou cheminée d'équilibre.....	127
VII-6-3) Soupapes de décharge.....	127
VII-6-4) Réservoir d'air.....	128
VII-7) Calcul des réservoirs d'air.....	129
VII-7-1) Dimensionnement des réservoirs d'air.....	129
VII-7-1-1) Calcul de la célérité d'onde C.....	131
VII-7-1-1) Calcul des capacités des différents réservoirs d'air.....	131
VII-8) Conclusion.....	131
Chapitre VIII : Pose de conduite.....	132
VIII-1) Introduction.....	132
VIII-2) Tracé.....	132
VIII-3) Pose des conduites.....	132

VIII-3-1) Pose en tranchée.....	133
VIII-3-2) Franchement des points spéciaux.....	135
VIII-3.2-1) Traversée de route et des chemins de fer.....	135
VIII-3-2-2) Traversés souterraine de ravin ou d'oued.....	136
VIII-3-2-3) Stabilisation des conduites.....	136
VIII-3-2-4) Pose en élévation.....	138
VIII-4) Essais hydrostatiques du réseau (en tranchée).....	138
VIII-5) Réalisation des tranches.....	138
VIII-6) Détermination des volumes de terrassement.....	139
VIII-6-1) Volume des Déblais.....	139
VIII-6-2) Volume des Déblais foisonné.....	140
VIII-6-3) Volume du lit de sable.....	140
VIII-6-4) Volume du remblai.....	140
VIII-7) Précaution intéressant les conduites.....	141
VIII-8) La stérilisation des conduites neuves avant la mise en service.....	141
VIII-9) Conclusion.....	141
Chapitre IX : Devis estimatif	142
IX-1) Introduction.....	142
IX-2) Les opérations pour la réalisation du réseau.....	142
CONCLUSION GENERALE	144

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N° I-1 : Pluie moyenne mensuelle (source d'information : ANRH).....	3
Tableau N° I-2 : Température (source d'information : ANRH).....	3
Tableau N° II-1 : liste des réservoirs de stockage.....	6
Tableau N° II-2 : liste des stations de pompage.....	7
Tableau N° II-3 : liste des Forages.....	7
Tableau N° II-5 : Tableau récapitulatif des longueurs par type de matériaux et diamètres.....	9
Tableau N°II-5 : Tableau récapitulatif des longueurs par type de matériaux et diamètres.....	11
Tableau N°II-6 : Tableau récapitulatif des longueurs par type de matériaux et diamètres.....	12
Tableau N°II-7 : Tableau récapitulatif des longueurs par type de matériaux et diamètres.....	13
Tableau N° II-8 : Les caractéristiques de réservoir IMADALOU.....	15
Tableau N° II-9 : Les caractéristiques de réservoir IGHAOUZENE.....	16
Tableau N° II-10 : Les caractéristiques de réservoir Hôtel.....	17
Tableau N° II-11 : Les caractéristiques de réservoir HOPITAL.....	18
Tableau N° II-12 : Les caractéristiques de réservoir MAALA II.....	19
Tableau N° II-13 : Les caractéristiques de réservoir CNEP.....	20
Tableau N° II-14 : Les caractéristiques de réservoir REMILA.....	22
bleau N° II-15 : Les caractéristiques de la station de reprise IMADALOU.....	23
Tableau N° II-16 : Les caractéristiques de la station de reprise TIMZEGHRA.....	24
Tableau N° II-17 : Les caractéristiques de la station de reprise MAALA.....	25
Tableau N°III-1 : Evaluation de la population à différents horizons.....	32
Tableau N°III-2 : Besoins domestiques.....	33
Tableau N°III-3 :Besoins scolaires.....	33
Tableau N°III-4 :Besoins administratifs.....	34
Tableau N°III-5 :Besoins sportifs.....	34
Tableau N°III-6 :Besoins socio culturels.....	35
Tableau N°III-7 :Besoins sanitaires.....	35
Tableau N°III-8 :Besoins industriels.....	36
Tableau N°III-9 :Autres besoins.....	36
Tableau N°III-10 : Récapitulation des besoins.....	37
Tableau N°III-10 : Majoration de la consommation moyenne journalière.....	38
Tableau N°III-11 : Calcul du débit maximal et minimal journalière.....	39
Tableau N°III-12 : β_{\max} en fonction du nombre d'habitants.....	39

Tableau N°III-13: Variation $K_{\max,h}$ en fonction du nombre d'habitant.....	40
Tableau N°III-14 : β_{\min} en fonction du nombre d'habitants.....	40
Tableau N°III-15: Variation $K_{\min,h}$ en fonction du nombre d'habitant.....	41
Tableau N°III-16 : Evaluation des débits moyen, maximum et minimum horaire.....	42
Tableau N°III-16 : Variation des débits horaires du Chef lieu (Sidi Aich).....	43
Tableau N°III-17: Variation des débits horaires du Remila.....	46
Tableau N°III-18 : Bilan ressources-besoins.....	48
Tableau N°IV-1: Détermination de la capacité du réservoir d'eau de l'agglomération chef lieu.....	49
Tableau N°IV-2 : détermination de la capacité du réservoir d'eau de l'agglomération remila.....	57
Tableau N° V-1 : Calcul des débits nodaux du chef lieu variante1 (cas de pointe)	58
Suite du tableau N° V-1 : Calcul des débits nodaux du chef lieu variante 1 (cas de pointe).....	59
Tableau N° V-2 : Calcul des débits nodaux du chef lieu variante1 (Cas de pointe+inc).....	60
Suite du tableau N° V-2: Calcul des débits nodaux du chef lieu variante1(cas de pointe+inc)	61
Tableau N° V-3 : Calcul des débits nodaux du chef lieu variante2 (partie1) (cas de pointe).....	62
Suite du tableau N° V-3 : Calcul des débits nodaux du chef lieu variante2 (partie1) (cas de pointe)	62
Tableau N° V-4 : Calcul des débits nodaux du chef lieu variante2 (partie2) (cas de pointe).....	63
Tableau N° V-5 : Calcul des débits nodaux du chef lieu variante2 (partie1) (Cas de pointe+inc).....	64
Suite du tableau N° V-5 : Calcul des débits nodaux du chef lieu variante2 (partie1) (cas de pointe+inc)	64
Tableau N° V-5 : Calcul des débits nodaux du chef lieu variante2 (partie2) (cas de pointe+inc)	65
Tableau N° V-7 : Calcul des débits nodaux du Remila (cas de pointe)	66
Tableau N° V-8 : Calcul des débits nodaux du Remila	

(Cas de pointe+inc)	67
Tableau N°V-9: Détermination des diamètres avantageux du réseau projeté pour chef lieu centre variante 1 (alimentation à partir de deux réservoirs).....	68
Tableau N°V-10: Détermination des diamètres avantageux du réseau projeté pour chef lieu centre variante 2 (partie1) (alimentation à partir de deux réservoirs).....	69
Tableau N°V-11: Détermination des diamètres avantageux du réseau projeté pour chef lieu centre suite de variante2 (partie2) (alimentation à partir d'un réservoir)	69
Tableau N°V-12: Détermination des diamètres avantageux du réseau projeté pour Remila centre (alimentation à partir de deux réservoirs)	72
Tableau N° V-13 : Calcul des paramètres hydrauliques de chef lieu variante1 (Cas de pointe).....	73
Tableau N° V-14 : Calcul des paramètres hydrauliques de chef variante1 (Cas de pointe+inc).....	74
Tableau N° V-15: Calcul des pressions de service de chef lieu variante1 (cas de pointe)	75
Tableau N° V-16: Calcul des pressions de service de chef lieu variante1 (casdepointe+inc)	80
Tableau N°V-17 : Calcul des paramètres hydrauliques de chef lieu variante2 (Cas de pointe).....	81
Tableau N°V-18 : Calcul des paramètres hydrauliques de chef lieu variante 2 (Cas de pointe+inc).....	82
Tableau N°V-19: Calcul des pressions de service de chef lieu variante2 (cas de pointe)	83
Tableau N°V-20: Calcul des pressions de service de chef lieu variante2 (cas de pointe)	88
Tableau N°V-21 : Calcul des paramètres hydrauliques de chef lieu variante 2 (Cas de pointe).....	88
Tableau N°V-22: Calcul des pressions de service de chef lieu variante2 (cas de pointe)	88
Tableau N°V-23 : Calcul des paramètres hydrauliques de chef lieu variante 2 (Cas de pointe+inc).....	88
Tableau N°V-24: Calcul des pressions de service de chef lieu variante2 (cas de pointe+inc).....	93

Tableau N°V-25 : Calcul des paramètres hydrauliques de Remila (Cas de pointe).....	94
Tableau N°V-26:Calcul des pressions de service de Remila (cas de pointe)	95
Tableau N°V-27 : Calcul des paramètres hydrauliques de Remila (Cas de pointe+inc).....	96
Tableau N°V-28:Calcul des pressions de service de Remila (cas de pointe+inc)	114
Tableau N°VI-1 : Prixde revient des conduites PN16.....	115
Tableau N°VI-4: Calcul des pertes de charge totales du tronçon PK-NSR1.....	116
Tableau N°VI-2 : Calcul de la H_{mt} du tronçon SR-R1.....	116
Tableau N°VI-3 : Calcul des frais d'exploitation «F_{exp1} ».....	116
Tableau N°VI-4 : Calcul des frais d'amortissement «F_{amort1} ».....	117
Tableau N°VI -5 : Calcul du bilan du tronçon SR-R1.....	117
Tableau N°VI-6 : Calcul de la H_{mt} du tronçon SR-R3.....	118
Tableau N°VI-7 : Calcul des frais d'exploitation «F_{exp2} ».....	118
Tableau N°VI-8 : Calcul des frais d'amortissement «F_{amort2} ».....	118
Tableau N°VI-9 : Calcul du bilan du tronçon SR-R3.....	119
Tableau N°VI-10 : Calcul de la H_{mt} du tronçon CDC-R2.....	119
Tableau N°VI-11 : Calcul des frais d'exploitation «F_{exp2} ».....	119
Tableau N°VI-12 : Calcul des frais d'amortissement «F_{amort2} ».....	120
Tableau N°VI-13 : Calcul du bilan du tronçon CDC-R2.....	130
Tableau N°VII-1: Les caractéristiques des différents tronçons de l'adduction de Refolement.....	131
Tableau N°VII-2:Calcul de célérité d'onde des différents tronçons de l'adduction de refoulement.....	131
Tableau N°VII-3:Calcul de volume des différents réservoirs d'air de l'adduction de refoulement.....	134
Tableau N°VIII -1 : Les différents matériaux.....	134
Tableau N°VIII -2: Coefficient du talus pour les tranchées.....	139
Tableau N°VIII -3 : Calcul des volumes du déblai, remblai et lit de sable.....	141
Tableau N°IX : Devis estimatif	143

LISTE DES FIGURES

Figure N°I-1: Plan de situation de la zone d'étude (source : DRE).....	2
Figure N° II-1: Schéma de principe de fonctionnement actuel du réseau.....	9
Figure N° II-2: Répartition des longueurs des conduites en fonction de leur nature.....	10
Figure N° II-4: Répartition des longueurs des conduites en fonction de leur nature.....	12
Figure N°III-1: Evaluation de la population.....	13
Figure N°III-2: Diagramme la consommation de chef lieu de Sidi Aich.....	14
Figure N°III-3 : Courbe de la consommation de chef lieu Sidi Aich.....	31
Figure N°III-4: Diagramme la consommation de Remila.....	44
Figure N°III-3 : Courbe de la consommation de Remila.....	44
Figure N°V-1: Les débits les pressions aux nœuds du réseau de chef lieu variante1 (cas de pointe).....	76
Figure N°V-2 : Les vitesses du réseau de chef lieu variante1 (cas de pointe).....	77
Figure N°V-3 : Les débits les pressions aux nœuds du réseau de chef lieu variante1 (cas de pointe+inc).....	78
Figure N°V-4 : Les vitesses du réseau de chef lieu variante1(cas de pointe).....	79
FigureN°V-5: Les débits les pressions aux nœuds du réseau de chef lieu variante2 (partie1)(cas de pointe).....	84
Figure N°V-6_: Les vitesses du réseau de chef lieu variante2 (partie1)(cas de pointe).....	85
Figure N°V-7: Les débits les pressions aux nœuds du réseau de chef lieu variante2 (partie1)(cas de pointe+inc).....	86
Figure N°V-8 : Les vitesses du réseau de chef lieu variante2 (partie1) (cas de pointe+inc).....	87
Figure N°V-9: Les débits et les pressions aux nœuds du réseau de chef lieu variante2 (partie)(cas de pointe).....	89
Figure N°V-10 : Les vitesses du réseau de chef lieu variante2 (partie2) (cas de pointe).....	90
Figure N°V-11: Les débits les pressions aux nœuds du réseau de chef lieu variante2 (partie2)(cas de pointe+inc).....	91
Figure N°V-12 : Les vitesses du réseau de chef lieu variante2 (partie2) (cas de pointe+inc).....	92
Figure N°V-13: Les débits les pressions aux nœuds du réseau de Remila	

(cas de pointe).....	97
Figure N°V-14 : Les vitesses du réseau de Remila	
(cas de pointe+inc).....	98
Figure N°V-15 : Les débits les pressions aux nœuds du réseau de Remila	
(cas de pointe+inc).....	99
Figure N°V-16 : Les vitesses du réseau de Remila	
(cas de pointe+inc).....	99
Figure N°VI-2 : Vanne papillon automatisée.....	45
Figure N°VI-3 : Vanne opercule.....	45
Figure N°VI-4 : Ventouse automatique.....	121
Figure N°VII-1 : Contraction de la conduite (phase 1 du phénomène).....	121
Figure N°VII-2 : Ecoulement en sens inverse (phase 2 du phénomène).....	122
Figure N°VII-3 : Distension de la conduite (phase 3 du phénomène).....	124
Figure N°VII-4 : Retour aux conditions initiales, (phase 4 du phénomène).....	124
Figure N°VII-5 : Volant d'inertie.....	125
Figure N°VI-6 : Cheminée d'équilibre.....	125
Figure N°VII-7 : Soupape de décharge.....	126
Figure N°VII-8 : Réservoir d'air.....	127
Figure N°VIII -1 : Pose de la conduite en tranchée.....	127
Figure N°VIII -2 : Protection pour latraversés des routes.....	128
Figure N°VIII -3 : Traversée de chemin de fer.....	134
Figure N°VIII -4 : Traversée d'un oued.....	135
Figure N°VIII -5 : Butée sur coude horizontal.....	135
Figure N°VIII -6 : Butée sur coude vertical.....	136
Figure N°VIII -7 : Butée sur branchement.....	137
Figure N°VIII -8 : Butée sur un cône.....	137
Figure N°VIII-9 : Butée d'extrémité en vue d'un essai.....	138

LISTE DES PLANCHES

Planche N°1 : Plan de masse et le réseau d'AEP projeté de la commune de Sidi Aich

Planche N°2: Profil en long de l'adduction par refoulement (Station de reprise- Réservoirs IMADALOO 300*2)

Planche N°3 : Profil entravée d'un tronçon d'adduction

Planche N°4 : Profil en long du la conduite principale de la distribution

Planche N°5 : Accessoires

INTRODUCTION GENERALE

L'eau sur terre c'est la vie, c'est un bien commun à toutes les populations, mais aussi, c'est le devoir de chacun de protéger et de veiller à une utilisation plus rationnelle de cette ressource dans l'intérêt de tout le monde.

A cet égard, rien de plus simple et de plus habituel que d'ouvrir un robinet pour avoir de l'eau. Pourtant, on ne pense pas toujours que derrière ce geste banal, se cache la mise en œuvre de moyens et technologies complexes.

Dans le domaine de l'hydraulique, diverses techniques urbaines se proposent entre l'assainissement et l'alimentation en eau potable.

Par ailleurs, l'alimentation en eau potable est une technique qui consiste au transport de l'eau à un débit généralement constant depuis le prélèvement dans le milieu naturel, jusqu'au robinet de l'abonné.

L'objectif du travail consiste à faire une étude de diagnostic et de conception approfondie du système d'alimentation en eau potable de la commune Sidi Aich, afin de prélever les problèmes qui dysfonctionnent le réseau

Notre travail sera exécuté par des logiciels et programmes spécialisés pour des études en alimentation en eau potable (EPANET, Excel, Auto-CAD, Covadis).

Pour cela nous avons suivi le plan de travail suivant:

Introduction; présentation de la zone d'étude; l'état actuel de réseau ; estimation des besoins en eau de la population; capacité de stockage ; l'étude du réseau à l'horizon 2046 ; dimensionnement de l'adduction ; protection des conduites contre le coup de bélier; pose de conduite; devis estimatif et quantitatif du projet et conclusion.

Chapitre I

Présentation de l'agglomération

Chapitre I :

PRESENTATION DE L'AGGLOMERATION

I-1) Introduction

La commune de Sidi Aich est l'une des 23 communes parmi les 52 agglomérations de la Wilaya de Bejaia, qui bénéficiera des adductions secondaires à partir du transfert du barrage TichiHaf–Bejaia.

Le présent projet s'inscrit dans le cadre de la concrétisation du plan communal du développement (P.C.D). Afin de répondre aux besoins en eau de la commune de Sidi Aich, et avant toute étude technique, il nous est nécessaire de présenter le site.

I-2) Situation administrative et géographique

La commune de SIDI AICH se situe dans la vallée de la Soummam à une altitude d'environ 100 m NGA. Elle est à environ 45 kilomètres au Sud Ouest du chef lieu de la wilaya de Bejaïa et environ 220 kilomètres à l'Est de la capitale. Après le découpage administratif de 1984, la commune de Sidi Aich a vu sa superficie passer de 51.15 km² à 7.70 km² au profil de la création de cinq nouvelles communes. Actuellement elle est délimitée comme suit :

- Au nord et au nord Est par la commune de Tinebdar et Fenaia II-Maten.
- A l'ouest par la commune d'El-Flay.
- A l'est par la commune de Timezrit.
- Au sud par la commune de Sidi Ayad.

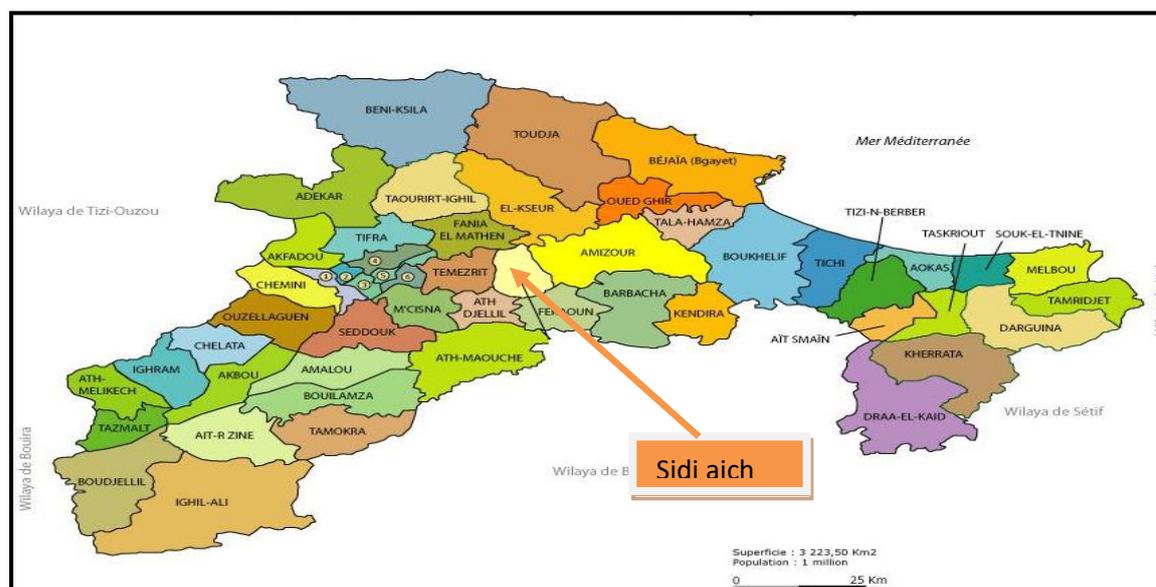


Figure N°I-2: Plan de situation de la zone d'étude (source : DRE)

I-3) Situation Climatologique

La commune de Sidi Aïch est exposée aux influences du climat méditerranéen du Nord Est (Côté Remila) et du climat aride du Sud Ouest (côté Sidi Aïch). Elle présente un climat méditerranéen sub humide, caractérisé par une saison humide de novembre à la mi-mai et une saison sèche du mi- mai à la mi-juin et des courtes périodes de sub sécheresse entre ces deux périodes principales.

I-3-1) Pluviométrie

Les précipitations les plus importantes s'étalent sur (Novembre, Décembre, Janvier et Février) , elle varient entre 700 à 800 mm/an.

Tableau N° I-1 : Pluie moyenne mensuelle (source d'information : ANRH)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Pluviométrie (mm)	53	70	96	98	110	93	69	63	44	19	9	11

I-3-2) Température

Sur l'année, la température moyenne à Sidi Aiche est 17.8°

Tableau N° I-2 : Température (source d'information : DRE)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
T _{max} (°C)	28	25	21	18	12	17	18	20	23	26	29	30
T _{min} (°C)	19	16	11	9	7	8	9	11	14	17	20	21
T _{moy}	23	20	15	13	11	12	13	15	18	22	25	26

I-3-3) Vent

Les vents dominants dans la région de Sidi Aich sont les vents du Nord-Ouest qui s'engouffrent dans la vallée de la Soummam. La commune est exposée à deux types de vents:

- Vent Nord humide.
- Vent du Sud chaud en été.

I-3-4) La neige

La neige dans cette localité est très rare.

I-4) Hydrographie

Le réseau hydrographique de Sidi Aïch est caractérisé par un réseau hydrographique dense. Il est constitué principalement par l'oued Soummam qui est alimenté à partir des petites cours d'eau qui prennent leurs ressources sur les hauteurs des montagnes et s'orientent vers l'oued Soummam.

La commune de Sidi Aïch est alimentée par trois forages, les deux premiers font partie de la commune d'El Flay et alimente le chef lieu, le troisième est localisé à Remila situé au niveau de la plaine de la Soummam donc alimenté par la nappe alluviale.

Les ressources en eaux souterraines sont très limitées vu que la vallée de l'oued Soummam est très étroite au niveau de la commune.

L'achèvement des travaux du barrage de TICHY HAF et la mise en eau en mois Mars 2008, est d'un apport considérable pour la commune.

I-5) Géologie

La commune de Sidi Aïch est située dans la vallée de la Soummam intra montagneuse qui se présente sous forme d'un couloir étroit et à fond plat. Elle comprend trois types de relief :

- La Plaine : Située le long de la partie centrale de l'agglomération chef-lieu de Sidi Aïch et au NE-SO de la zone épars (Remila). Elle présente une pente inférieure à 5% avec une altitude ne dépassant pas les 100m.
- Piémont : zone intermédiaire entre montagne et plaine, située le long le long de la partie centrale de Remila et de part et d'autre de la plaine au niveau du chef-lieu. L'altitude au piémont dépasse les 100m.
- La montagne : Située au nord et au sud de la commune, présente une pente qui dépasse les 45%.

I-6) Situation hydraulique du système d'AEP

Le réseau d'eau potable de la commune de Sidi Aïch dessert 02 Agglomérations. Le nombre d'abonnés total desservi par le réseau est de 17614 abonnés en 2021 (**Source** : ADE Sidi Aïch).

La totalité du réseau est alimenté par 4 ressources :

- Le forage d'Aghernouz, qui alimente la zone gauche de l'agglomération chef-lieu de la commune de Sidi Aïch.

- Le forage de l'oued Imoula, qui alimente la zone droite de l'agglomération chef-lieu de la commune de Sidi Aïch.
- Le forage de Remila, qui alimente l'agglomération de Remila.
- Le barrage Tichy Haft qui alimente l'agglomération chef-lieu de la commune de Sidi Aïch.

Le réseau est composé de 09 réservoirs de stockage, de 03 stations de refoulement et de 03 forages qui a cité déjà.

I-7) Conclusion

A travers ce chapitre nous avons essayé de présenter toutes les données de base pour l'élaboration d'un projet d'AEP du point de vue topographique, démographique et hydrauliques.

Chapitre II

Etat actuel du réseau

Chapitre II

ETAT ACTUEL DU RESEAU D'AEP

II-1) Introduction

L'objet de ce chapitre est d'établir un constat sur les conditions du fonctionnement du système d'alimentation en eau de la commune de Sidi Aich à l'état actuel, et la détermination des défaillances du système d'adduction et du réseau de distribution.

II-2) Les ouvrages de stockage d'eau

Une synthèse de l'ensemble des ouvrages est présentée dans le tableau ci-dessous:

Tableau N° II-1 : liste des réservoirs de stockage (source : DRE)

Zone Gauche			
Nom de l'ouvrage	Capacité (m ³)	Côte radier (m)	Côte de trop plain (m)
Réservoir de l'Hôtel	100	273.75	276.21
Réservoir de l'Hôpital	100	175.96	179.26
Réservoir Imadalou	2x300	161.31	164.81
Réservoir Ighaouzene	100	217.20	220.20
Réservoir Daira	300	-	-
Zone droite			
Nom de l'ouvrage	Capacité (m ³)	Côte radier (m)	Côte de trop plain (m)
Réservoir Maala II	500	292.94	298.09
Réservoir CNEP	500	205.53	208.73
Réservoir CFPA	300	-	-
Remila			
Nom de l'ouvrage	Capacité (m ³)	Côte radier (m)	Côte de trop plain (m)
Réservoir Remila	100	210.50	213.00

↳ La capacité de stockage totale est de 2600 m³.

Tableau N° II-2 : liste des stations de pompage(source : DRE)

Zone Gauche			
Nom de la station	Débit nominal (m ³ /h)	Hauteur manométrique totale HMT (mCE)	Capacité de la bache (m ³)
Station de pompage IMADALOU (*)	39.6	86	300
Vers réservoir Ighaouzene	25.2	168	
Vers réservoir hôtel			
Zone Droite			
Nom de la station	Débit nominal (m ³ /h)	Hauteur manométrique totale HMT (mCE)	
Station de pompage TIMZEGHRA	240	197	500
Station de pompage Maala I	153	82	50

↳ La capacité de stockage totale est de 850 m³.

(*) La station de pompage IMADALOU regroupe deux groupes de pompe. Le premier assure l'alimentation du réservoir de l'hôtel, et le deuxième groupe alimente le réservoir Ighaouzen.

Tableau N° II-3 : liste des Forages(source : DRE)

Forage	Débit nominal (m ³ /h)	Hauteur manométrique totale HMT (mCE)	Profondeur de la pompe (m)
Aghernouz	120	153	27
TasifthImoula	118	170	30
Remila	19.8	175	38

II-3) Fonctionnement de système de distribution

Le fonctionnement du réseau de la commune de Sidi Aïch est assez complexe. Le réseau est scindé en 2 sous réseaux hydrauliquement non distincts :

- Le réseau de la zone gauche est alimenté par les réservoirs IMADALOU (2x300 m³), le réservoir IGHAOUZEN, le réservoir de l'HOTEL et le réservoir de l'HOPITAL. Les réservoirs IGHAOUZEN et l'HOTEL sont alimentés par la station de pompage IMADALOU (composé de deux groupes de pompes, $Q_n = 39.6 \text{ m}^3/\text{h}$, HMT = 86 mCE et $Q_n = 25.2 \text{ m}^3/\text{h}$, HMT = 168 mCE, respectivement vers le réservoir IGHAOUZEN et le réservoir de l'HOTEL). Le réservoir de l'HOPITAL est alimenté par le réservoir de l'HOTEL.

Les réservoirs IMADALOU 3x300 m³ (bâche de la station incluse), sont alimentés principalement par les eaux du barrage TICHY HAFT, grâce à un By-pass réalisé entre la conduite de refoulement venant du forage AGHERNOUZ et le branchement TICHY HAFT - réservoirs 2x2500 m³ et en appoint par le forage AGHERNOUZ.

- Le réseau de la zone droite, est alimenté par les réservoirs MAALA II et celui de la citée CNEP. Le réservoir MAALA II est alimenté soit par le forage Tasift IMOULA soit par la station de pompage de TIMZEGHRA, qui reçoit les eaux du barrage de TICHY HAFT grâce à un piquage réalisé sur la conduite d'adduction aux alentours de l'usine SEMPAC, et qui peut aussi recevoir les eaux des réservoirs IMADALOU par une conduite DN 200 Acier qui assure le transit.

Cette conduite, joue double rôle ;

- Quand il ya une rupture de production de la station de traitement (barrage TICHY HAFT) et une rupture de production du forage Tasift IMOULA, cette conduite assure le transit gravitaire vers la station de pompage de TIMZEGHRA depuis les réservoirs Imadalou.
 - Quand il ya une rupture de production de la station de traitement (barrage TICHY HAFT) et une rupture de production du forage AGHERNOUZ, cette conduite assure le transit gravitaire vers les réservoirs IMADALOU depuis le réservoir Maala II.
- La conduite venant du barrage de Tichy-Haft passe par la ville de Sidi Aïch en DN 1200 acier.
 - Un premier piquage Pk 27.5 est réalisé en DN 350 fonte sur cette conduite à l'entrée de la ville sur la rive gauche, pour alimenter les commune de Sidi Aïch, El-Flay, Tibane et Tinebdar via les réservoirs 2x2500 m³. Actuellement, la ville de Sidi Aïch est alimentée par le barrage Tichy-Haft grâce à un By-pass réalisé entre la conduite de refoulement venant du forage AGHERNOUZ et le branchement DN 350 fonte TICHY HAFT-réservoirs 2x2500 m³.
 - Un deuxième piquage Pk 30.5 est réalisé en DN 250 acier sur cette conduite à la sortie de la ville sur la rive droite, pour alimenter la commune de Sidi Ayad et la rive droite de Sidi Aïch. Ce branchement alimente la station de reprise de TIMZEG

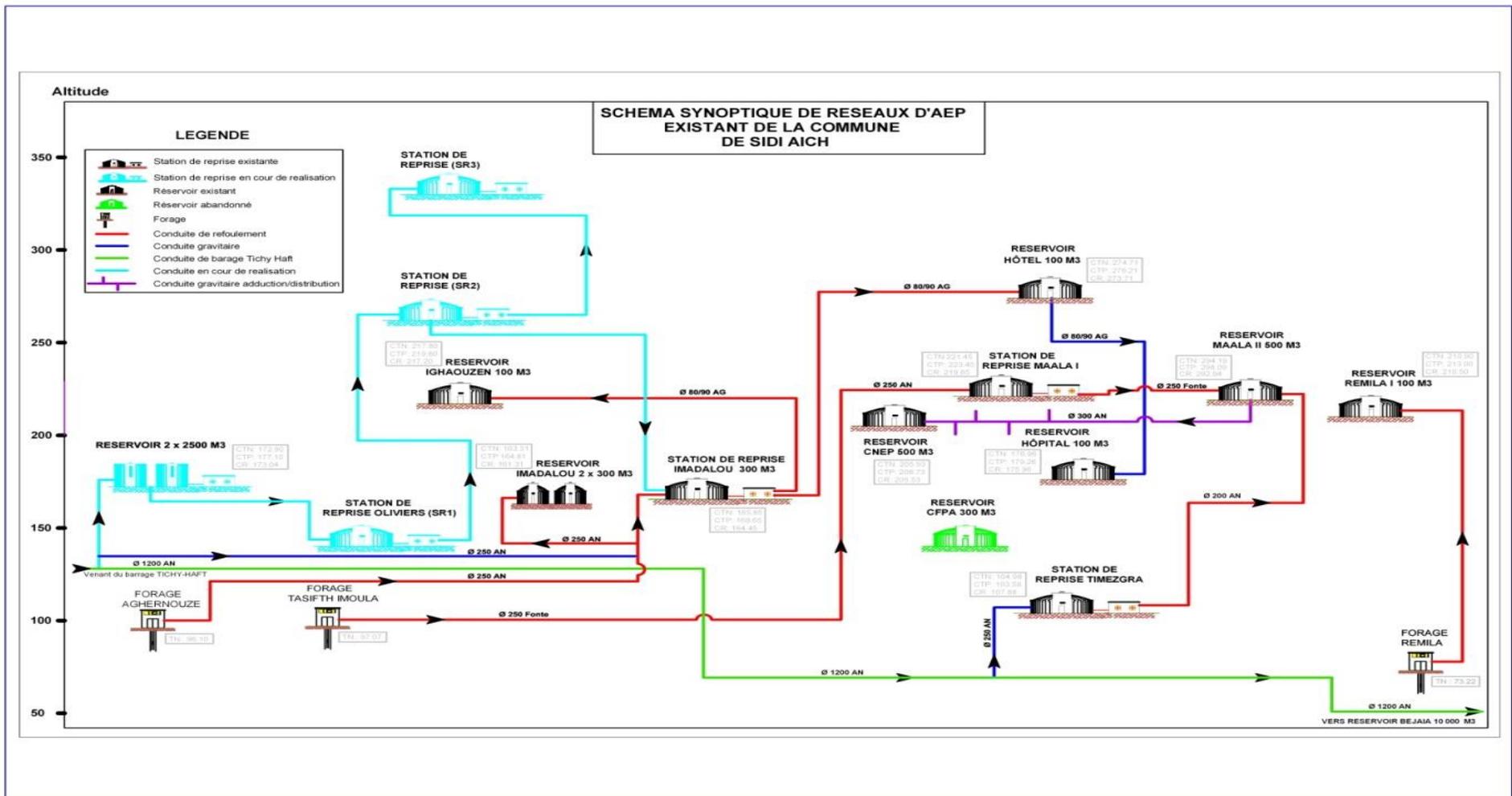


Figure N° II-1: Schéma de principe de fonctionnement actuel du système d'AEP

II-4-1) Réseau de distribution

Le réseau de distribution de la ville de Sidi Aïch est constitué d'un réseau mixte, il est composé d'un réseau maillé et un réseau ramifié.

Toutes les informations concernant la nature du matériau, la longueur et le diamètre des conduites sont reprises dans les Tableau N° II-4 et Tableau N° II-5 ci dessous.

A. Agglomération chef lieu de Sidi Aïch

Tableau N° II-4: Tableau récapitulatif des longueurs par type de matériaux et diamètres
(source : DRE)

Diamètre	Longueur par type de matériau			total
DN (mm)	Acier Galvanisé	Acier noir	PEHD	ml
15-21	282			228
20-27	913			913
26-34	1770			1770
33-42	3474			3474
40			785	785
40-49	6558			6558
50			1592	1592
50-60	5359			5359
63			2497	2497
66-76	2036			2036
75			2371	2371
80-90	1375			1375
90			1170	1170
90-102	323			323
102-114	2065	376		2441
110			1636	1636
125-140		1432		1432

150-165	910			910
200		973		973
250		855		855
300		1119		1119
315			270	270
Total	25011	4755	10321	40087

La représentation graphique et le traitement préliminaire de ces valeurs sont représentés ci-dessous.

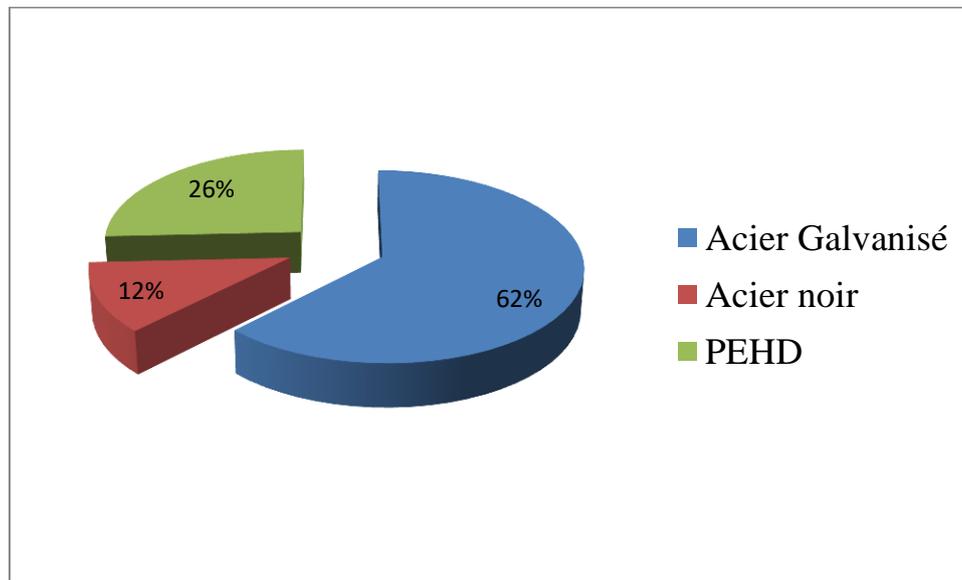


Figure N° II-2: Répartition des longueurs des conduites en fonction de leur nature

Le réseau de distribution de l'agglomération de Sidi Aïch est constitué à 62% de conduites en acier galvanisé avec un linéaire de 25.01 km. Les conduites en acier noir représentent un taux de 12% avec un linéaire de 4.75 km. Par contre, le programme de renouvellement des conduites avec le PEHD est à 26% soit 10.32 km.

B. Agglomération de Remila

Tableau N° II-5 : Tableau récapitulatif des longueurs par type de matériaux et diamètres (source : DRE)

Diamètre	Longueur par type de matériau		Total
	Acier Galvanisé	PEHD	
15-21	314		314
20-27	323		323
33-42	719		719
40		306	306
40-49	676		676
50		641	641
50-60	1274		1274
63		781	781
80-90	628		628
102-114	492		492
Total	4426	1728	6145

La représentation graphique et le traitement préliminaire de ces valeurs sont représentés ci-dessous.

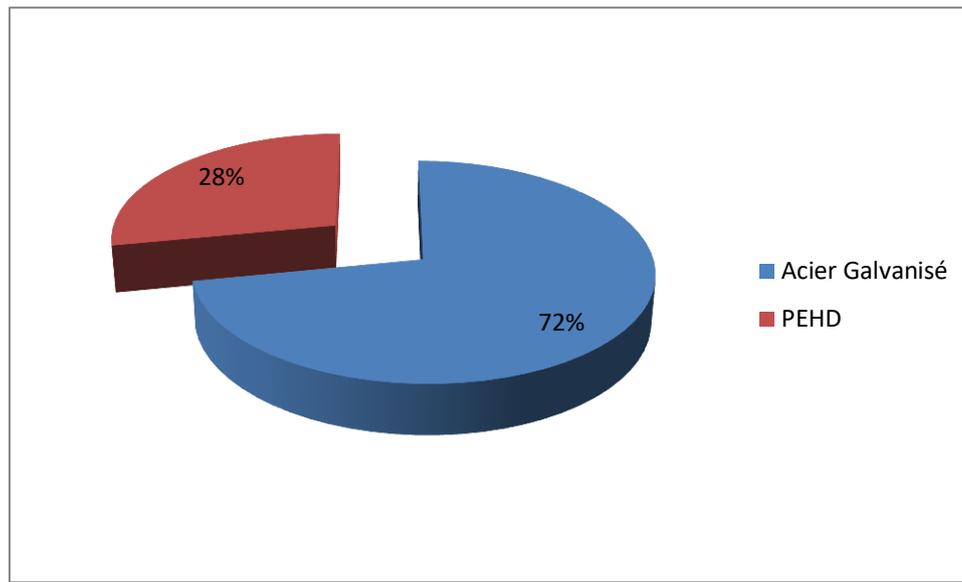


Figure N° II-4: Répartition des longueurs des conduites en fonction de leur nature

Le réseau de distribution de l'agglomération de Remila est constitué à 72% de conduites en acier galvanisé avec un linéaire de 4.43 km. Le programme de renouvellement des conduites avec le PEHD est à 28% soit 1.73 km.

II-4-2) Réseau d'adductions

A. Agglomération chef-lieu de Sidi Aïch

Tableau N° II-6 : Tableau récapitulatif des longueurs par type de matériaux et diamètres (source : DRE)

Diamètre	Longueur par type de matériau			Total
	Acier Galvanisé	Acier noir	Fonte	
80-90	2099			2099
250		6567	2295	8862
1200		3062		3062
Total	2099	9629	2295	14023

La représentation graphique et le traitement préliminaire de ces valeurs sont représentés ci-dessous.

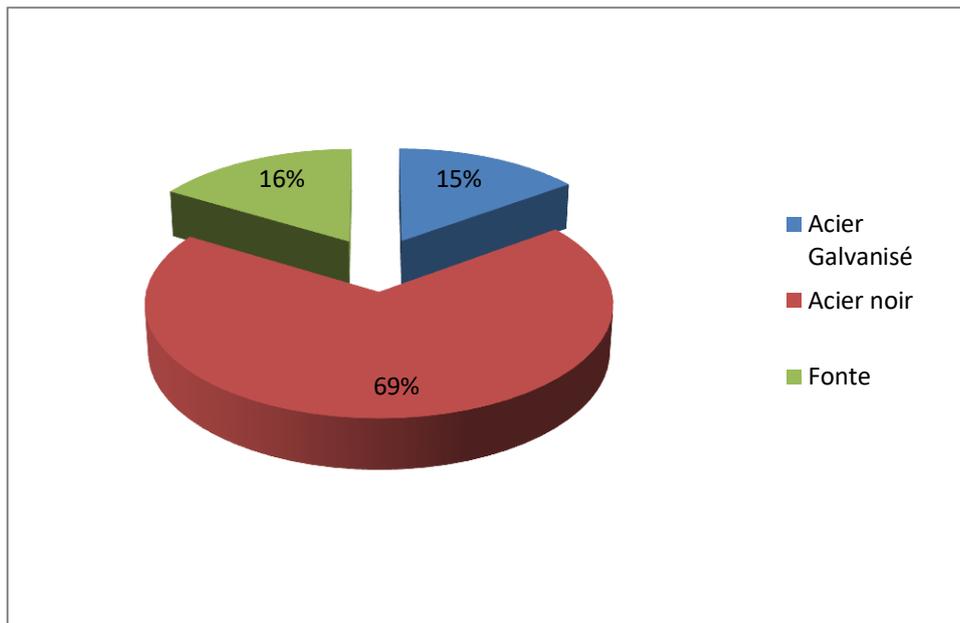


Figure N° II-6 : Répartition des longueurs des conduites en fonction de leur nature

Le réseau d’adduction de l’agglomération de Sidi Aïch est constitué à 69% de conduites en acier noir sur un linéaire de 9.63 km et 15% de conduites en acier galvanisé sur un linéaire de 2.10 ml. Le programme de renouvellement des conduites en Fonte est à 15% soit 2.30 km.

B. Agglomération de Remila

Tableau N° II-7 : Tableau récapitulatif des longueurs par type de matériaux et diamètres (source : DRE)

Diamètre DN (mm)	Longueur par type de matériau		Total Ml
	Acier Galvanisé	Fonte	
110		533	533
102-114	508		508
Total	508	533	1041

La représentation graphique et le traitement préliminaire de ces valeurs sont représentés ci-dessous.

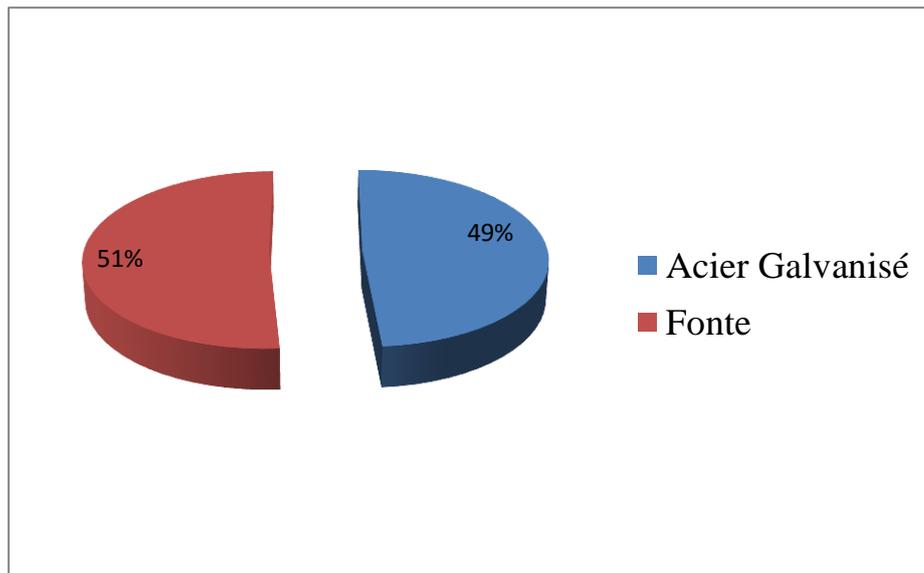


Figure N° II-8: Répartition des longueurs des conduites en fonction de leur nature

Le réseau d'adduction de l'agglomération de Remila est constitué à 49% de conduites en acier galvanisé sur un linéaire de 508 ml. Le programme de renouvellement des conduites en PEHD est à 51% soit 533 ml.

II-5) Description des ouvrages

II-5-1/) Ouvrages de stockage

II-5-1-1) Réservoir IMADALOU

Les caractéristiques de cet ouvrage et son état sont décrits dans la fiche ci-dessous :

Tableau N° II-8 : Les caractéristiques de réservoir IMADALOU

Réservoir IMADALOU				
Caractéristiques				
Capacités (m ³)	Type de cuve		Cote radier	Cotes de trop plein
2x300	Circulaire semi enterré		161.31	164.81
Fonctionnement				
Origine de l'Alimentation	Mode d'alimentation	Remplissage	Comptage	Télégestion
- Forage Aghernouz - Conduite Tichy Haft	Refoulement Gravitaire	Sur verse	Oui	Non
Distribution				
Volume incendie (120 m ³)	Secteurs desservis			
Non	Centre ville - quartier Gare-			
Etat et entretien				
Voie d'accès	Clôture	Echelle d'accès	Grilles d'aération	Robinetterie(Vanne, Clapet...)
Oui	Oui	Non conforme	Conforme	Non conforme
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 20%;">Chambre de vannes</div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  </div> <div style="width: 20%; text-align: right;"> Prie par D.BEZZINA Le : 01/07/2021 </div> </div>				
Etanchéité de la Cuve	Etat du génie civil interne		Etat du génie civil externe	Lavage annuel
Bon	Bon		Bon	Oui

↳ **Pour cet ouvrage, nous préconisons :**

- De rénover la robinetterie dans la chambre des vannes,
- Réhabiliter l'échelle d'accès,
- Réaliser un mur de clôture sur le côté nord de la station.

II-5-1-2) Réservoir IGHAOUZANE

Les caractéristiques de cet ouvrage et son état sont décrits dans la fiche ci-dessous :

Tableau N° II-9 : Les caractéristiques de réservoir IGHAOUZENE

Réservoir IGHAOUZENE				
Caractéristiques				
Capacités (m ³)	Type de cuve	Cote radier	Cotes de trop plein	
100	Circulaire semi enterré	217.20	220.20	
Fonctionnement				
Origine de l'Alimentation	Mode d'alimentation	Remplissage	Comptage	Télégestion
SR Imadalou	Refoulement	Sur verse	Oui	Non
Distribution				
Volume incendie (120 m ³)	Secteurs desservis			
Non	Ighaouzen - Quartier Cavalier – Quartier des oliviers			
Etat et entretien				
Voie d'accès	Clôture	Echelle d'accès	Grilles d'aération	Robinetterie (Vanne, Clapet...)
Non	Non	Non conforme	Non conforme	Non conforme
				
Chambre de vannes			Prie par D.BEZZINA Le : 01/07/2021	
Etanchéité de la Cuve	Etat du génie civil interne	Etat du génie civil externe	Lavage annuel	
Dégrader	Dégrader	Dégrader	oui	

↳ **Pour cet ouvrage, nous préconisons :**

- De mettre une clôture en grillage,
- Refaire l'étanchéité de la coupole et la toiture de la chambre à vanne,
- Faire une couche de peinture pour les parois de l'ouvrage,
- Réaliser une évacuation pour les eaux de fuites dans la chambre à vanne,

II-5-1-3) Réservoir HOTEL

Les caractéristiques de cet ouvrage et son état sont décrits dans la fiche ci-dessous :

Tableau N° II-10 : Les caractéristiques de réservoir Hôtel

Réservoir Hôtel				
Caractéristiques				
Capacités (m ³)	Type de cuve		Cote radier	Cotes de trop plein
100	Circulaire semi enterré		273.75	276.21
Fonctionnement				
Origine de l'Alimentation	Mode d'alimentation	Remplissage	Comptage	Télégestion
SR Imadalou	Refoulement	Sur verse	Oui	Non
Distribution				
Volume incendie (120 m ³)	Secteurs desservis			
Non	Quartier Bouzermane - Réservoir Hôpital			
Etat et entretien				
Voie d'accès	Clôture	Echelle d'accès	Grilles d'aération	Robinetterie (Vanne , Clapet...)
Non	Non	Non conforme	Non conforme	Non conforme
				
Chambre de vannes			Source DRE Bejaia Le : 27/03/2018	
Etanchéité de la Cuve	Etat du génie civil interne		Etat du génie civil externe	Lavage annuel
Dégrader	Très dégradé		Très dégradé	oui

Pour cet ouvrage, nous préconisons:

- Refaire l'étanchéité de la coupole et la toiture de la chambre à vanne,
- Faire une couche de peinture pour les parois de l'ouvrage,
- Réaliser une évacuation pour les eaux de fuites dans la chambre à vanne,
- Réhabiliter l'échelle d'accès,
- Reconstruire la chambre de vannes,

II-5-1-4) Réservoir HOPITAL

Les caractéristiques de cet ouvrage et son état sont décrits dans la fiche ci-dessous :

Tableau N° II-11 : Les caractéristiques de réservoir HOPITAL

Réservoir HOPITAL				
Caractéristiques				
Capacités (m ³)	Type de cuve	Cote radier	Cotes de trop plein	
50	Circulaire semi enterré	175.96	179.26	
Fonctionnement				
Origine de l'Alimentation	Mode d'alimentation	Remplissage	Comptage	Télégestion
Réservoir Bouzermane	Gravitaire	Sur verse	Oui	Non
Distribution				
Volume incendie (120 m ³)	Secteurs desservis			
Non	Quartier Bouhlou - Quartier Hôpital			
Etat et entretien				
Voie d'accès	Clôture	Echelle d'accès	Grilles d'aération	Robinetterie (Vannes , Clapet...)
Non	Non	Non conforme	Non conforme	Non conforme
				
Chambre de vannes			Pris par D.BEZZINA Le : 28/06/2021	
Etanchéité de la Cuve	Etat du génie civil interne	Etat du génie civil externe	Lavage annuel	
Dégrader	Dégrader	Très dégradé	oui	

☛ **Pour cet ouvrage, nous préconisons:**

- De mettre une clôture en grillage,
- Refaire l'étanchéité de la coupole,
- Faire une couche de peinture pour les parois de l'ouvrage,
- Réaliser une évacuation pour les eaux de fuites dans la chambre à vanne,
- Mettre en place une l'échelle d'accès.

II-5-1-5) Réservoir MAALA II

Les caractéristiques de cet ouvrage et son état sont décrits dans la fiche ci-dessous :

Tableau N° II-12 : Les caractéristiques de réservoir MAALA II

Réservoir de MAALA II					
Caractéristiques					
Capacités (m3)		Type de cuve		Cote radier	Cotes de trop plein
500		Circulaire semi enterré		292.94	298.09
Fonctionnement					
Origine de l'Alimentation	Mode d'alimentation	Remplissage	Comptage	Télégestion	Commentaires
SR TIMZEGHRA FORAGE IMOULA	Refoulement	Sur verse	Non	Non	Absence de compteur sur la distribution
Distribution					
Volume incendie (120 m3)	Secteurs desservis				
Non	Réservoir CNEP, Quartier Maala, (Zhun 1,2), citée CNEP, ESCADRON.				
Etat et entretien					
Voie d'accès	Clôture	Echelle d'accès	Grilles d'aération	Robinetterie (Vanne , Clapet...)	
Oui	Non	Non conforme	Non conforme	Non conforme	
					
Chambre de vannes			Source DRE Bejaia Le :19/06/2018		
Etanchéité de la Cuve	Etat du génie civil interne		Etat du génie civil externe		Lavage annuel
Non	Bon		Très dégradé		Oui

↳ **Pour cet ouvrage, nous préconisons:**

- De mettre une clôture en grillage,
- Refaire l'étanchéité de la coupole,
- Faire une couche de peinture pour les parois de l'ouvrage,
- Réaliser une évacuation pour les eaux de fuites dans la chambre à vanne,
- Mettre en place une l'échelle d'accès.

II-5-1-6) Réservoir CNEP

Les caractéristiques de cet ouvrage et son état sont décrits dans la fiche ci-dessous :

Tableau N° II-13 : Les caractéristiques de réservoir CNEP

Réservoir de CNEP					
Caractéristiques					
Capacités (m ³)	Type de cuve	Cote radier	Cotes de trop plein		
500	Circulaire semi enterré	205.53	208.73		
Fonctionnement					
Origine de l'Alimentation	Mode d'alimentation	Remplissage	Comptage	Télégestion	Commentaires
Réservoir MAALA II	Gravitaire	Sur verse	Non	Non	Absence de compteur sur la distribution
Distribution					
Volume incendie (120 m ³)	Secteurs desservis				
Non	-Quartier mission, cites (216, 20, 70, 31 LSP, 60 CILOC, 70 Sonelgaz, 04, 24, 18, 140) logts, Brigade gendarmerie				
Etat et entretien					
Voie d'accès	Clôture	Echelle d'accès	Grilles d'aération	Robinetterie (Vanne, Clapet...)	
Non	Non	Ok	Non	Ok	
					
Chambre des vannes			Source DRE Bejaia Le :19/06/2018		
Etanchéité de la Cuve	Etat du génie civil interne		Etat du génie civil externe		Lavage annuel
Ok	Bon		Bon		oui

↳ **Pour cet ouvrage, nous préconisons:**

- De refaire une clôture en grillage,
- Mettre une voie d'accès.

II-5-1-7) Réservoir de REMILA

Les caractéristiques de cet ouvrage et son état sont décrits dans la fiche ci-dessous :

Tableau N° II-14 : Les caractéristiques de réservoir REMILA

Réservoir de REMILA				
Caractéristiques				
Capacités (m ³)	Type de cuve		Cote radier	Cotes de trop plein
100	Circulaire semi enterré		210.50	213.00
Fonctionnement				
Origine de l'Alimentation	Mode d'alimentation	Remplissage	Compt age	Télégestion
Forage Remila	Refoulement	Sur verse	Oui	Non
Distribution				
Volume incendie (120 m ³)	Secteurs desservis			
Non	Agglomération de Remila			
Etat et entretien				
Voie d'accès	Clôture	Echelle d'accès	Grilles d'aération	Robinetterie (Vanne, Clapet...)
Non	Dégradée	Dégradé	Oui	Dégradée
				
Chambre des vannes			Pris par D.BEZZINA Le : 28/06/2021	
Etanchéité de la Cuve	Etat du génie civil interne		Etat du génie civil externe	Lavage annuel
Ok	Bon		Fissure sur les murs de la chambre à vanne	oui

↳ **Pour cet ouvrage, nous préconisons :**

- De refaire une clôture en grillage et remettre en état le portail,
- Mettre une voie d'accès.
- Reconstruire la chambre à vanne qui présente un risque d'effondrement.
- Mettre en place une échelle d'accès.
- Refaire la robinetterie.

II-5-2) Ouvrage de transfert

II-5-2-1) Station de reprise IMADALOU

Tableau N° II-15 : Les caractéristiques de la station de reprise IMADALOU

Station de reprise IMADALOU					
Caractéristiques					
Nombre de pompes		Débit nominal (m ³ /h)	HMT (hauteur manométrique total) (mCE)		
1+1		27 vers Hôtel	168 vers Réservoir Hôtel		
1+1		39.6 vers Ighaouzene	85 vers Réservoir Ighaouzene		
Anti-Belier					
Type	Pression de service (bars)	Pression d'épreuve (bars)	Comptage	Télégestion	Commentaires
/	/	/	Oui	Non	Refoulement
Distribution					
Ouvrage alimenté			Secteurs desservis		
Réservoir Ighaouzene - Réservoir Hôtel			-		
Etat et entretien					
Voie d'accès	Clôture	Robinetterie (Vanne, Clapet...)			
Oui	Oui	Non conforme			
 <p>Source DRE Bejaia Le : 27/03/2018</p>					
Etanchéité de la Cuve		Etat du génie civil interne		Etat du génie civil externe	
Bonne		Bon		Bon	
				Lavage annuel	
				Oui	

↳ **Pour cet ouvrage, nous préconisons :**

- De refaire la robinetterie,
- Drainage des eaux de fuites,
- Remettre en place les câbles électriques,
- Entretien le local.

II-5-2-1) Station de reprise TIMZEGHRA

Tableau N° II-16 : Les caractéristiques de la station de reprise TIMZEGHRA

Station de REPRISE TIMZEGHRA					
Caractéristiques					
Nombre de pompes		Débit nominal (m ³ /h)		HMT (hauteur manométrique total) (mCE)	
1+1		240		197	
Anti-Belier					
Type	Pression de service (bars)	Pression d'épreuve (bars)	Comptage	Télégestion	Commentaires
Soupape de décharge	-	-	Non	Non	Le réservoir déborde souvent
Distribution					
Ouvrage alimenté			Secteurs desservis		
Réservoir MAALA II			Non		
Etat et entretien					
Voie d'accès	Clôture	Robinetterie (Vanne, Clapet...)			
Oui	Non	Ok			
					
Source DRE Bejaia Le : 27/03/2018					

↪ **Pour cette station, nous préconisons :**

- la mise en place d'une clôture,
- Le changement du transformateur,
- La mise en place de compteur sur la conduite de refoulement,
- La mise en place d'un Robinet à flotteur.

II-5-2-1) Station de reprise MALAI

Tableau N° II-17 : Les caractéristiques de la station de reprise MAALA

Station de reprise MAALA					
Caractéristiques					
Nombre de pompes		Débit nominal (m ³ /h)		HMT (hauteur manométrique total) (mCE)	
2		153		82	
Anti-Belier					
Type	Pression de service (bars)	Pression d'épreuve (bars)	Comptage	Télégestion	Commentaires
/	/	/	Non	Non	Refoulement
Distribution					
Ouvrage alimenté					
Réservoir MAALA II					
Etat et entretien					
Voie d'accès	Clôture	Robinetterie (Vanne, Clapet...)			
Oui	Non	conforme			
					
Prie par D.BEZZINA Le : 28/06/2021					

↳ **Pour cette station, nous préconisons :**

- la mise en place d'une clôture,
- Entretien complet du local,
- Remettre en place des pompes immergées.

II-5-3) Ouvrage en cours de réalisation**II-5-3-1) Station de pompage 2*2500 m3****Station de pompage 2*2500 m3**

Chambre des vannes

Source DRE Bejaia

Le : 19/04/2018

Cette station de reprise reçoit les eaux du barrage de Tichy-Haft à partir du Pk 27.5. Elle est destinée à alimenter les communes de Sidi Aïch, Tinebdar, El-Flaye et Tibane. Une adduction gravitaire est réalisée en DN 400 PEHD vers une station de reprise SR1 située dans le quartier des oliviers (Sidi Aïch), cette conduite véhicule le quotta réservé pour sidi Aïch (55l/s) et Tinebdar (24l/s).

II-5-3-2) Station de reprise SR1**Station de reprise SR1**

Cette station de reprise SR1 refoule les eaux en DN 350 Fonte vers une autre station de reprise SR2 situé sur le versant nord de l'agglomération de Sidi Aïchau dessus des réservoirs Imadalou. A cette station est incorporée une bache rectangulaire de 500 m³.

II-5-3-3) Station de reprise SR2**Station de reprise SR2**

Cette station de reprise SR2 refoule les eaux en DN 250 Fonte vers une autre station de reprise SR3 situé à Tinebdar (Sous le stade). A cette station est incorporé un réservoir circulaire de 500 m³. A partir de ce réservoir, une conduite DN 315 PEHD alimente les réservoirs Imadalou.

II-5-3-4) Station de reprise SR3**Station de reprise SR3**

pas encore construite, Cette station de reprise SR3 refoulera les eaux (quotta de Tinebdar) vers une autre station de reprise de Tinebdar. A cette station est incorporé un réservoir circulaire de 1000 m³. A partir de ce réservoir, une conduite DN 200 PEHD est réalisée pour alimenter le réservoir Hôtel et le village Remila.

II-6) Diagnostic physique

En plus des désordres constatés et illustrés au concernant les ouvrages de stockage et de transfert, il est de même pour le réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Sidi Aïch sur lequel on a constaté plusieurs désordres, on illustre quelque uns.



Regard pour compteur, situé Maala Sidi Aïch

Source DRE Bejaia

Le : 24/09/2017

- Cette photo illustre l'état d'un regard qui abrite plusieurs accessoires: Compteur général de distribution, Vanne et ventouse sur une conduite DN 300 acier noir.
 - La dalle du regard est effondrée sur les accessoires et rend la manipulation et l'accès impossible à ces derniers.
- Le regard sert de décharge d'ordures.



Source DRE Bejaia

Le : 13/04/2017

Cette photo illustre l'état d'une conduite DN 250 acier noir suspendue au pont des piétons à Sidi Aïch. La vétusté de cette conduite engendre des fuites fréquentes.



Source DRE Bejaia

Le : 2/07/2017

Cette photo illustre la dégradation de l'état de cette conduite qui a subi plusieurs réparations.



Source DRE Bejaia

Le : 24/09/2017

Cette photo illustre la dégradation de l'état de la vanne sur la conduite de distribution (Réservoir Hôpital). La nouvelle vanne aura le même sort si on n'aménage pas un regard pour protéger ces accessoires.



Prie par D.BEZZINA

Le : 28/06/2021

Cette photo illustre une conduite en acier galvanisé non remblayé sur une centaine de mètres.



Prie par D.BEZZINA

Le : 28/06/2021

Cette photo illustre le débordement quotidien du réservoir à station de pompage de Timzghra.



Prie par D.BEZZINA

Le : 28/06/2021

Cette photo illustre une fuite importante sur un réseau récemment rénové à Maala Sidi Aïch.

Les eaux du trop plein sont évacuées par la conduite de vidange.	Les eaux de fuite vont vers le caniveau
--	---

II-7) Diagnostic hydraulique

La modélisation du réseau sous les conditions future (diamètre actuels, demandes de pointe actuel) a permis de mettre en évidence :

Les zones à forte pression et les zones à pression modérée : on enregistre des pressions qui dépassent les 8 bars dans les quartiers suivants (Quartier Aissani, Zhun 1 et 2, quartier Siloc et quartier 216 logements inférieur et l'agglomération de Remila). Par contre pour le reste et en particulier la zone gauche de l'agglomération de Sidi Aïch, on enregistre des pressions modérées.

II-8) Conclusion

Dans cette partie nous avons présenté l'ensemble des équipements formant le système d'alimentation en eau potable de la commune de Sidi Aïch en passant par le diagnostic physique et du réseau de distribution, des conduites d'adduction, de forage, des ouvrages de stockage.

Chapitre III

Estimation des besoins en eau

Chapitre III :

ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

III-1) Introduction

Les besoins en eau varient en fonction des types de consommateurs (domestique, sanitaire,...). Avant tout projet, il est nécessaire de procéder au recensement de toutes leurs catégories et ainsi d'avoir leurs normes de consommation unitaire, dans le but d'estimer les besoins de la population à long terme (25 ans) qui représente l'âge de la conduite bien entretenue.

L'évaluation des besoins en eau, pour chaque horizon d'étude, s'effectue selon les phases suivantes :

1. Estimation des besoins en eau domestique, administratif, sanitaire, ...etc, calculés à partir de la population projetée à différents horizons et sur la base d'une dotation unitaire fixe pour chaque type de secteur.
2. Calcul des débits moyens journaliers.
3. Calcul des débits journaliers.
4. Calcul des débits horaires.

III-2) Choix du taux d'accroissement [1]

Le choix du taux d'accroissement " t_{ac} " est fait sur la base du développement du tissu urbain ainsi que l'horizon d'étude. Le taux d'accroissement de la population de la région d'étude est de **2.07 %** selon la subdivision d'Hydraulique de Bejaia.[1]

III-3) Estimation de la population

La population de la commune est estimée grâce à la loi des accroissements donnée par la formule des intérêts composés, qui s'appuie sur l'influence des naissances, du taux d'immigration et du taux de mortalité, comme suit :

$$P_n = P_0 \times (1 + t_{ac})^n \quad (\text{III -1})$$

Sachant que :

- P_n : Population future à l'horizon considéré.
- P_0 : Population de l'année de référence.
- t_{ac} : Taux d'accroissement annuel de la population pris à **2.07%**.
- n : Nombre d'années séparant l'année de référence et l'horizon considéré.

En se référant au dénombrement de la population fait en 2021 par les services d'urbanisme de l'A.P.C de la zone d'étude, on évaluera la population aux horizons futurs. On a retenu l'année en cours le long terme (2046).

Les résultats sont présentés dans le tableau N°III -1 suivant :

Tableau N°III-1 : Evaluation de la population à différents horizons

Agglomération	Horizon		
	2008	2021	2046
Nbre d'hab.Chef lieu Sidi Aich	11411	14411	28051
Nbre d'hab. Remila	2364	2609	4355
TOTAL	13775	17020	32406

Suivant le tableau N°III-1, on trace un graphe traduisant l'évaluation de la population par an, et on obtient la représentation ci desous (FigureN°III-1).

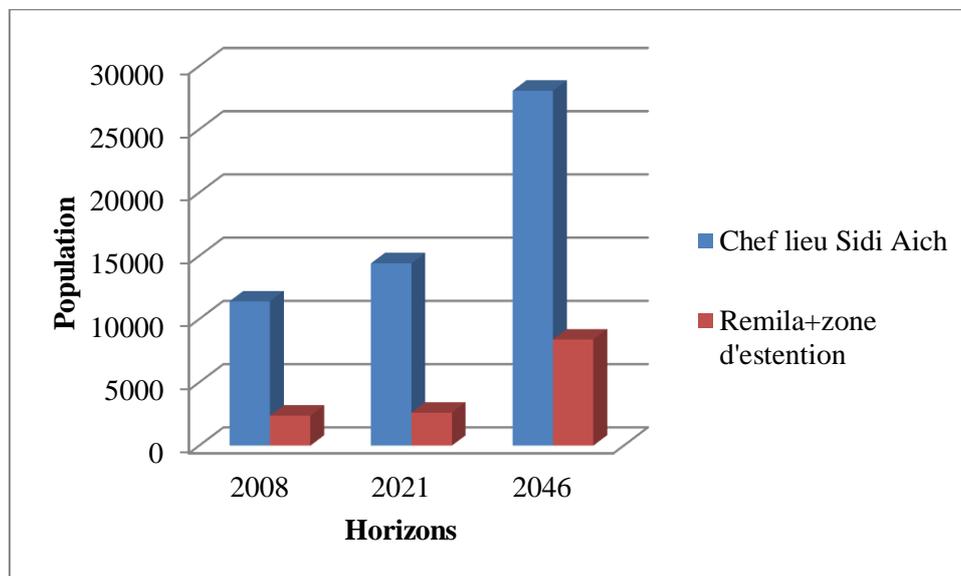


Figure N°III-1: Evaluation de la population

III-4) Norme de consommation

La zone d'étude représente des agglomérations à caractère rural, la norme de consommation est fixée à une valeur de 150 l/j/hab

En définitif, on majorera la norme de 20% en raison de l'extension de la région, amélioration du niveau de vie et du développement de la consommation individuelle. La norme de consommation deviendra de **180 l/j/hab**.

III-5) Estimation des besoins en eau

III-5-1) Consommation moyenne journalière

Les besoins en eau de la population sont obtenus en multipliant le nombre d'habitants par la norme de consommation. [5]

$$Q_{moyj} = ((N * dot)) / 1000 \text{ (m}^3\text{/j)}$$

Avec :

Q_{moyj} : Consommation moyenne journalière en m³/j ;

N : nombre de consommateurs ;

dot : dotation moyenne en l/j/cons.

III-5-2) Besoins en eau par catégorie

III-5-2-1) Besoins domestique

Tableau N°III-2 : Besoins domestiques

Agglomération	Population		Dotation (l/j/hab)	Besoins (m ³ /j)	
	2021	2046		2021	2046
Chef lieu Sidi Aich	14437	28051	180	2598	5049
Remila	2609	4355	180	469.62	783.9

III-5-2-2) Besoins scolaires

Tableau N°III-3: Besoins scolaires

Agglomération	Types d'équipements	Unité	Nombres	Dotation (l /j/unité)	Besoins (m ³ /j)
Chef lieu Sidi Aich	(07)Primer demi-pension	Elève	3000	20	60
	(3)CEM demi pension	Elève	2500	20	50
	(3)Lycée demi pension	Elève	2900	20	58
	(1)Lycée interne	Elève	900	50	45
	(1)CFPA	Person	600	10	6
Totale					219
Remila	Primer demi-pension	Elève	400	20	8

III-5-2-3) Besoins administratifs

Il n'y a que le chef lieu qui dispose des équipements administratifs.

Tableau N°III-4 : Besoins administratifs

Agglomération	Types d'équipements	Nombres d'employés	Dotation (l /j/emp)	Besoins (m ³ /j)
Chef lieu Sidi Aich	(1)Algérie poste	20	10	0,2
	(1)Siege APC	35	10	0,35
	(1) Siege Daïra	30	10	0,3
	(1)Gendarmerie	40	10	0,4
	(3) Banque (BDL, CPA, BADRE)	60	10	0,6
	(1) Agence SAA	25	10	0,25
	(2) Inspections des impôts	20	10	0,2
	(1)Sureté de Daïra	30	10	0,3
	(1)Agence SONEL GAZ	35	10	0,35
	(1) Subdivision de l'hydraulique	30	10	0,3
	(1) Subdivision de l'agriculture	30	10	0,3
	(1) Subdivision de Travaux Publique	30	10	0,3
	(1) Escadron	20	10	0,2

(1) Protection civile	25	10	0,25
(1) Central Téléphonique	15	10	0,15
(1) OPGI	25	10	0,25
(1) Contribution	30	10	0,3
(1) Bureau de main d'ouvre	15	10	0,15
(1) CASAP	30	10	0,3
(1) CNASAT	30	10	0,3
(1) SUCH	20	10	0,2
(1) ADE	35	10	0,35
(1) Palais de justice	20	10	0,2
(1) ONA	35	10	0,35
Total			6.86

III-5-2-4) Besoins sportifs

Tableau N°III-5: Besoins sportifs

Agglomération	Types d'équipements	Nombres d'usagers	dotation (l/j/empl)	Besoins (m ³ /j)
Chef lieu Sidi Aich	(1) Stades	150	20	3
	(1) Salle Omnisport	300	30	9
Total				12

III-5-2-5) Besoins socioculturels

Tableau N°III-6: Besoins socio culturels

Agglomération	Type d'équipements	Nombres d'usagés	Dotation (l/j/usa)	Besoins (m ³ /j)
Chef lieu Sidi Aich	1 Centre culturel	153	15	3,45
	2 Mosquées	600	15	9
Total				12.45
Remila	1 Mosquée	200	15	3

III-5-2-6) Besoins sanitaires :

Tableau N°III-7: Besoins sanitaires

Agglomération	Types d'équipements	N ^{bre} d'employés	N ^{bre} de patients	Dotation par employé (l/j/emp)	Dotation (l/patient/j)	Besoins (m ³ /j) par employés	Besoins (m ³ /j) par patients	Besoins (m ³ /j)
Chef lieu Sidi Aich	(2) centre de santé	5	120	15	10	0,075	1,2	1,275
	(1) Polyclinique	33	250	15	350	0,495	87	87,495
	(1) Hôpital	60	300	15	350	0,9	105	105,9
	(3) Dentistes	12	60	15	5	0,18	0,3	0,48
	(4) Généralistes	16	160	15	5	0,24	0,8	1,04
	(4) Pharmacies	12	0	15	0	0,18	0	0,18
	(1) Laboratoire communal	4	50	15	15	0,06	0,75	0,81
Total								197,18
Remila	(1) Salle de soin	5	60	15	10	0,075	0,6	0,675

III-5-2-7) Besoins industriels

Tableau N°III-8: Besoins industriels

Agglomération	Activités	unité	nombre	Dotation (l/j/unité)	Besoins (m ³ /j)
Chef lieu Sidi Aich	(4) Ateliers de soudure	Poids d'acier (kg)	200	30	6
	(3) Ateliers de Tôlerie	(kg)	100	30	3
	(5) Unités de lavage et graissage	voiture	300	100	30
	(5) Ateliers de mécanique	voiture	150	50	7,5
Total					46,5

III-5-2-8) Autres besoins

Tableau N°III-9: Autres besoins

Agglomération	Types d'équipements	N ^{bres} clients	Dotation (l/j/client)	Besoins (m ³ /j)
Chef lieu Sidi Aich	(9) Restaurants	500	5	2.5
	(8) Cafétérias	1000	4	4
Total				6.5
Remila	(2) Restaurants	200	5	1
	(3) Cafétérias	400	4	1.6
Total				2.6

III-6) Récapitulation des besoins en eau de la ville

Les besoins totaux en eau chef-lieu Sidi Aich et Remila sont donnés par les tableaux suivants :

Tableau N°III-10 :Récapitulation des besoins

Catégorie des besoins	Agglomération	
	Chef lieu Sidi Aich (m ³ /j)	Remila+zone d'extension (m ³ /j)
Domestiques	5049	783.9
Scolaires	219	8
Administratifs	6.86	0
Sportif	12	0
Socioculturels	12.45	3
Sanitaires	197.18	0.675
Industrielles	46.5	0
Autres besoins	6.5	2.6
Total	5460.75	798.175

III-7) Majoration des besoins

Le débit moyen journalier est obtenu en tenant compte des fuites au niveau des conduites, et dans le but de compenser ces fuites physiques, nous optons pour une majoration de 20%, donc le débit moyen journalier est donné comme suit :

$$Q_{moyj} = K_f * Q_{moyj}(m^3/j) \quad (III -2)$$

Où :

- Q_{moyj} : Débit moyen journalier(m³/j)
- K_f : Coefficient de majoration tenant compte des fuites.

Ainsi, on obtient les résultats suivants :

Tableau N°III-10 : Majoration de la consommation moyenne journalière

Agglomération	Débit moyen journalier m ³ /j	K _f	Débit moyen majoré de 20% m ³ /j
Chef lieu Sidi Aich	5460.75	1,2	6552.9
Remila	798.175	1,2	957.81

III-8) Détermination des débits journaliers

III-8-1)Variation journalière de la consommation

En fonction des jours, des semaines et des mois, on observe des variations de la consommation. Le débit d'eau consommé n'est pas constant, mais varie en présentant des maximums et des minimums. Cette variation est caractérisée par des coefficients d'irrégularités K_{max,j} et K_{min,j}. [3]

Avec :

III-8-1-1)Coefficient d'irrégularité maximale journalière

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

$Q_{\max,j}$: Consommation maximale journalière

$Q_{\min,j}$: Consommation minimale journalière

III-8-1-2)Coefficient d'irrégularité minimale journalière

$$K_{\min,j} = \frac{Q_{\min,j}}{Q_{\text{moy},j}} \quad (\text{III -4})$$

III-8-2)Consommation maximale journalière ($Q_{\max,j}$)

Ce débit représente la consommation d'eau maximale du jour le plus chargé de l'année. Il s'obtient par la relation suivante :

$$Q_{\max,j} = K_{\max,j} * Q_{\text{moy},j} \quad (\text{III -5})$$

Où :

-K_{max,j} : Coefficient d'irrégularité maximale qui varie entre 1,1 et 1,3 ;

Ce coefficient montre combien de fois le débit maximal excède le débit moyen, il tient compte entre autre, l'augmentation de la consommation individuelle.

D'où $Q_{maxj} = 1,3 * Q_{moyj}$

III-8-3) Consommation minimale journalière (Q_{minj})

Ce débit représente la consommation d'eau du jour le moins chargé de l'année. Il sera déterminé en affectant le débit moyen journalier Q_{moyj} d'un coefficient d'irrégularité $K_{min,j}$ qui varie entre 0,7 et 0,9.

$$Q_{minj} = K_{min,j} * Q_{moyj} \quad (\text{III -4})$$

Ce coefficient à l'opposé de la précédente montre combien de fois le débit minimal est inférieur au débit moyen journalier.

D'où $Q_{minj} = 0,9 * Q_{moyj}$

Les consommations moyennes, minimales et maximales journalière sont réunies dans le tableau suivant :

Tableau N°III-11 : Calcul du débit maximal et minimal journalière

Agglomération	Q_{moyj} majoré (m^3/j)	$K_{max,j}$	Q_{maxj} (m^3/j)	$K_{min,j}$	Q_{minj} (m^3/j)
Chef lieu Sidi Aich	6552.9	1.3	8518.77	0.9	5897.61
Remila	957.81	1.3	1245.153	0.9	862.029

III-9) Détermination des débits horaires

III-9-1) Variation horaires

Le débit journalier subit des variations durant les 24 heures de la journée. Ces variations sont caractérisées par les coefficients K_{maxh} et K_{minh} dits respectivement, coefficient de variation maximale horaire et coefficient de variation minimale horaire.

III-9-1-1) Coefficient d'irrégularité maximale horaire ($K_{max,h}$)

$$K_{max,h} = \frac{Q_{maxh}}{Q_{moyh}} \quad (\text{III -6})$$

Avec : $-Q_{maxh}$: Consommation maximale horaire ;

$-Q_{moyh}$: Consommation moyenne horaire ;

Par ailleurs, le coefficient $K_{max,h}$ est défini par :

$$K_{max,h} = \alpha_{max} \times \beta_{max} \tag{III -7}$$

D'où :

- α_{max} : Coefficient qui dépend du confort au sein de l'agglomération qui varie de 1.2 à 1.4

Pour notre cas, on prend $\alpha_{max} = 1.3$

- β_{max} : c'est un coefficient qui est fonction du nombre d'habitant suivant le tableau ci-dessous :

Tableau N°III-12 : β_{max} en fonction du nombre d'habitants.

Nombre habitant(x1000)	< 1,0	1,5	2,5	4,0	6,0	10,0	20,0	30,0	100	300	>1000
β_{max}	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,03	1,0

Les valeurs du coefficient β_{max} de la commune de sidi aich est déterminé par interpolation en fonction du nombre d'habitants en se référant au tableau ci-dessus. Le tableau ci-dessous représente le résultat trouvé :

Tableau N°III-13: Variation $K_{max,h}$ en fonction du nombre d'habitant

Agglomération	Nbre d'habitants	α_{max}	β_{max}	$K_{max,h}$
Chef lieu Sidi Aich	28051	1.3	1.15	1.495
Remila+	4280	1.3	1.4	1.82

II-9-1-2) Coefficient d'irrégularité minimale horaire

$$K_{min,h} = \frac{Q_{minh}}{Q_{moyh}} \tag{III -8}$$

Par ailleurs, le coefficient $K_{min,h}$ est défini par : $K_{min,h} = \alpha_{min} \times \beta_{min}$ (III -9)

D'où :

α_{min} : Coefficient qui tient compte du développement industriel et des habitudes de la population, varie entre **0,4 à 0,6**. Pour notre cas on prend : $\alpha_{min} = 0.5$.

- β_{min} : coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population. .

Tableau N°III-14 : β_{\min} en fonction du nombre d'habitants

Nombre habitant(x1000)	< 1,0	1,5	2,5	4,0	6,0	10,0	20,0	30,0	100	300	>1000
β_{\min}	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,85	1,0

Les valeurs du coefficient β_{\min} de la commune de Sidi Aich est déterminé par interpolation en fonction du nombre d'habitants en se référant au tableau ci-dessus. Le tableau ci-dessous représente le résultat trouvé :

Tableau N°III-15: Variation $K_{\min.h}$ en fonction du nombre d'habitant

Agglomération	Nbre d'habitants	α_{\min}	β_{\min}	$K_{\min.h}$
Chef lieu Sidi Aich	28051	0.5	0.6	0.3
Remila+zone d'extension	4355	0.5	0.25	0.125

III-9-2) Débit moyen horaire

Le débit moyen horaire est donné par la relation suivante :

$$Q_{moyh} = \frac{Q_{maxj}}{24} \quad (m^3/h) \quad (III - 10)$$

Avec :

- Q_{moyh} : débit moyen horaire en m^3/h ;
- Q_{maxj} : débit maximum journalier en m^3/j ;

III-9-3) 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 :

$$Q_{maxh} = K_{\max.h} * Q_{moyh} \quad (III - 11)$$

- Avec :
- Q_{moyh} : débit moyen horaire en m^3/h ;
 - $K_{\max.h}$: coefficient d'irrégularité maximale horaire ;

III-9-4) débit minimum horaire

$$Q_{minh} = K_{\min.h} * Q_{moyh} \quad (III - 12)$$

Avec :

- Q_{moyh} : débit moyen horaire en m^3/h ;

- $K_{min,h}$: coefficient d'irrégularité minimale horaire ;

Tableau N°III-16 : Evaluation des débits moyen, maximum et minimum horaire

Agglomération	Q_{maxj} (m^3/j)	Q_{moyh} (m^3/h)	$K_{min,h}$	Q_{minh} (m^3/h)	$K_{max,h}$	Q_{maxh} (m^3/h)
Chef lieu Sidi Aich	8518.77	354.948	0.3	106.484	1.495	530.647
Remila+zone d'extension	1245.153	51.881	0.125	6.485	1.82	94.423

III-10) Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitant

Le débit horaire d'une agglomération est variable selon l'importance de cette dernière. La variation des débits horaires d'une journée est représentée en fonction du nombre d'habitants dans le tableau(Annexe III.1) :

Remarque :

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

Le débit horaire est obtenu par la formule suivante:

$$Q_h = \frac{C\% \cdot Q_{maxj}}{100} (m^3/h) \quad (III -13)$$

- Q_h : Débit horaire nécessaire ;
- Q_{maxj} : Débit maximal journalier nécessaire ;
- $C\%$: Pourcentage horaire ;

Puisque le nombre d'habitant à l'année 2046 sera entre 10001 et 50000 hab pour l'agglomération chef-lieu, on choisit donc la deuxième partition, et pour l'agglomération secondaire (Remila) le nombre D'habitant sera inférieure a 10000, on choisit donc la première partition comme indiquent les tableaux suivants :

Tableau N°III-16 : Variation des débits horaires du Chef-lieu (Sidi Aich)

Heures	Consommation totale $Q_{maxj} = 8518.77 \text{ m}^3/\text{j}$		Courbe de la consommation cumulée (intégrale)	
	%	m^3/h	%	m^3/h
0-1	1.5	127,78155	1,5	127,78155
1-2	1.5	127,78155	3	255,5631
2-3	1.5	127,78155	4,5	383,34465
3-4	1.5	127,78155	6	511,1262
4-5	2.5	212,96925	8,5	724,09545
5-6	3.5	298,15695	12	1022,2524
6-7	4.5	383,34465	16,5	1405,5971
7-8	5.5	468,53235	22	1874,1294
8-9	6.25	532,42313	28,25	2406,5525
9-10	6.25	532,42313	34,5	2938,9757
10-11	6.25	532,42313	40,75	3471,3988
11-12	6.25	532,42313	47	4003,8219
12-13	05	425,9385	52	4429,7604
13-14	05	425,9385	57	4855,6989
14-15	5.5	468,53235	62,5	5324,2313
15-16	06	511,1262	68,5	5835,3575
16-17	06	511,1262	74,5	6346,4837
17-18	5.5	468,53235	80	6815,016
18-19	05	425,9385	85	7240,9545
19-20	4.5	383,34465	89,5	7624,2992
20-21	04	340,7508	93,5	7965,05
21-22	03	255,5631	96,5	8220,6131
22-23	02	170,3754	98,5	8390,9885
23-24	1.5	127,78155	100	8518,77
Total	100	8518.77		

Tableau N°III-17: Variation des débits horaires du Remila

Heures	Consommation totale		Courbe de la consommation cumulée	
	$Q_{maxj} = 1245.153 \text{ m}^3/\text{j}$		<i>(intégrale)</i>	
(h)	%	m ³ /h	%	m ³ /h
0-1	1	12,45153	1	12,45153
1-2	1	12,45153	2	24,90306
2-3	1	12,45153	3	37,35459
3-4	1	12,45153	4	49,80612
4-5	2	24,90306	6	74,70918
5-6	3	37,35459	9	112,06377
6-7	5	62,25765	14	174,32142
7-8	6,5	80,934945	20,5	255,25637
8-9	6,5	80,934945	27	336,19131
9-10	5,5	68,483415	32,5	404,67473
10-11	4,5	56,031885	37	460,70661
11-12	5,5	68,483415	42,5	529,19003
12-13	7	87,16071	49,5	616,35074
13-14	7	87,16071	56,5	703,51145
14-15	5,5	68,483415	62	771,99486
15-16	4,5	56,031885	66,5	828,02675
16-17	5	62,25765	71,5	890,2844
17-18	6,5	80,934945	78	971,21934
18-19	6,5	80,934945	84,5	1052,1543
19-20	5	62,25765	89,5	1114,4119
20-21	4,5	56,031885	94	1170,4438
21-22	3	37,35459	97	1207,7984
22-23	2	24,90306	99	1232,7015
23-24	1	12,45153	100	1245,153
Total	100	1245,153		

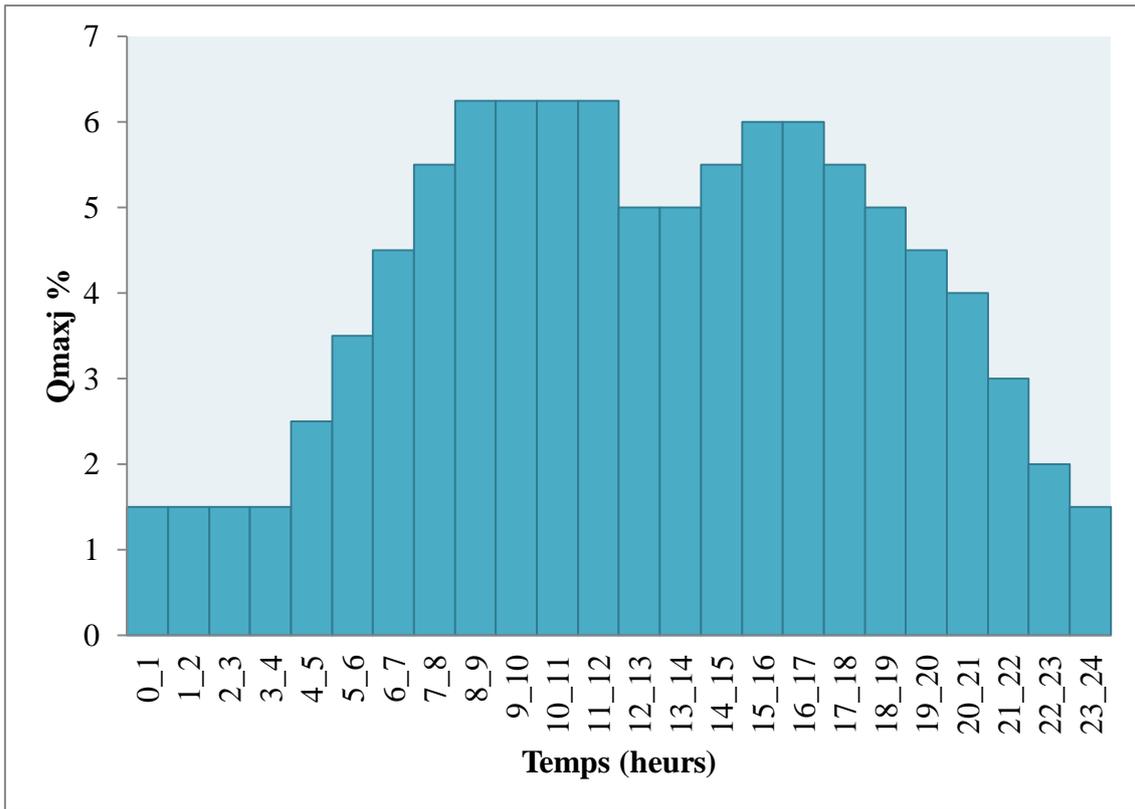


Figure N°III-2: Diagramme la consommation de chef lieu de Sidi Aich

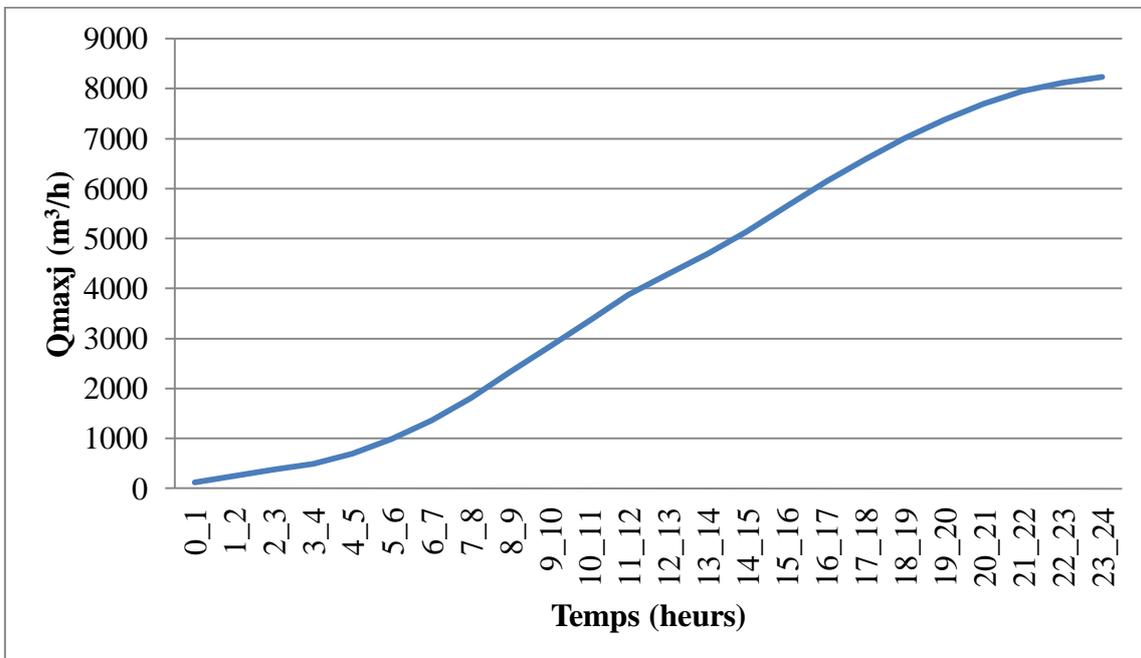


Figure N°III-3 : Courbe cumulée de la consommation de chef lieu Sidi Aich

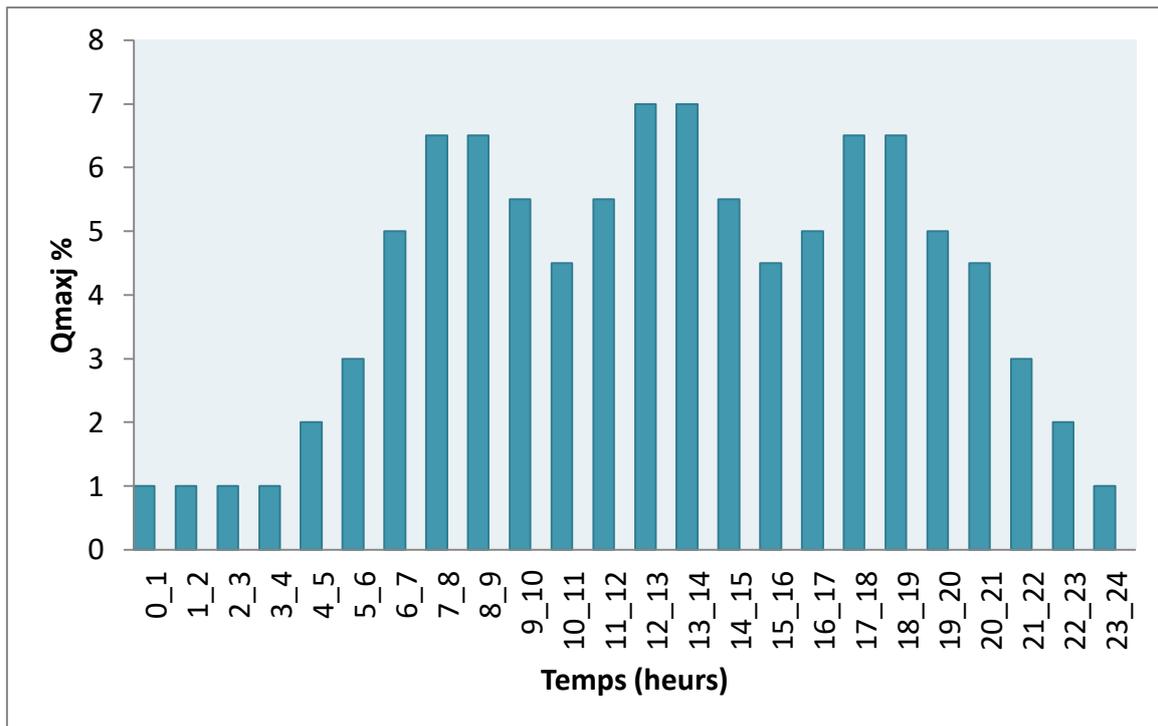


Figure N°III-4:Diagramme la consommation de Remila

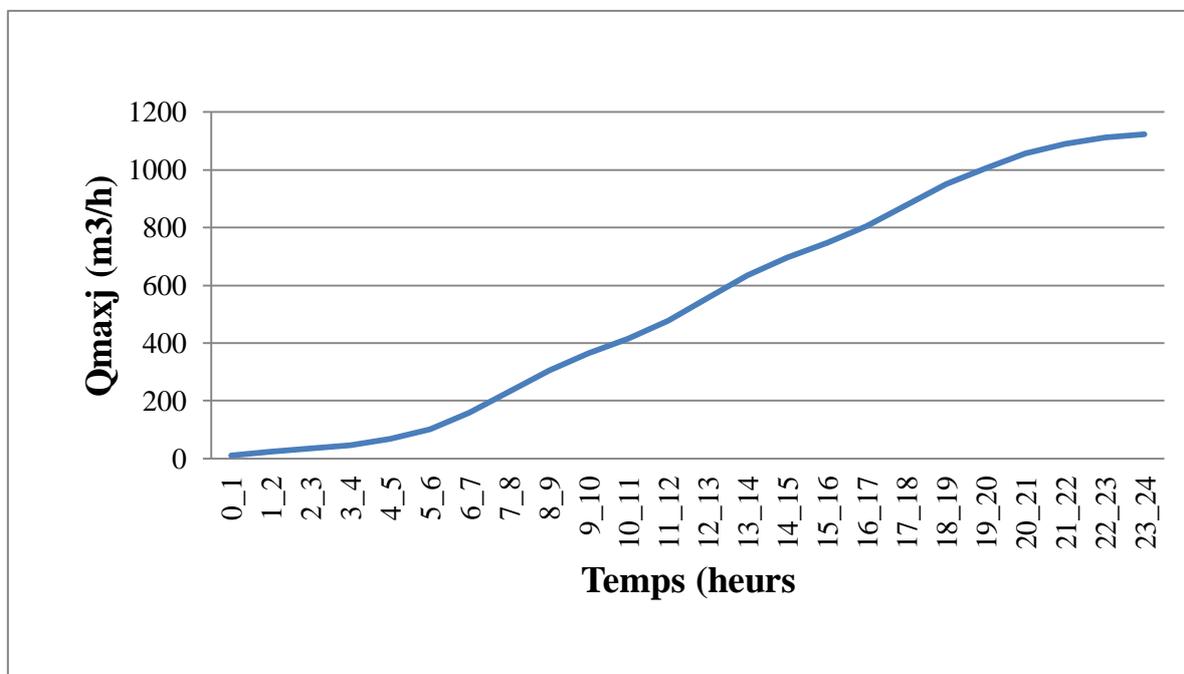


Figure N°III-3 : Courbe cumulée de la consommation de Remila

III-11) Bilan ressources-besoins

Le comparatif besoins-ressources est établi pour le jour de pointe en 2046. Il met en balance les besoins (demande journalière de pointe) et les capacités de ressource.

Tableau N°III-18 :Bilan ressources-besoins

Agglomération	Ressource disponible	Ressource (m³/j)	Besoins (m³/j)	Bilan (m³/j)
Chef lieu sidi aich	Forage Aghmouze	2280	8518.77	+1105.23
	Forage tsiftimoula	2592		
	Barrage tichy-haft	4752		
	totale	9624		
Remila	Forage Remila	475.2	1124.08	-648.88

III-12) Conclusion

Dans ce chapitre , en se basant sur des dotations estimatives demandées par chaque type de consommateur, nous avons déterminé les différents besoins en eau ainsi que le régime de consommation pour les deux agglomérations caractérisées par leurs débits moyens horaires et journaliers maximum et minimum. On remarque que la consommation de pointe des deux agglomérations se situe dans la même période pratiquement. Ces débits ainsi déterminés nous serviront de base pour le dimensionnement de notre système d'alimentation en eau potable.

Chapitre IV

Capacité de stockage

Chapitre IV :

CAPACITE DE STOCKAGE

IV-1) Introduction

Dans ce présent chapitre, nous allons traiter l'une des importantes infrastructures dans une agglomération, en l'occurrence le réservoir, qui est un ouvrage très important dans un réseau d'alimentation en eau potable. C'est un ouvrage aménagé pour contenir l'eau, soit potable destinée à la consommation publique, soit de l'eau à usage industriel.

IV-2) Capacité théorique du réservoir

La capacité du réservoir doit être estimée en tenant compte des variations du débit à l'entrée et à la sortie, c'est-à-dire, d'une part, du mode d'exploitation des ouvrages situés en amont (adduction et station de reprise), et d'autre part, du régime de distribution (consommation moyenne journalière de l'agglomération). Le calcul de la capacité peut se faire suivant deux méthodes :

- ❖ Méthode analytique.
- ❖ Méthode graphique.

IV-2-1) Méthode analytique

La capacité du réservoir est déterminée à partir de la différence entre le débit entrant et le débit sortant du réservoir, on calculera le résidu pour chaque heure, la valeur maximale trouvée sera le pourcentage du volume de stockage.

La répartition des débits d'apport se fait sur **24 heures** dans le cas où l'adduction est gravitaire, et sur **20 heures** dans le cas d'adduction par refoulement, et cela pour avoir un temps nécessaire pour la réparation des pannes éventuelles et d'entretien au niveau de la station de pompage, et en tenant compte des heures de pointes arrêtées par la tarification de la SONEGAS ou le prix d'énergie est élevé. [5]

Le volume maximal de stockage du réservoir pour la consommation est déterminé par la formule suivante :

$$V_{max} = a\% \times \frac{Q_{max j}}{100} \quad (IV - 1)$$

Avec :

V_{max} : Volume maximal de stockage pour la consommation en m^3 .

$Q_{max j}$: Consommation maximale journalière (m^3/j).

$a\%$: Résidu maximal dans le réservoir en (%).

IV-2-2) Détermination des capacités des réservoirs

Avec un débit de $Q_{\max j} = 8518.77 \text{ m}^3/\text{j}$

Tableau N°IV-1: Détermination de la capacité du réservoir d'eau de l'agglomération chef lieu

Heure	Consommation d'eau %	Refoulement	Arrivée d'eau au réservoir	Départ d'eau du réservoir	Reste dans le réservoir	
0-1	1.5	0	-	1.5	2	8.5
1-2	1.5	0	-	1.5	05	7
2-3	1.5	0	-	1.5	-1	5.5
3-4	1.5	0	-	1.5	-2.5	4
4-5	2.5	5	2.5	-	0	6.5
5-6	3.5	5	1.5	-	1.5	8
6-7	4.5	5	0.5	-	2	8.5
7-8	5.5	5	-	-0.5	1.5	8
8-9	6.25	5	-	-1.25	0.25	6.75
9-10	6.25	5	-	-1.25	-1	5.5
10-11	6.25	5	-	-1.25	-2.25	4.25
11-12	6.25	5	-	-1.25	-3.5	3
12-13	05	5	-	-	-3.5	3
13-14	05	5	-	-	-3.5	3
14-15	5.5	5	-	0.5	-4	2.5
15-16	06	5	-	1	-5	1.5
16-17	06	5	-	1	-6	0.5
17-18	5.5	5	-	0.5	-6.5	0
18-19	05	5	-	-	-6.5	0
19-20	4.5	5	0.5	-	-6	0.5
20-21	04	5	1	-	-5	1.5
21-22	03	5	2	-	-3	3.5
22-23	02	5	3	-	0	6.5
23-24	1.5	5	3.5	-	3.5	10

✚ D'après le tableau ci-dessus : $a=10\%$

- **Volume de régulation V_r :**

$$V_r = (\alpha \times Q_{\max j})/100$$

$$V_r = (10 \times 8518.77)/100$$

D'où : $V_r = 851,877 \text{ m}^3$

- **Volume total V_{tot} :**

$$V_{\text{tot}} = V_r + V_{\text{incendie}}$$

$$V_{\text{tot}} = 851,877 + 120 \text{ D'où : } V_{\text{tot}} = 971,877 \text{ m}^3$$

Tableau N°IV-2 : Détermination de la capacité du réservoir d'eau de l'agglomération Remila

Heure	Consommation d'eau %	Refoulement	Arrivée d'eau au réservoir	Départ d'eau du réservoir	Reste dans le réservoir	
0-1	1	0	-	1	7	8.5
1-2	1	0	-	1	6	7.5
2-3	1	0	-	1	5	6.5
3-4	1	0	-	1	4	5.5
4-5	2	5	3	-	7	8.5
5-6	3	5	2	-	9	10.5
6-7	5	5	-	-	9	10.5
7-8	6.5	5	-	1.5	7.5	9
8-9	6.5	5	-	1.5	6	7.5
9-10	5.5	5	-	0.5	5.5	7
10-11	4.5	5	0.5	-	6	7.5
11-12	5.5	5	-	0.5	5.5	7
12-13	7	5	-	2	3.5	5
13-14	7	5	-	2	1.5	3
14-15	5.5	5	-	0.5	1	2.5
15-16	4.5	5	0.5	-	1.5	3
16-17	5	5	-	-	1.5	3
17-18	6.5	5	-	1.5	0	1.5
18-19	6.5	5	-	1.5	-1.5	0
19-20	5	5	-	-	-1.5	0
20-21	4.5	5	0.5	-	-1	0.5
21-22	3	5	2	-	1	2.5
22-23	2	5	3	-	4	5.5
23-24	1	5	4	-	8	9.5

✚ D'après le tableau ci-dessus : $\alpha=10.5\%$

- **Volume de régulation V_r :**

$$V_r = (\alpha \times Q_{\max})/100$$

$$V_r = (10.5 \times 1124.08)/100$$

D'où : $V_r = 118.02 \text{ m}^3$

- **Volume total V_{tot} :**

$$V_{\text{tot}} = V_r + V_{\text{incendie}}$$

$$V_{\text{tot}} = 118.02 + 120$$

D'où : $V_{\text{tot}} = 238.02 \text{ m}^3$

IV-2) Conclusion

Pour l'agglomération du chef-lieu On choisira un volume standard de 1100 m^3 , donc on optera pour deux réservoirs jumelés de **1100 m^3** .

Pour l'agglomération du Remila On choisira un volume standard de 300 m^3 , donc on optera pour deux réservoirs jumelés de **300 m^3** .

Chapitre V

Etude du réseau à l'horizon 2046

Chapitre V :

ETUDE DU RESEAU A L'HORIZON 2046

V-1) Introduction

Le réseau de distribution doit être conçu de façon à satisfaire l'alimentation en eau des abonnés d'une manière équitable, il est constitué d'une conduite maîtresse à partir de laquelle prennent issues des conduites secondaires, alimentant des conduites tertiaires et ainsi de suite.

La consommation en eau est variable selon les jours de la semaine et les heures de la journée. Il existe des périodes de pointe dans la journée qui correspondent à une demande maximale en eau. Nous distinguons aussi le jour de pointe dans l'année qui correspond à une consommation maximale.

L'ensemble de toutes ces conduites constitue un réseau de distribution répondant aux conditions suivantes :

- Les canalisations devront en conséquence présenter un diamètre suffisant, de façon à assurer le débit maximal avec une pression au sol compatible avec la hauteur des immeubles ;
- La vitesse de l'eau dans le réseau sera de l'ordre de 0,5 à 2 m/s.

V-2) Choix du matériau des conduites

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

Parmi les matériaux utilisés on peut citer : l'acier, la fonte, le PVC et le PE (polyéthylène) à haute densité PEHD ou basse densité PEBD. Dans ce présent projet, notre étude se contentera sur l'utilisation d'une seule variante de matériaux qui est le PEHD vu les avantages qu'elle présente :

- Bonne résistance à la corrosion.
- Disponibilité sur le marché.
- Une pose de canalisation facile.
- Une surface lisse arrondie pour une meilleure performance hydraulique

V-3) Classification des réseaux

Un réseau de distribution peut avoir une forme ramifiée ou une forme maillé ce qui est plus courant. Les principaux éléments d'un réseau sont les conduites, les branchements et les pièces spéciales (coudes, raccordements, vannes, compteurs, bouches d'incendie, ...etc.). Les conduites de distribution doivent suivre les rues de la ville et sont posées en terre, généralement, au niveau des accotements des chaussées et des routes (sous les trottoirs).

Le réseau ramifié

Caractérisé par une alimentation à sens unique, il présente l'avantage d'être économique mais manque de sécurité et de souplesse en cas de rupture.

Le réseau maillé

Permet une alimentation en retour, une simple manœuvre de robinet permet l'isolement du tronçon et la poursuite de l'alimentation en aval. Il est plus coûteux, mais préférable au réseau ramifié, pour la commodité et la sécurité qu'il procure.

Eventuellement, on peut utiliser d'autres types de réseaux :

Le réseau étagé

Il est constitué de réseaux indépendants, permet d'éviter les hautes pressions en cas de reliefs accidentés et des dénivelés importantes.

Le réseau mixte

Un réseau est dit mixte (maillé-ramifié), lorsque ce dernier est constitué d'une partie ramifiée et une autre maillée.

Nous avons proposé deux variantes pour le réseau de distribution projeté pour l'agglomération de chef-lieu, la première sera de type maillé et la deuxième sera de type maillé étagé, cette dernière est composée de deux partie. Ainsi que le réseau de distribution projeté pour l'agglomération de chef-lieu sera de type ramifier.

Ceci est en tenant compte de la répartition spatiale des constructions existantes et pour contenir les extensions prévus dans le plan d'aménagement et ce jusqu'à long terme (2046).

V-4) Calcul hydraulique du réseau de distribution

Le calcul du réseau de distribution se fera pour les deux cas suivants :

- cas de pointe.
- cas de pointe plus incendie.

V-4-1) Détermination des débits du réseau

La détermination des débits dans un réseau maillé pour l'agglomération du chef-lieu et réseau ramifié pour l'agglomération du Remila s'effectue de la manière suivante.

- On détermine la longueur de chaque tronçon du réseau.
- On calcule le débit en route pendant l'heure de pointe.
- On détermine le débit spécifique en considérant le débit en route.

V-4-1-1) Débit spécifique

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

$$Q_{spi} = Q_p / \sum L_i (l/s/ml) \quad (V-1)$$

Avec :

- Q_p : débit de point (l/s) ;
- $\sum L_i$: Somme des longueurs des tronçons (m);

a) L'agglomération chef lieu Sidi Aich

D'après les résultats du Tableau N°III-16 (chapitre III) donnant la consommation horaire de notre agglomération, on constate que l'heure de pointe est entre 08h et 12h et égale à :

$$Q_p = 532.423 \left(m^3/h \right)$$

Avec :

Variante 1 :

$$\sum L_i = 12651.62 (m) \quad \text{donc on a : } Q_{spi} = \frac{532.423 * 1000}{12651.62 * 3600} = 0,01169 (l/s/ml)$$

Variante 2 :

$$\sum L_i = 12839.06 (m) \quad \text{donc on a : } Q_{spi} = \frac{532.423 * 1000}{12839.06 * 3600} = 0.01152 (l/s/ml)$$

b) L'agglomération de Remila

D'après les résultats du Tableau N°III-17 (chapitre III) donnant la consommation horaire de notre agglomération, on constate que l'heure de pointe est entre 12h et 14h et égale à :

$$Q_p = 87.161 \left(m^3/h \right)$$

Avec : $\sum L_i = 4810.68 (m)$ donc on a : $Q_{spi} = \frac{87.161 * 1000}{4810.68 * 3600} = 0.00503 (l/s/ml)$

IV-4-1-2) Débit en route

Le débit en route de chaque tronçon est le débit uniformément réparti sur son parcours, il est donné par la formule suivante :

$$Q_r = Q_{cons} - \sum Q_{conc} \quad (l/s) \quad (V-2)$$

Avec Q_r : Débit en route ;

Q_{cons} : Débit consommé ;

Q_{conc} : Débit concentré ;

V-4-1-3) Débit aux nœuds

Les débits nodaux sont des débits concentrés en chaque nœud pour alimenter la population répartie autour de la moitié du tronçon de la conduite ayant en commun les nœuds considérés, il sont déterminés par la relation suivante :

$$Q_{ni} = 0,5 \sum q_{ri} + \sum Q_{conc} (l/s) \quad (V-3)$$

Avec :

Q_{ni} : débit au nœud ;

- $\sum Q_{conc}$: Somme des débits concentrés au niveau du nœud considéré ;

$\sum q_{ri}$: Somme des débits en route des tronçons reliant deux nœuds ;

V-4-1-4) Détermination les débits des réservoirs

Le débit de chaque réservoir est déterminé par la relation suivante :

$$Q_{Ri} = \sum Q_n * \sum V_i / V_i \quad (V-4)$$

Avec : Q_{Ri} : Débit du réservoir i ;

$\sum Q_n$: Somme des débits nodaux ;

$\sum V_i$: Somme des volumes des réservoirs ;

V_i : Volume réservoir i ;

V-4-1-4.1) Cas de pointe**a. Agglomération de chef-lieu de sidi aich****Variante 1 :**

- Le volume total des réservoirs est de : $\sum V_i = 1100m^3$
- La somme des débits au nœud égale à : $\sum Q_n = 147.895 \text{ l/s}$
- Le débit du réservoir MAALA égal à : $Q_{500m^3} = 67.225 \text{ l/s}$
- Le débit du réservoir IMADALOU égale à : $Q_{600m^3} = 80.67 \text{ l/s}$

Variante 2 :

- Le débit total des réservoirs est de : $\sum V_i = 1100m^3$
- La débit des débits au nœud égale a : $\sum Q_n = 147.895 \text{ l/s}$
- Le débit du réservoir CNEP égal a : $\sum Q_{500m^3(1)} = 66.721 \text{ l/s}$
- Le débit du réservoir MAALA égal a : $\sum Q_{500m^3(3)} = 72.622 \text{ l/s}$
- Le débit du réservoir IMADALOU égale a : $\sum Q_{600m^3} = 74.324 \text{ l/s}$

b. L'agglomération de Remila

- Le volume total des réservoirs est de : $\sum V_i = 300m^3$
- La débit des débits au nœud égal a : $\sum Q_n = 24.21 \text{ l/s}$
- Le débit du réservoir REMILA égal a : $\sum Q_{100m^3} = 8.04 \text{ l/s}$
- Le débit du réservoir HOTEL égal a : $\sum Q_{200m^3} = 16.14 \text{ l/s}$

V-4-1-4.2) Cas de pointe plus incendie**a. Agglomération de chef-lieu de sidi aich****Variante 1 :**

Le débit d'incendie est donné par le réservoir MAALA 500m³:

- La somme des débits au nœud égale a : $\sum Q_n = 147.895 + 17 = 167.895 \text{ l/s}$
- Le débit du réservoir MAALA égal a : $\sum Q_{500m^3} = 67.225 + 17 = 84.225 \text{ l/s}$
- Le débit du réservoir IMADALOU égale a $\sum Q_{600m^3} = 80.67 \text{ l/s}$

Variante 2 :Le débit d'incendie est donné par le réservoir MAALAet HOTEL500m3:

-Le débit du réservoir CNEP égal a : $\sum Q_{500m^3(1)} = 66.721 + 17 = 83.721 \text{ l/s}$

-Le débit du réservoir MAALA égal a : $\sum Q_{500m^3(3)} = 72.622 + 17 = 93.622 \text{ l/s}$

-Le débit du réservoir IMADALOU égale a : $\sum Q_{600m^3} = 74.324 \text{ l/s}$

b. L'agglomération de Remila

Le débit d'incendie est donné par le réservoir REMILA200m3 :

$$\sum Q_n = 24.21 + 17 = 41.21 \text{ l/s}$$

-Le débit du réservoir REMILA égal a: $\sum Q_{500m^3} = 16.14 + 17 = 33.14 \text{ l/s}$

-Le débit du réservoir HOTEL égal a : $-\sum Q_{200m^3} = 16.14 \text{ l/s}$

Les débits nodaux du réseau de distribution de chef lieu sidi aich et de remila sont donnés dans les tableaux suivants :

**Tableau N°V-1 : Calcul des débits nodaux du chef lieu variante1
(cas de pointe)**

N° des nœuds	Tronçons	Longueur	qs	qr	0,5 \sum Qr	Qconc	Qn
		m	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
R1	PR1	141,6	0.0169	1,6567	0,828	0	0,828
R2	PR2	1110		12,9870	6,494	0	6,494
N1	P1	649,2		7,5956	8,755	0	8,755
	P4	847,3		9,9134			
N2	PR2	1110		12,9870	13,743	0	13,743
	P1	649,2		7,5956			
	P2	590,1		6,9042			
N3	P2	590,1		6,9042	7,551	0	7,551
	P3	234,3		2,7413			
	P10	466,30		5,4557			
N4	P3	234,30		2,7413	11,010	0	11,010
	P4	847,30		9,9134			
	P5	800,50		9,3659			
N5	P5	800,50		9,3659	12,545	0	12,545
	P6	541,60		6,3367			
	P8	637,60		7,4599			
	P22	164,7		1,9270			
N6	P6	541,60		6,3367	7,683	0	7,683
	P7	339,40		3,9710			
	P23	432,40		5,0591			
N7	P7	339,40		3,9710	7,040	0	7,040
	P9	864,00		10,1088			
N8	P8	637,00		7,4529	11,403	0	11,403
	P9	846,00		9,8982			
	P10	466,30		5,4557			
N9	PR2	141,60		1,6567	8,725	0	8,725
	P11	576,40	6,7439				
	P12	410,40	4,8017				
	P16	363,00	4,2471				
N10	P11	576,40	6,7439	7,789	0	7,789	
	P17	217,90	2,5494				
	P21	537,10	6,2841				

Suite du tableau N°V-1 : Calcul des débits nodaux du chef lieu variante 1
(cas de pointe)

N° des nœuds	Tronçons	Longueur	qs	qr	$0,5\sum Q_r$	Qconc	Qn
		m	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
N11	P12	410,40	0.0169	4,8017	6,831	0	6,831
	P13	714,80		8,3632			
	P24	42,42		0,4963			
N12	P13	714,80		8,3632	6,956	0	6,956
	P14	474,23		5,5485			
N13	P14	474,23		5,5485	6,034	0	6,034
	P15	514,80		6,0232			
	P24	42,42		0,4963			
N14	P15	514,80		6,0232	7,276	0	7,276
	P16	363,00		4,2471			
	P18	201,30		2,3552			
	P28	164,70		1,9270			
N15	P17	217,90		2,5494	5,752	0	5,752
	P18	201,30		2,3552			
	P19	564,10		6,6000			
N16	P19	564,10		6,6000	7,094	0	7,094
	P20	216,20		2,5295			
	P23	432,40	5,0591				
N17	P20	216,20	2,5295	4,407	0	4,407	
	P21	537,10	6,2841				

Tableau N°V-2 : Calcul des débits nodaux du chef-lieu variante1
(Cas de pointe+inc)

N° des nœuds	Tronçons	Longueur	qs	qr	$0,5\sum Q_r$	Qconc	Qn
		m	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
R1	PR1	141,6	0,0169	1,655	0,828	0	0,828
R2	PR2	1110		12,976	6,488	0	6,488
N1	P1	649,2		7,589	8,747	0	8,747
	P4	847,3		9,905			
N2	PR2	1110		12,976	13,732	0	13,732
	P1	649,2		7,589			
	P2	590,1		6,898			
N3	P2	590,1		6,898	7,544	0	7,544
	P3	234,3		2,739			
	P10	466,30		5,451			
N4	P3	234,30		2,739	11,001	0	11,001
	P4	847,30		9,905			
	P5	800,50		9,358			
N5	P5	800,50		9,358	12,534	0	12,534
	P6	541,60		6,331			
	P8	637,60		7,454			
	P22	164,7		1,925			
N6	P6	541,60		6,331	7,677	0	7,677
	P7	339,40		3,968			
	P23	432,40		5,055			
N7	P7	339,40	3,968	7,034	17	24,034	
	P9	864,00	10,100				
N8	P8	637,00	7,447	11,394	0	11,394	
	P9	846,00	9,890				
	P10	466,30	5,451				
N9	PR2	141,60	1,655	8,717	0	8,717	
	P11	576,40	6,738				
	P12	410,40	4,798				
	P16	363,00	4,243				
N10	P11	576,40	6,738	7,782	0	7,782	
	P17	217,90	2,547				
	P21	537,10	6,279				

Suite du tableau N°V-2 : Calcul des débits nodaux du chef lieu variante1
(cas de pointe+inc)

N° des nœuds	Tronçons	Longueur	qs	qr	$0,5\sum Q_r$	Qconc	Qn
		m	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
N11	P12	410,40	0.0169	4,798	6,825	0	6,825
	P13	714,80		8,356			
	P24	42,42		0,496			
N12	P13	714,80		8,356	6,950	0	6,950
	P14	474,23		5,544			
N13	P14	474,23		5,544	6,029	0	6,029
	P15	514,80		6,018			
	P24	42,42		0,496			
N14	P15	514,80		6,018	7,270	0	7,270
	P16	363,00		4,243			
	P18	201,30		2,353			
	P28	164,70		1,925			
N15	P17	217,90		2,547	5,747	0	5,747
	P18	201,30		2,353			
	P19	564,10		6,594			
N16	P19	564,10		6,594	7,088	0	7,088
	P20	216,20		2,527			
	P23	432,40	5,055				
N17	P20	216,20	2,527	4,403	0	4,403	
	P21	537,10	6,279				

Tableau N°V-3 : Calcul des débits nodaux du chef lieu variante2 (partie1)
(cas de pointe)

N° du nœuds	Tronçons	Longueur	qs	qr	$0,5\sum Qr$	Qconc	Qn
		m	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
R1	P25	281,3	0.01152	3,2406	1,620	0	1,620
R2	P24	135,3		1,5587	0,779	0	0,779
N1	P1	352,9		4,0654	7,792	0	7,792
	P3	999,8		11,5177			
N2	P25	281,8		3,2463	8,278	0	8,278
	P1	352,9		4,0654			
	P23	802,5		9,2448			
N3	P2	233		2,6842	8,141	0	8,141
	P9	377,9		4,3534			
	P23	802,50		9,2448			
N4	P2	233,00		2,6842	11,698	0	11,698
	P3	999,80		11,5177			
	P4	798,10		9,1941			
N5	P4	798,10		9,1941	12,494	0	12,494
	P5	550,30		6,3395			
	P7	648,10		7,4661			
	P20	172,6		1,9884			
N6	P5	550,30		6,3395	7,611	0	7,611
	P6	336,10		3,8719			
	P21	435,00		5,0112			
N7	P6	337,10	3,8834	7,394	0	7,394	
	P8	946,50	10,9037				
N8	P7	648,10	7,4661	11,362	0	11,362	
	P8	946,50	10,9037				
	P9	377,90	4,3534				
N9	P24	135,30	1,5587	8,630	0	8,630	
	P10	581,30	6,6966				
	P11	413,40	4,7624				
	P15	368,30	4,2428				
N10	P10	581,30	6,6966	9,259	0	9,259	
	P16	230,50	2,6554				
	P19	795,70	9,1665				

Suite du tableau N°V-3 : Calcul des débits nodaux du chef lieu variante2 (partie1)
(cas de pointe)

N° des nœuds	Tronçons	Longueur	qs	qr	$0,5\sum Qr$	Qconc	Qn
		m	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
N11	P11	413,40	0.01152	4,7624	6,723	0	6,723
	P12	704,30		8,1135			
	P22	49,46		0,5698			
N12	P12	704,30		8,1135	6,457	0	6,457
	P13	416,70		4,8004			
N13	P13	416,70		4,8004	5,729	0	5,729
	P14	528,40		6,0872			
	P22	49,46		0,5698			
N14	P14	528,40		6,0872	7,265	0	7,265
	P15	368,30		4,2428			
	P17	192,00		2,2118			
	P20	172,60		1,9884			
N15	P16	230,50		2,6554	5,706	0	5,706
	P17	192,00		2,2118			
	P18	568,10		6,5445			
N16	P18	568,10		6,5445	10,154	0	10,154
	P19	759,70		8,7517			
	P21	435,00		5,0112			

Tableau N°V-4 : Calcul des débits nodaux du chef lieu, variante2 (partie2)
(cas de pointe)

N° des nœuds	Tronçons	Longueur	qs	qr	$0,5\sum Qr$	Qconc	Qn
		m	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
N1	P1	962	0,01	11,082	5,541	0	5,541
N2	P1	962	0,01	11,082	5,541	61	66,721

Tableau N°V-5 : Calcul des débits nodaux du chef lieu variante2 (partie1)
(Cas de pointe+inc)

N° du nœuds	Tronçons	Longueur	qs	qr	0,5 \sum Qr	Qconc	Qn
		m	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
R1	P25	281,3	0.01152	3,2406	1,620	0	1,620
R2	P24	135,3		1,5587	0,779	0	0,779
N1	P1	352,9		4,0654	7,792	0	7,792
	P3	999,8		11,5177			
N2	P25	281,8		3,2463	8,278	0	8,278
	P1	352,9		4,0654			
	P23	802,5		9,2448			
N3	P2	233		2,6842	8,141	0	8,141
	P9	377,9		4,3534			
	P23	802,50		9,2448			
N4	P2	233,00		2,6842	11,698	0	11,698
	P3	999,80		11,5177			
	P4	798,10		9,1941			
N5	P4	798,10		9,1941	12,494	0	12,494
	P5	550,30		6,3395			
	P7	648,10		7,4661			
	P20	172,6		1,9884			
N6	P5	550,30		6,3395	7,611	0	7,611
	P6	336,10		3,8719			
	P21	435,00		5,0112			
N7	P6	337,10	3,8834	7,394	17	24,394	
	P8	946,50	10,9037				
N8	P7	648,10	7,4661	11,362	0	11,362	
	P8	946,50	10,9037				
	P9	377,90	4,3534				
N9	P24	135,30	1,5587	8,630	0	8,630	
	P10	581,30	6,6966				
	P11	413,40	4,7624				
	P15	368,30	4,2428				
N10	P10	581,30	6,6966	9,259	0	9,259	
	P16	230,50	2,6554				
	P19	795,70	9,1665				

Suite du tableau N°V-5 : Calcul des débits nodaux du chef lieu variante2 (partie1)
(cas de pointe+inc)

N° des nœuds	Tronçons	Longueur	qs	qr	$0,5\sum Qr$	Qconc	Qn
		m	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
N11	P11	413,40	0.01152	4,7624	6,723	0	6,723
	P12	704,30		8,1135			
	P22	49,46		0,5698			
N12	P12	704,30		8,1135	6,457	0	6,457
	P13	416,70		4,8004			
N13	P13	416,70		4,8004	5,729	0	5,729
	P14	528,40		6,0872			
	P22	49,46		0,5698			
N14	P14	528,40		6,0872	7,265	0	7,265
	P15	368,30		4,2428			
	P17	192,00		2,2118			
	P20	172,60		1,9884			
N15	P16	230,50		2,6554	5,706	0	5,706
	P17	192,00		2,2118			
	P18	568,10		6,5445			
N16	P18	568,10	6,5445	10,154	0	10,154	
	P19	759,70	8,7517				
	P21	435,00	5,0112				

Tableau N° V-6 : Calcul des débits nodaux du chef-lieu variante2 (partie2)
(cas de pointe+inc)

N° des nœuds	Tronçons	Longueur	qs	Qr	$0,5\sum Qr$	Qconc	Qn
		m	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
N1	P1	962	0,01	11,082	5,541	0	5,541
N2	P1	962	0,01	11,082	5,541	78	83,721

Tableau N°V-7 : Calcul des débits nodaux du Remila (cas de pointe)

N° des nœuds	Tronçons	Longueur	qs	Qr	$0,5\sum Qr$	Qconc	Qn																																																																																																																																												
		m	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s																																																																																																																																												
N1	P1	341,3	0,00503	1,718	1,050	0	1,050																																																																																																																																												
	P11	76,01		0,383				N2	P1	341,3	1,718	2,294	0	2,294	P2	113,1	0,569	P3	457,2	2,301	N3	P2	113,1	0,569	0,285	0	0,285	N4	P3	457,2	2,301	1,840	0	1,840	P4	130,7	0,658	P5	143,5	0,722	N5	P4	130,7	0,658	0,329	0	0,329	N6	P5	143,5	0,722	1,899	0	1,899	P6	143,2	0,721	P7	468	2,355	N7	P6	143,2	0,721	0,360	0	0,360	N8	P7	468	2,355	2,478	0	2,478	P8	150,1	0,755	P9	366,7	1,845	N9	N8	150,1	0,755	0,378	0	0,378	N10	P9	366,7	1,845	1,166	0	1,166	P10	96,74	0,487	N11	P10	96,74	0,487	0,243	0	0,243	N12	P11	76,01	0,383	2,727	0	2,727	P12	300,6	1,513	P13	707	3,558	N13	P12	300,6	1,513	0,756	0	0,756	N14	P13	707	3,558	5,092	0	5,092	P14	464,8	2,339	P15	851,9	4,287	N15	P14	464,8	2,339	1,170	0	1,170	N16	P15	851,9
N2	P1	341,3		1,718	2,294	0	2,294																																																																																																																																												
	P2	113,1		0,569																																																																																																																																															
	P3	457,2		2,301																																																																																																																																															
N3	P2	113,1		0,569	0,285	0	0,285																																																																																																																																												
N4	P3	457,2		2,301	1,840	0	1,840																																																																																																																																												
	P4	130,7		0,658																																																																																																																																															
	P5	143,5		0,722																																																																																																																																															
N5	P4	130,7		0,658	0,329	0	0,329																																																																																																																																												
N6	P5	143,5		0,722	1,899	0	1,899																																																																																																																																												
	P6	143,2		0,721																																																																																																																																															
	P7	468		2,355																																																																																																																																															
N7	P6	143,2		0,721	0,360	0	0,360																																																																																																																																												
N8	P7	468		2,355	2,478	0	2,478																																																																																																																																												
	P8	150,1		0,755																																																																																																																																															
	P9	366,7	1,845																																																																																																																																																
N9	N8	150,1	0,755	0,378	0	0,378																																																																																																																																													
N10	P9	366,7	1,845	1,166	0	1,166																																																																																																																																													
	P10	96,74	0,487																																																																																																																																																
N11	P10	96,74	0,487	0,243	0	0,243																																																																																																																																													
N12	P11	76,01	0,383	2,727	0	2,727																																																																																																																																													
	P12	300,6	1,513																																																																																																																																																
	P13	707	3,558																																																																																																																																																
N13	P12	300,6	1,513	0,756	0	0,756																																																																																																																																													
N14	P13	707	3,558	5,092	0	5,092																																																																																																																																													
	P14	464,8	2,339																																																																																																																																																
	P15	851,9	4,287																																																																																																																																																
N15	P14	464,8	2,339	1,170	0	1,170																																																																																																																																													
N16	P15	851,9	4,287	2,144	0	2,144																																																																																																																																													

Tableau N°V-8 : Calcul des débits nodaux du Remila
(Cas de pointe+inc)

N° des nœuds	Tronçons	Longueur	qs	Qr	$0,5\sum Qr$	Qconc	Qn																																																																																																																																												
		m	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s																																																																																																																																												
N1	P1	341,3	0,00503	1,718	1,050	0	1,050																																																																																																																																												
	P11	76,01		0,383				N2	P1	341,3	1,718	2,294	0	2,294	P2	113,1	0,569	P3	457,2	2,301	N3	P2	113,1	0,569	0,285	0	0,285	N4	P3	457,2	2,301	1,840	0	1,840	P4	130,7	0,658	P5	143,5	0,722	N5	P4	130,7	0,658	0,329	0	0,329	N6	P5	143,5	0,722	1,899	0	1,899	P6	143,2	0,721	P7	468	2,355	N7	P6	143,2	0,721	0,360	0	0,360	N8	P7	468	2,355	2,478	0	2,478	P8	150,1	0,755	P9	366,7	1,845	N9	N8	150,1	0,755	0,378	0	0,378	N10	P9	366,7	1,845	1,166	0	1,166	P10	96,74	0,487	N11	P10	96,74	0,487	0,243	0	0,243	N12	P11	76,01	0,383	2,727	0	2,727	P12	300,6	1,513	P13	707	3,558	N13	P12	300,6	1,513	0,756	0	0,756	N14	P13	707	3,558	5,092	0	5,092	P14	464,8	2,339	P15	851,9	4,287	N15	P14	464,8	2,339	1,170	0	1,170	N16	P15	851,9
N2	P1	341,3		1,718	2,294	0	2,294																																																																																																																																												
	P2	113,1		0,569																																																																																																																																															
	P3	457,2		2,301																																																																																																																																															
N3	P2	113,1		0,569	0,285	0	0,285																																																																																																																																												
N4	P3	457,2		2,301	1,840	0	1,840																																																																																																																																												
	P4	130,7		0,658																																																																																																																																															
	P5	143,5		0,722																																																																																																																																															
N5	P4	130,7		0,658	0,329	0	0,329																																																																																																																																												
N6	P5	143,5		0,722	1,899	0	1,899																																																																																																																																												
	P6	143,2		0,721																																																																																																																																															
	P7	468		2,355																																																																																																																																															
N7	P6	143,2		0,721	0,360	0	0,360																																																																																																																																												
N8	P7	468		2,355	2,478	0	2,478																																																																																																																																												
	P8	150,1		0,755																																																																																																																																															
	P9	366,7	1,845																																																																																																																																																
N9	N8	150,1	0,755	0,378	0	0,378																																																																																																																																													
N10	P9	366,7	1,845	1,166	0	1,166																																																																																																																																													
	P10	96,74	0,487																																																																																																																																																
N11	P10	96,74	0,487	0,243	0	0,243																																																																																																																																													
N12	P11	76,01	0,383	2,727	0	2,727																																																																																																																																													
	P12	300,6	1,513																																																																																																																																																
	P13	707	3,558																																																																																																																																																
N13	P12	300,6	1,513	0,756	0	0,756																																																																																																																																													
N14	P13	707	3,558	5,092	0	5,092																																																																																																																																													
	P14	464,8	2,339																																																																																																																																																
	P15	851,9	4,287																																																																																																																																																
N15	P14	464,8	2,339	1,170	0	1,170																																																																																																																																													
N16	P15	851,9	4,287	2,144	17	19,144																																																																																																																																													

V-5) Détermination des diamètres du réseau

Les conduites du réseau sont dimensionnées à partir des débits maximaux horaires. Possédant les débits répartis préalablement, on peut choisir leurs diamètres avantageux correspondants (écoulement gravitaire), tout en respectant la fourchette de vitesse $0,5 \div 1,5$ m/s jusqu'à 2m/s en cas de pointe plus incendie.

Tableau N°V-9: Détermination des diamètres avantageux du réseau projeté pour chef-lieu centre variante 1 (Alimentation à partir de deux réservoirs)

tançons	Qpoint l/s	Qpoint+inc l/s	Qmax l/s	Diamètre int Mm	Diamètre ext mm	Vitesses	
						pointe m/s	pointe+inc m/s
P1	36,33	31,994	36,33	141	160	2,33	2,05
P2	10,662	31,994	31,994	141	160	0,68	2,05
P3	8,282	10	10	79,2	90	1,68	2,03
P4	27,545	23,249	27,545	141	160	1,76	1,49
P5	8,283	22,283	22,283	110,2	125	0,87	2,34
P6	3	12	12	79,2	90	0,61	2,44
P7	1,979	10,979	10,979	79,2	90	0,40	2,23
P8	5,052	10,008	10,008	79,2	90	1,03	2,03
P9	5,042	13,048	13,048	110,2	125	0,53	1,37
P10	11,393	14,443	14,443	141	160	0,73	0,93
P11	23,706	23,706	23,706	141	160	1,52	1,52
P12	23,706	23,706	23,706	141	160	1,52	1,52
P13	12	12	12	79,2	90	2,44	2,44
P14	5,044	5,044	5,044	55,4	63	2,09	2,09
P15	3,885	3,885	3,885	55,4	63	1,61	1,61
P16	23,705	23,705	23,705	110,2	125	2,49	2,49
P17	6,915	6,915	6,915	66	75	2,02	2,02
P18	8	8	8	79,2	90	1,62	1,62
P19	9,163	9,163	9,163	79,2	90	1,86	1,86
P20	4,606	4,606	4,606	55,4	63	1,91	1,91
P21	9	9	9	79,2	90	1,83	1,83
P22	12,314	12,314	12,314	96,8	110	1,67	1,67
P23	6,662	6,662	6,662	79,2	90	1,35	1,35
P24	4,875	4,875	4,875	55,4	63	2,02	2,02
P25	60,731	77,731	77,731	220,4	250	1,59	2,04
P26	79,842	79,842	79,842	220,4	250	2,09	2,09

Tableau N°V-10: Détermination des diamètres avantageux du réseau projeté pour chef-lieu centre variante 2 (partie1) (Alimentation à partir de deux réservoirs)

tançons	Qpoint l/s	Qpoint+inc l/s	Qmax l/s	Diamètre int mm	Diamètre ext mm	Vitesses	
						pointe m/s	pointe+inc m/s
P1	34,143	44,143	44,143	176,2	200	1,40	1,81
P2	6,653	11,653	11,653	96,8	110	0,90	1,58
P3	26,315	36,351	36,351	141	160	1,69	2,33
P4	8	13	13	96,8	110	1,09	1,77
P5	5,624	16,624	16,624	110,2	141	0,59	1,74
P6	5,15	16,15	16,15	110,2	141	0,54	1,69
P7	3,292	9,292	9,292	79,2	90	0,67	1,89
P8	2	7	7	79,2	90	0,41	1,42
P9	16,654	27,654	27,654	141	160	1,07	1,77
P10	25,315	25,315	25,315	141	160	1,62	1,62
P11	25	25	25	141	160	1,60	1,60
P12	11,277	11,277	11,277	96,8	110	1,53	1,53
P13	4,82	4,82	4,82	66	75	1,41	1,41
P14	6,019	6,019	6,019	96,8	110	0,82	0,82
P15	14	14	14	96,8	110	1,90	1,90
P16	5	5	5	66	75	1,46	1,46
P17	6	6	6	66	75	1,75	1,75
P18	5,94	5,94	5,94	66	75	1,74	1,74
P19	11,716	11,716	11,716	96,8	110	1,59	1,59
P20	6,826	6,826	6,826	79,2	90	1,39	1,39
P21	7,502	7,502	7,502	79,2	90	1,52	1,52
P22	7	7	7	79,2	90	1,42	1,42
P23	18,142	25,142	25,142	141	160	1,16	1,61
P24	73,545	73,545	73,545	277,6	315	1,22	1,22
P25	60,56	77,56	77,56	220,4	250	1,59	2,03
P26	34,143	44,143	44,143	176,2		1,40	1,81

Tableau N°V-11: Détermination des diamètres avantageux du réseau projeté pour chef lieu centre suite de variante2 (partie2) (Alimentation à partir d'un seul réservoir)

tançons	Qpoint l/s	Qpoint+inc l/s	Qmax l/s	Diamètre int mm	Diamètre ext mm	Vitesses	
						pointe m/s	pointe+inc m/s
P1	72,262	89	89	220,4	250	1,90	2,33
P2	66,721	81,721	81,721	220,4	250	1,75	2,14

Tableau N°V-12: Détermination des diamètres avantageux du réseau projeté pour Remila centre (alimentation à partir de deux réservoirs) :

tronçon	Qpoint l/s	Qpoint+inc l/s	Qmax l/s	Diamètre int mm	Diamètre ext mm	Vitesses	
						pointe m/s	pointe+inc m/s
P1	4,86	21,86	21,86	110,2	125	0,51	2,29
P2	0,285	0,285	0,285	44	50	0,19	0,19
P3	7,439	27,439	27,439	110,2	125	0,78	2,88
P4	0,329	0,329	0,329	44	50	0,22	0,22
P5	9,608	26,608	26,608	141	160	0,62	1,70
P6	0,36	0,36	0,36	44	50	0,24	0,24
P7	11,867	28,867	28,867	141	160	0,76	1,85
P8	0,378	0,378	0,378	44	50	0,25	0,25
P9	14,723	31,723	31,723	141	160	0,94	2,03
P10	0,243	0,243	0,243	44	50	0,16	0,16
P11	11,889	28,889	28,889	141	160	0,76	1,85
P12	8,406	25,406	25,406	141	160	0,54	1,63
P13	0,756	0,756	0,756	44	50	0,50	0,50
P14	1,17	1,17	1,17	44	50	0,77	0,77
P15	2,144	19,144	19,144	110,2	125	0,22	2,01
P16	8,079	8,079	8,079	79,2	90	1,64	1,64
P17	16,14	33,14	33,14	141	160	1,03	2,12

V-6) Modélisation et simulation du réseau

Suite à l'essor qu'ont connus les mathématiques appliquées et l'informatique en parallèle, plusieurs logiciels ont été développés dans le but de subvenir aux besoins des ingénieurs et concepteurs dans le domaine de l'hydraulique capables de faire des simulations des calculs fastidieux en temps record, nous en citons les plus connus : WATERCAD, PICCOLO, PORTEAU et celui que nous allons utiliser EPANET. [4]

V-6-1) Présentation du logiciel EPANET

V-6-1-1) Historique

Le logiciel EPANET est né suite à une initiative du Congrès des États-Unis qui visait à protéger les ressources naturelles du pays. Dès lors, l'EPA (US Environmental Protection Agency) a été chargée de développer des techniques permettant de mieux appréhender les écoulements et les transformations de l'eau dans un réseau d'adduction d'eau potable. Depuis 1993, le logiciel est disponible gratuitement pour tous les bureaux d'études qui souhaitent l'utiliser.

Afin d'augmenter la convivialité du logiciel pour les sociétés francophones, la Compagnie Générale des Eaux ont financé la version française sur laquelle nous avons travaillé. Enfin, le logiciel a connu des améliorations depuis sa création.

V-6-1-2) Capacités pour la modélisation hydraulique

Le logiciel EPANET est un outil de simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression. Un réseau d'eau potable sur un logiciel se définit par des tuyaux (tronçons sur le logiciel), des nœuds (intersection des tuyaux et extrémité d'une antenne) mais également d'autres organes (réservoirs, bêche à eau, pompes, clapets, différents types de vannes,...).

Il permet de calculer le débit dans chaque tuyau, la pression à chaque nœud, mais également le niveau dans les réservoirs, et la concentration en substances chimiques dans les différentes parties du réseau, au cours d'une durée de simulation divisée en plusieurs étapes. Le logiciel est également capable de calculer les temps de séjour et de suivre l'origine de l'eau.

Le moteur de calcul hydraulique intégré permet de traiter des réseaux de taille illimitée. Il dispose de trois formules de calcul de pertes de charges;

Hazen – Williams,

Darcy – Weisbach,

Chezy – Manning,

La perte de charge peut être calculée en utilisant la formule de Darcy Weisbach :

$$\Delta H = \frac{\lambda LV^2}{2gD} \quad (\text{IV-5})$$

Avec :

- ΔH : Perte de charge ;
- V : Vitesse de l'écoulement (m/s) ;
- g : Accélération de la pesanteur $g = 9.81 \text{ m/s}^2$;
- λ : Coefficient de frottement dépend du régime d'écoulement ;
- D : Diamètre (m) ;
- $\lambda = f(\varepsilon, D, Q)$.
- ε : rugosité absolue (mm) de la conduite ;

Remarque :

En prenant comme cotes de départ celle des radiers des réservoirs en ajoutant une pression = 0,5 pour que le logiciel puisse faire les simulations.

V-6-1-3) Utilisation du logiciel EPANET

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

1. Dessiner un réseau de distribution à son échelle réel dans un fichier Auto-CAD;
2. Dessiner les canalisations de la distribution du réseau;
3. Dessiner les profils en long de chaque conduite ;
4. Sélectionner les informations à apporter au fichier EPANET ;
5. Importée le fichier INP;
6. Lancer une simulation hydraulique et une analyse de la qualité;
7. Visualiser les résultats d'une simulation.
8. Exportée les résultats obtenu sous forme d'un fichier NET.

V-6-2) Calcul des paramètres hydrauliques par l'Epanet

Pour le calcul des paramètres hydrauliques du réseau projeté, on a introduit les données nécessaires, pour les deux cas de fonctionnement :

- Cas de pointe ;
- cas de pointe plus incendie ;

V-6-3) Les résultats de calcul hydraulique

Les résultats de calcul hydraulique obtenus par l'Epanet sont représentés dans les tableaux et les schémas suivants :

A) Chef-lieu (variante1)

Tableau N° V-13 : Calcul des paramètres hydrauliques de chef lieu variante1
(Cas de pointe)

Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m.c.e
P1	649,2	141	-28,58	1,83	18,83
P2	590,1	220,4	99,52	2,61	21,31
P3	234,3	141	38,90	2,49	33,31
P4	847,3	141	19,82	1,27	9,62
P5	800,5	141	47,72	3,06	48,70
P6	541,6	79,2	4,58	0,93	10,98
P7	339,4	98,2	-23,14	3,06	75,08
P8	637,6	79,2	-11,48	2,33	58,85
P9	864	141	-30,18	1,93	20,82
P10	466,3	176,2	53,06	2,18	19,86
P11	577,3	141	-1,37	0,09	0,08
P12	410,4	141	16,11	1,03	6,59
P13	714,8	96,8	5,68	0,77	6,15
P14	431,8	55,4	-1,28	0,53	6,23
P15	514,8	55,4	-3,71	1,54	42,50
P16	363	110,2	24,72	2,59	48,13
P17	217,4	66	-7,25	2,12	61,64
P18	201,3	79,2	-6,37	1,29	19,99
P19	564,1	79,2	-6,63	1,35	21,53
P20	216,2	55,4	6,31	2,62	112,52
P21	533,3	79,2	1,90	0,39	2,28
P22	164,7	96,8	42,07	5,72	247,29
P23	432,4	96,8	20,04	2,72	61,65
P24	42,42	55,4	-3,60	1,49	40,17
P25	141	220,4	1,25	0,03	0,01
P26	1110	277,6	-141,84	2,34	13,28

Tableau N° V-14 : Calcul des paramètres hydrauliques de chef variante 1
(Cas de pointe+inc)

Arc	Longueur	Diamètre intérieure	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m.c.e
P1	649,2	141	-30,14	1,93	20,76
P2	590,1	220,4	110,27	2,89	25,80
P3	234,3	141	38,40	2,46	32,51
P4	847,3	141	21,38	1,37	11,05
P5	800,5	141	48,77	3,12	50,72
P6	541,6	79,2	7,25	1,47	25,31
P7	339,4	98,2	-17,83	2,35	46,27
P8	637,6	79,2	-11,05	2,24	54,86
P9	864	141	-41,87	2,68	38,17
P10	466,3	176,2	64,32	2,64	28,39
P11	577,3	141	0,79	0,05	0,03
P12	410,4	141	16,36	1,05	6,78
P13	714,8	96,8	5,72	0,78	6,22
P14	431,8	55,4	-1,24	0,51	5,91
P15	514,8	55,4	-3,46	1,44	37,42
P16	363	110,2	22,43	2,35	40,20
P17	217,4	66	-6,18	1,81	46,00
P18	201,3	79,2	-6,86	1,39	22,90
P19	564,1	79,2	-5,07	1,03	13,22
P20	216,2	55,4	5,23	2,17	79,49
P21	533,3	79,2	0,82	0,17	0,52
P22	164,7	96,8	40,03	5,44	225,05
P23	432,4	96,8	17,39	2,36	47,43
P24	42,42	55,4	-3,81	1,58	44,62
P25	141	220,4	-3,45	0,09	0,05
P26	1110	277,6	-154,15	2,55	15,50

Tableau N° V-15: Calcul des pressions de service de chef-lieu variante1
(cas de pointe)

Nœuds	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m.c.e	m
N1	182,6	8,76	266,48	83,88
N2	206,62	13,74	278,70	72,08
N3	173,62	7,55	266,13	92,51
N4	159,1	11,01	258,32	99,22
N5	89,10	12,55	219,34	130,24
N6	92,8	7,68	213,39	120,59
N7	98	7,04	238,87	140,87
N8	115	11,40	256,87	141,87
N9	145,41	8,73	161,14	15,73
N10	138,55	7,79	161,19	22,64
N11	119,5	6,83	158,44	38,94
N12	117,5	6,96	154,04	36,54
N13	98	6,03	156,73	58,73
N14	92,78	7,28	178,61	85,83
N15	92,3	5,75	174,59	82,29
N16	109,95	7,09	186,73	76,78
N17	168,1	4,41	162,41	-5,69
Réservoir R1	292,94	-141,84	293,44	0,50
Réservoir R2	161,14	1,25	161,14	0,00

Tableau N° V-16: Calcul des pressions de service de chef lieu variante1

(casdepoin+inc) :

Nœuds	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m.c.e	m
N1	182,6	8,76	262,75	80,15
N2	206,62	13,74	276,23	69,61
N3	173,62	7,55	261,01	87,39
N4	159,1	11,01	253,39	94,29
N5	89,10	12,55	212,79	123,69
N6	92,8	7,68	199,08	106,28
N7	98	24,04	214,79	116,79
N8	115	11,40	247,77	132,77
N9	145,41	8,73	161,13	15,72
N10	138,55	7,79	161,11	22,56
N11	119,5	6,83	158,35	38,85
N12	117,5	6,96	153,91	36,41
N13	98	6,03	156,46	58,46
N14	92,78	7,28	175,72	82,94
N15	92,3	5,75	171,12	78,82
N16	109,95	7,09	178,58	68,63
N17	168,1	4,41	161,39	-6,71
Réservoir R1	292,94	-154,15	293,44	0,50
RéservoirR2	161,14	-3,45	161,14	0,00

Figure N°V-1: Les débits les pressions aux nœuds du réseau de chef lieu variante1 (cas de pointe)

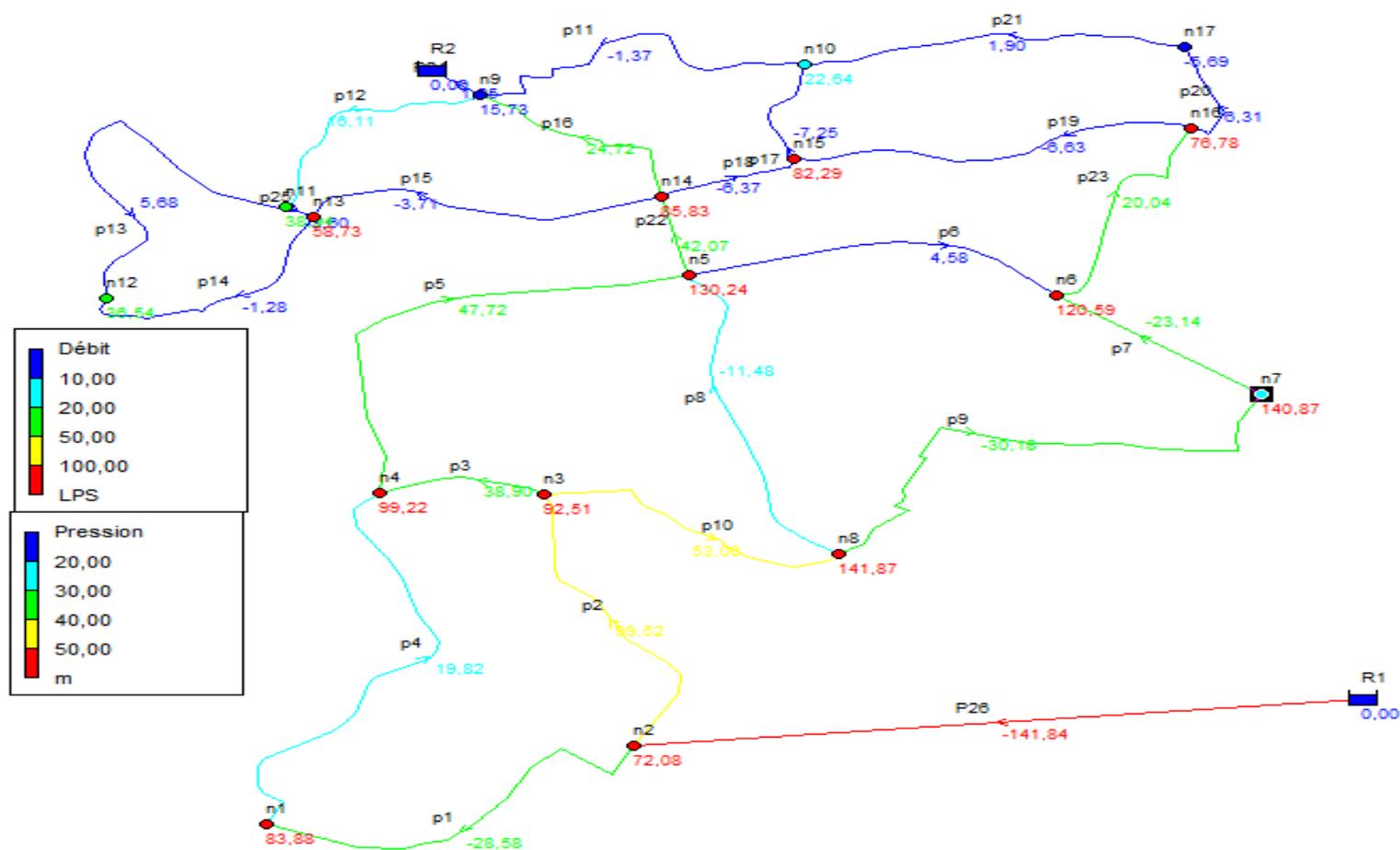


Figure N°V-2 : Les vitesses du réseau de chef lieu variantel
(cas de pointe)

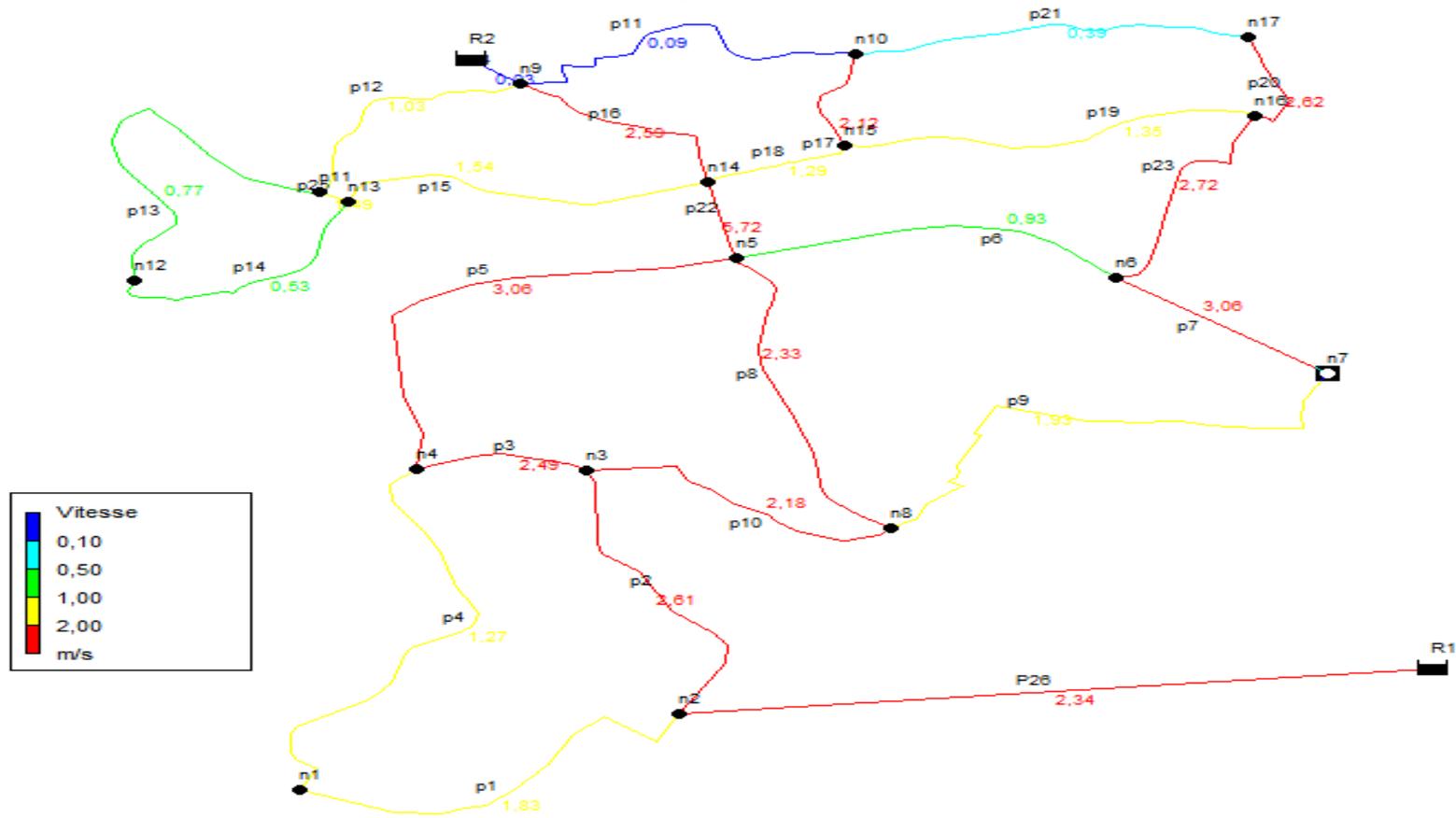


Figure N°V-3 : Les débits les pressions aux nœuds du réseau de chef lieu variantel (cas de pointe+inc)

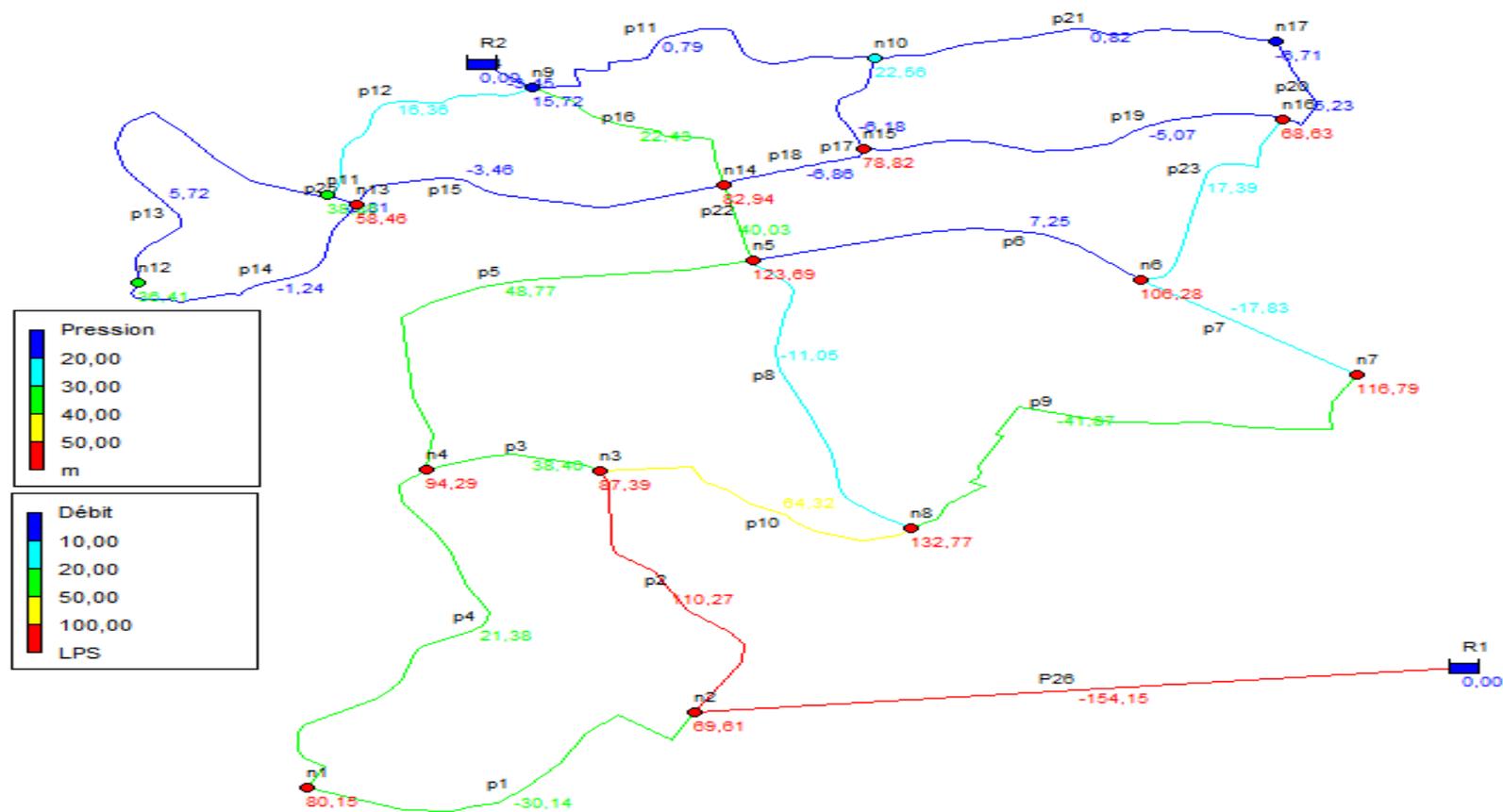
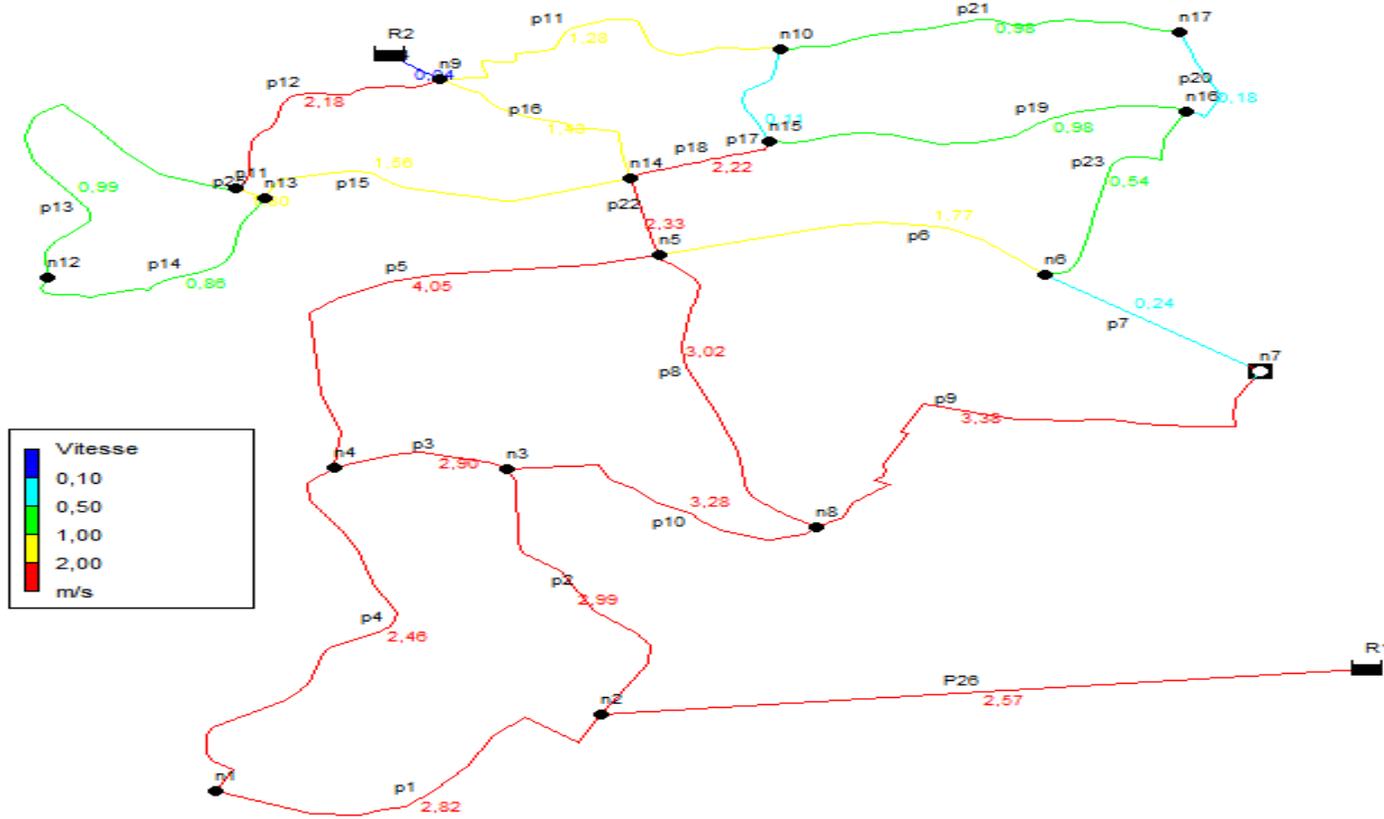


Figure N°V-4 : Les vitesses du réseau de chef lieu variante1
(cas de pointe)



B) chef-lieu (variante 2) partie 1

Tableau N°V-17 : Calcul des paramètres hydrauliques de chef-lieu variante2
(Cas de pointe)

Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m.c.e
P1	373,2	176,2	-36,11	1,48	9,76
P2	233	96,8	-1,39	0,19	0,50
P3	999,8	141	28,32	1,81	18,51
P4	798,1	96,8	15,23	2,07	37,13
P5	550,3	110,2	5,38	0,56	2,98
P6	336,1	96,8	-4,33	0,59	3,78
P7	648,1	66	-5,29	1,55	34,62
P8	946,5	96,2	-11,84	1,63	24,10
P9	377,9	141	28,50	1,83	18,73
P10	581,3	141	20,70	1,33	10,42
P11	413,4	141	21,12	1,35	10,80
P12	704,3	96,8	5,03	0,68	4,94
P13	416,7	66	-1,43	0,42	3,28
P14	528,4	66	2,21	0,65	7,12
P15	368,3	66	-4,72	1,38	28,08
P16	230,5	66	4,43	1,30	25,05
P17	192	66	-2,31	0,68	7,75
P18	568,1	66	1,04	0,30	1,87
P19	759,7	96,8	-7,01	0,95	9,00
P20	172,6	96,8	2,65	0,36	1,57
P21	435	79,2	2,10	0,43	2,72
P22	52,25	79,2	-9,36	1,90	40,43
P23	802,5	141	-35,25	2,26	27,75
P24	135,3	220,4	55,17	1,45	7,15
P25	281,8	220,4	79,64	2,09	14,09

Tableau N°V-18 : Calcul des paramètres hydrauliques de chef lieu variante 2
(Cas de pointe+inc)

Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m.c.e
P1	373,2	176,2	-38,93	1,60	11,21
P2	233	96,8	-2,43	0,33	1,34
P3	999,8	141	31,14	1,99	22,06
P4	798,1	96,8	17,02	2,31	45,55
P5	550,3	110,2	12,80	1,34	14,33
P6	336,1	96,8	8,65	1,18	13,17
P7	648,1	66	-5,82	1,70	41,25
P8	946,5	96,2	-15,86	2,18	41,25
P9	377,9	141	33,05	2,12	24,63
P10	581,3	141	27,05	1,73	17,02
P11	413,4	141	23,23	1,49	12,86
P12	704,3	96,8	5,32	0,72	5,46
P13	416,7	66	-1,14	0,33	2,20
P14	528,4	66	4,32	1,26	23,89
P15	368,3	66	-6,93	2,03	56,68
P16	230,5	66	6,52	1,91	50,73
P17	192	66	-1,54	0,45	3,71
P18	568,1	66	2,35	0,69	7,96
P19	759,7	96,8	-11,27	1,53	21,34
P20	172,6	96,8	-2,45	0,33	1,37
P21	435	79,2	-3,46	0,70	6,64
P22	52,25	79,2	-11,19	2,27	56,10
P23	802,5	141	-38,77	2,48	33,09
P24	135,3	220,4	65,84	1,73	9,90
P25	281,8	220,4	85,98	2,25	16,23

Tableau N°V-19: Calcul des pressions de service de chef-lieu variante2

(cas de pointe)

Nœuds	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m.c.e	m
N1	182,6	7,79	198,42	15,82
N2	190,51	8,28	202,06	11,55
N3	173,11	8,14	179,79	6,68
N4	159,8	11,70	179,91	20,11
N5	95,44	12,49	150,27	54,83
N6	92,72	7,61	148,63	55,91
N7	98	7,51	149,90	51,90
N8	121,11	11,36	172,71	51,60
N9	145,67	8,63	160,34	14,67
N10	138,52	9,26	154,29	15,77
N11	119,66	6,72	155,88	36,22
N12	118,02	6,46	152,40	34,38
N13	99,51	5,73	153,77	54,26
N14	93,10	7,26	150,00	56,90
N15	91,46	5,71	148,51	57,05
N16	109,95	10,15	147,45	37,50
Réservoir R1	205,53	-79,64	206,03	0,50
Réservoir R2	161,31	-55,17	161,31	0,00

Tableau N°V-20: Calcul des pressions de service de chef lieu variante2
(cas de pointe+inc)

Nœuds	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m.c.e	m
N1	182,6	7,79	197,27	14,67
N2	190,51	8,28	201,46	10,95
N3	173,11	8,14	174,90	6,01
N4	159,8	11,70	175,21	15,41
N5	95,44	12,49	138,86	43,42
N6	92,72	7,61	130,98	38,26
N7	98	24,51	126,55	28,55
N8	121,11	11,36	165,59	44,48
N9	145,67	8,63	159,97	14,30
N10	138,52	9,26	150,08	11,56
N11	119,66	6,72	154,65	34,99
N12	118,02	6,46	150,81	32,79
N13	99,51	5,73	151,72	52,21
N14	93,10	7,26	139,10	46,00
N15	91,46	5,71	138,38	46,92
N16	109,95	10,15	133,86	23,91
Réservoir R1	205,53	-85,98	206,03	0,50
Réservoir R2	161,31	-65,84	161,31	0,00

Figure N°V-5: Les débits les pressions aux nœuds du réseau de chef lieu variante2 (partie1)
(cas de pointe)

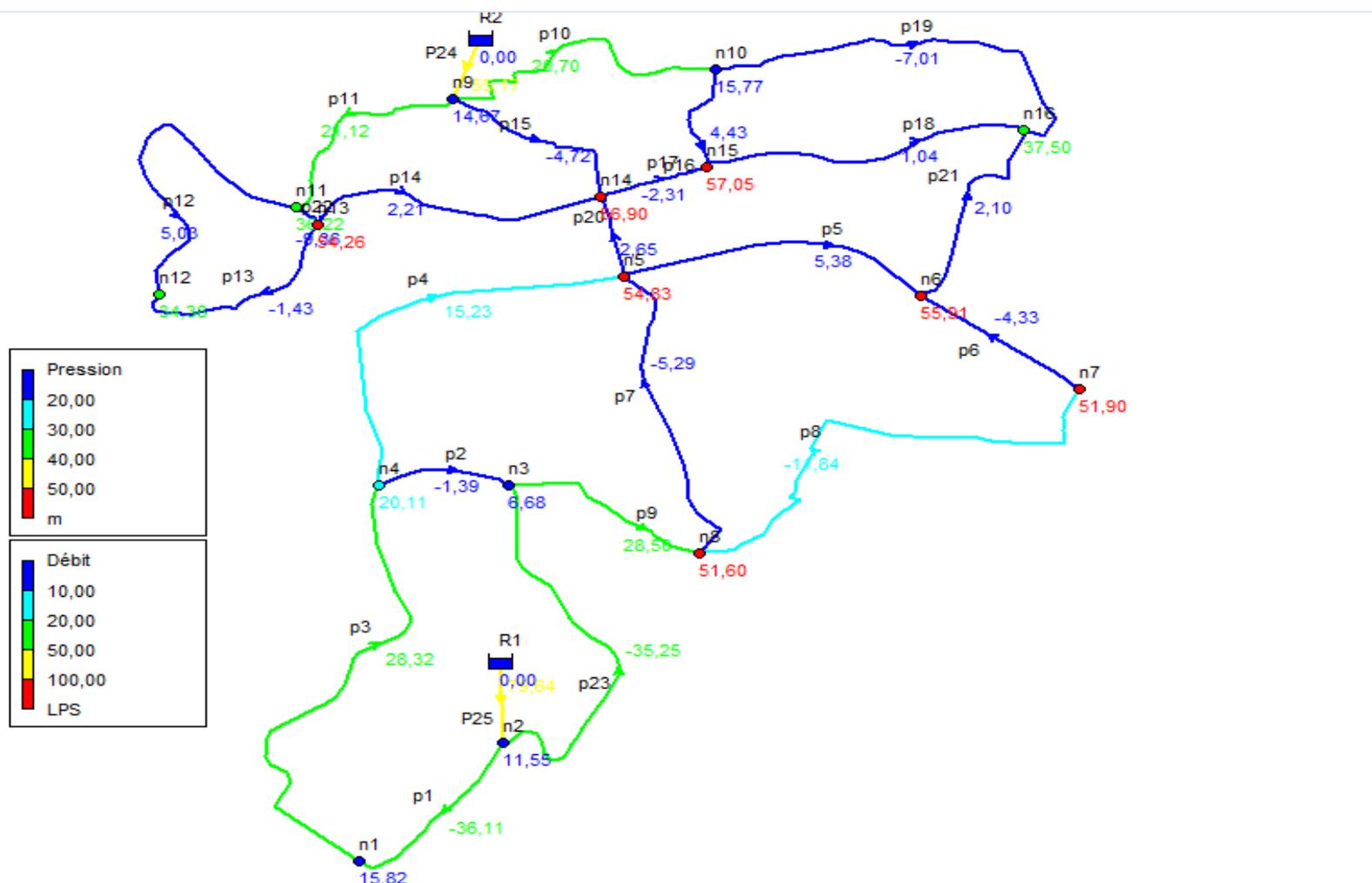


Figure N°V-6 :Les vitesses du réseau de chef lieu variante2 (partie1)
(cas de pointe)

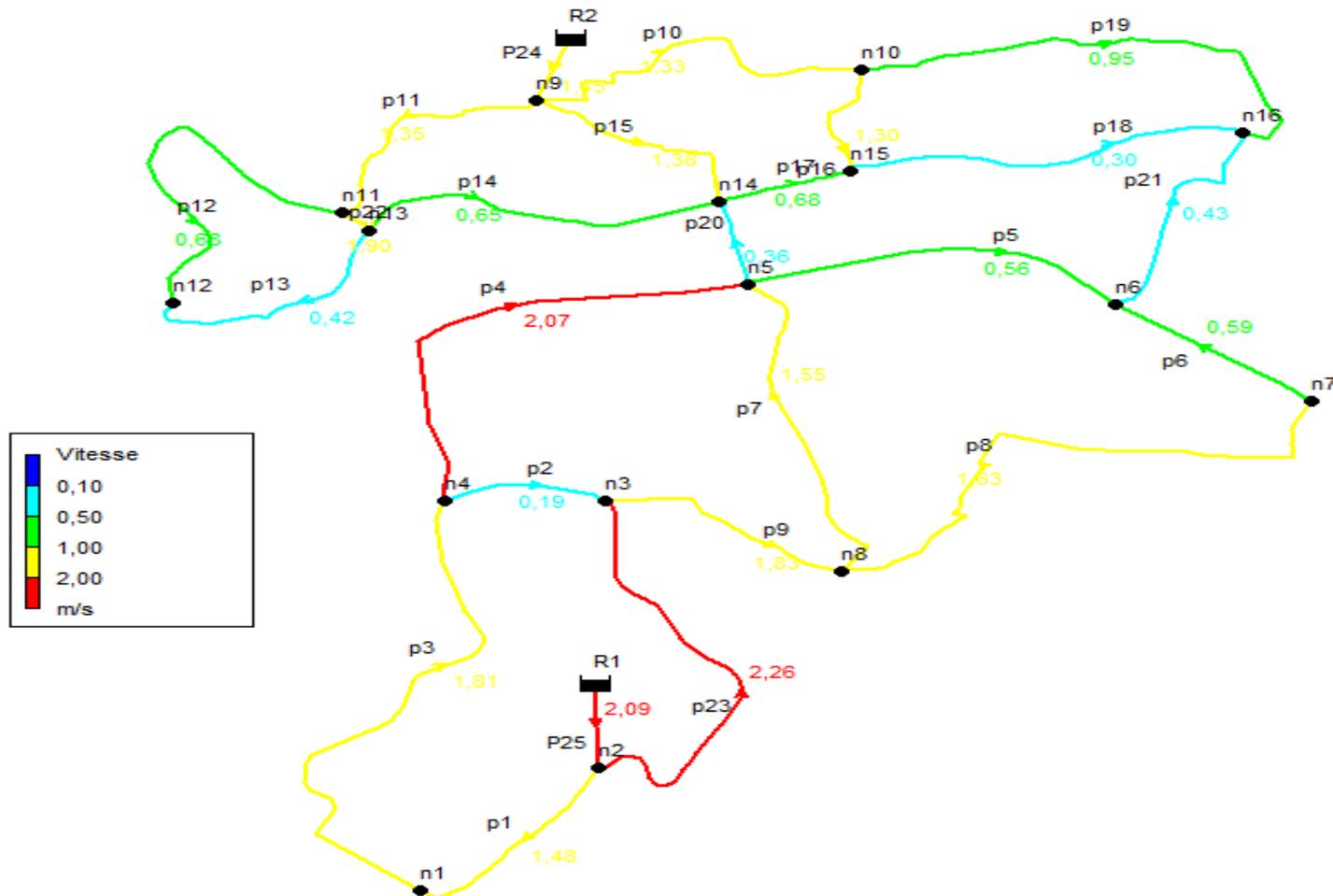


Figure N°V-7: Les débits les pressions aux nœuds du réseau de chef lieu variante2 (partie1)
(cas de pointe+inc)

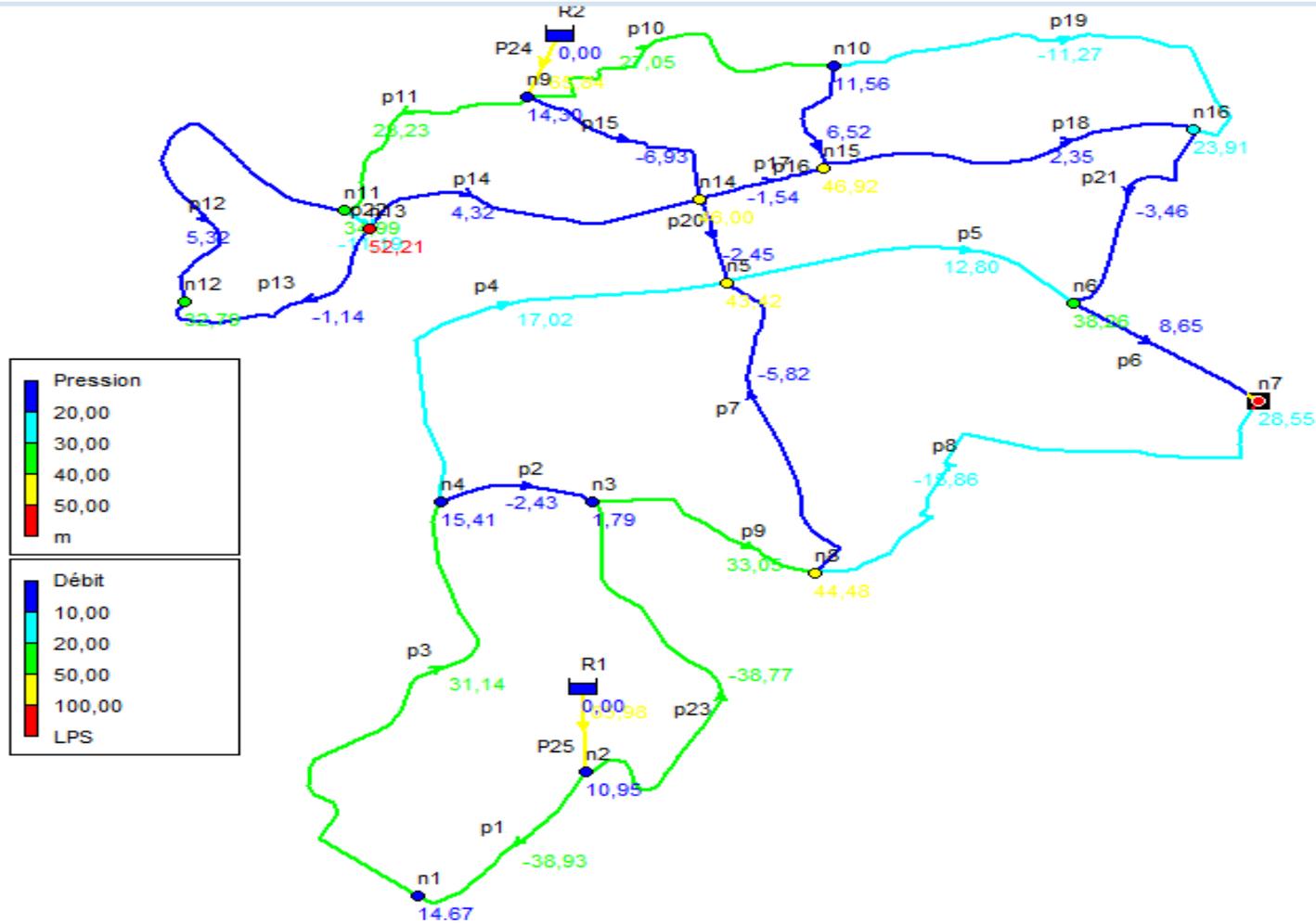
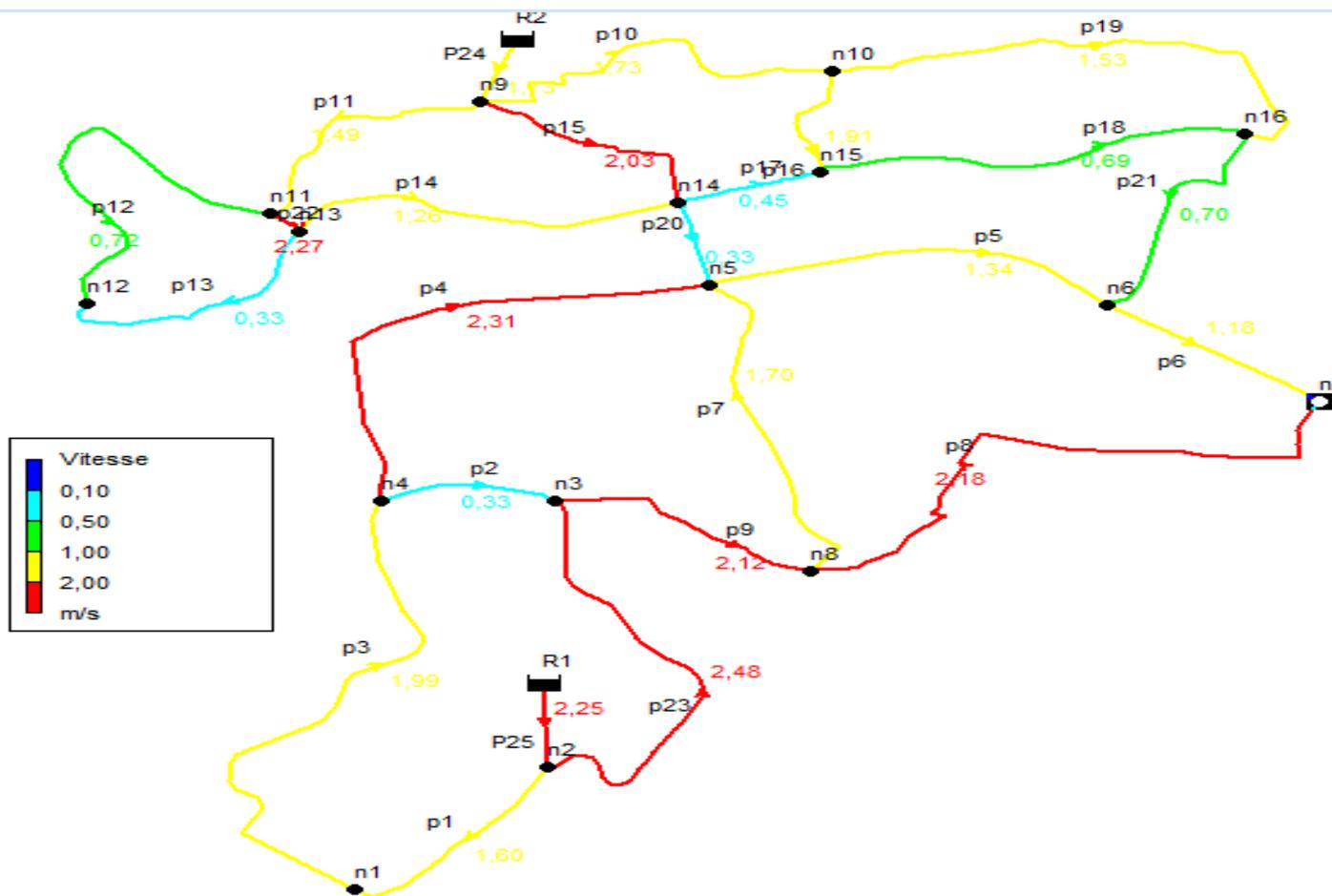


Figure N°V-8 : Les vitesses du réseau de chef lieu variante2 (partie1)
(cas de pointe+inc)



B) chef-lieu (variante 2) partie 2

Tableau N°V-21 : Calcul des paramètres hydrauliques de chef-lieu variante 2
(Cas de pointe)

Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m.c.e
P1	962	220,4	66,72	1,75	10,15
P2	473,45	220,4	72,26	1,89	11,76

Tableau N°V-22: Calcul des pressions de service de chef lieu variante2
(cas de pointe)

Nœuds	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m.c.e	m
N1	239,31	5,54	287,76	48,45
N2	208,73	66,72	277,99	69,26
Réservoir R3	292.83	-72,26	293,33	0,00

Tableau N°V-23 : Calcul des paramètres hydrauliques de chef lieu variante 2
(Cas de pointe+inc)

Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	LPS	m/s	m.c.e
P1	962	220,4	83,72	2,19	15,45
P2	473,45	220,4	89,26	2,34	0,50

Tableau N°V-24: Calcul des pressions de service de chef lieu variante2
(cas de pointe+inc)

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m.c.e	m
Noeud n1	239,31	5,54	285,09	45,78
Noeud n2	208,73	83,72	270,22	61,49
Reservoir R3	292.83	-89,26	293,33	0,50

Figure N°V-9: Les débits et les pressions aux nœuds du réseau de chef-lieu variante2 (partie)
(cas de pointe)



Figure N°V-10 :Les vitesses du réseau de chef-lieu variante2 (partie2)
(cas de pointe)

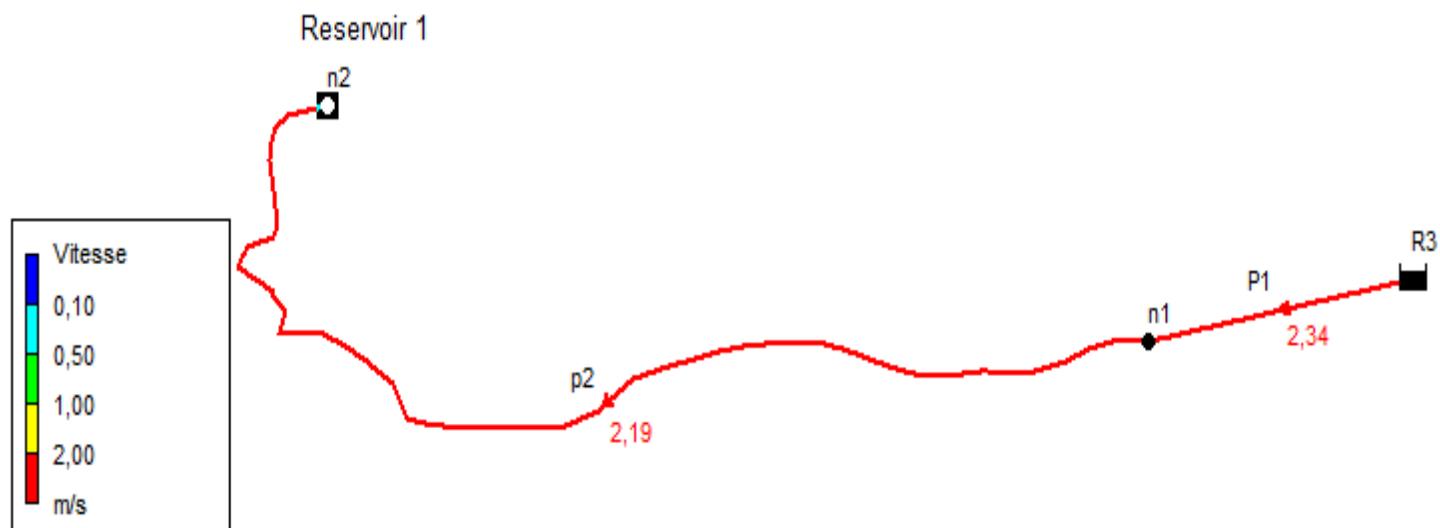
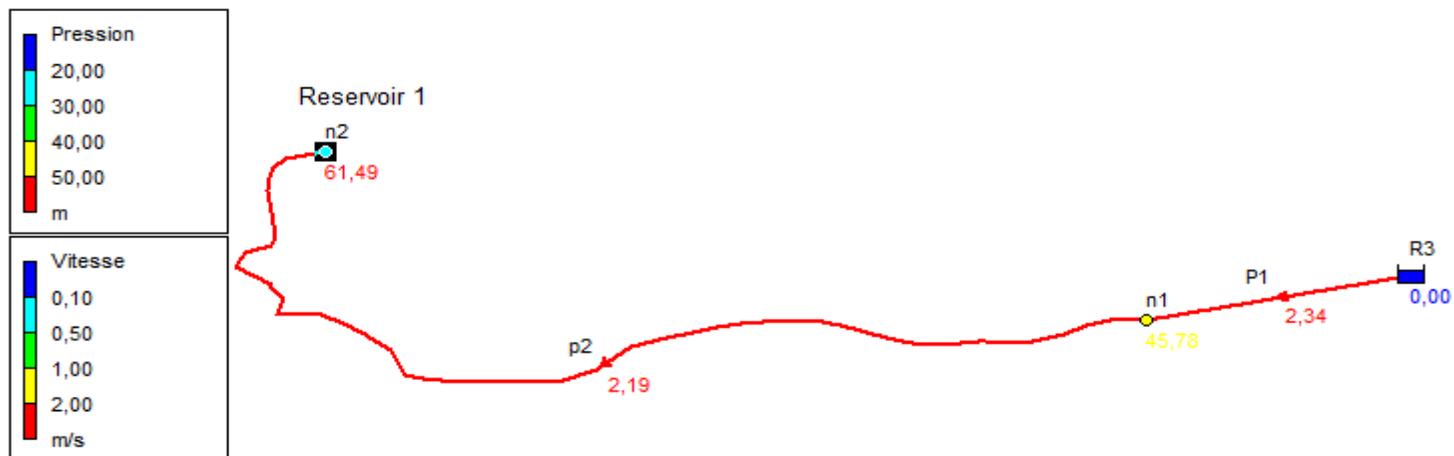


Figure N°V-11: Les débits et pressions aux nœuds du réseau de chef-lieu variante2 (partie2)
(cas de pointe+inc)



Figure N°V-12 :Les vitesses du réseau de chef lieu variante2 (partie2)
(cas de pointe+inc)



C) Remila

Tableau N°V-25 : Calcul des paramètres hydrauliques de Remila
(Cas de pointe)

Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m.c.e
P1	113,1	44	0,28	0,19	1,35
P2	457,2	141	-12,03	0,77	3,87
P3	130,7	44	0,33	0,22	1,73
P4	143,5	141	-14,19	0,91	5,23
P5	143,2	44	0,36	0,24	2,03
P6	468	141	-16,45	1,05	6,85
P7	150,1	44	2,48	1,63	62,50
P8	366,7	141	-21,41	1,37	11,07
P9	96,74	44	0,24	0,16	1,03
P10	76,01	141	11,89	0,76	3,79
P11	300,6	44	0,76	0,50	7,43
P12	707	141	8,41	0,54	2,03
P13	464,8	44	1,17	0,77	16,15
P14	851,9	110,2	2,14	0,22	0,58
P15	2681,74	110,2	22,82	2,39	41,51
P17	341,31	110,2	-9,45	0,99	8,24
Vanne V1	Sans Valeur	141	3,49	0,22	60,00

Tableau N°V-26: Calcul des pressions de service du réseau deRemila
(cas de pointe)

Nœuds	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m.c.e	m
N1	116,9	1,05	150,50	33,60
N2	113,6	2,29	153,31	39,71
N33	97,06	0,28	153,16	56,10
N4	111,94	1,84	155,08	43,14
N5	119,27	0,33	154,86	35,59
N6	112,9	1,90	155,83	42,93
N7	104	0,36	155,54	51,54
N8	113,4	2,48	159,04	45,64
N9	113,4	2,48	149,66	36,26
N10	109,48	1,17	163,10	53,62
N11	119,01	0,24	163,00	43,99
N12	116,22	2,73	150,21	33,99
N13	116,7	0,76	147,98	31,28
N14	133,52	5,09	148,78	15,26
N15	107,95	1,17	141,27	33,32
N16	98	2,14	148,28	50,28
Réservoir R1	210,5	-3,49	210,50	0,00
Réservoir R2	273,91	-22,82	274,41	0,50

Tableau N°V-27 : Calcul des paramètres hydrauliques du réseau deRemila
(Cas de pointe+inc)

Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m.c.e
P1	113,1	44	0,28	0,19	1,35
P2	457,2	141	-12,03	0,77	3,87
P3	130,7	44	0,33	0,22	1,73
P4	143,5	141	-14,19	0,91	5,23
P5	143,2	44	0,36	0,24	2,03
P6	468	141	-16,45	1,05	6,85
P7	150,1	44	2,48	1,63	62,50
P8	366,7	141	-21,41	1,37	11,07
P9	96,74	44	0,24	0,16	1,03
P10	76,01	141	28,89	1,85	19,21
P11	300,6	44	0,76	0,50	7,43
P12	707	141	25,41	1,63	15,16
P13	464,8	44	1,17	0,77	16,15
P14	851,9	110,2	19,14	2,01	30,01
P15	2681,74	110,2	22,82	2,39	41,51
P17	341,31	110,2	-9,45	0,99	8,24
Vanne V1	Sans Valeur	141	20,49	1,31	60,00

Tableau N°V-28: Calcul des pressions de service du réseau de Remila
(cas de pointe+inc)

Nœuds	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m.c.e	m
N1	116,9	1,05	150,50	33,60
N2	113,6	2,29	153,31	39,71
N33	97,06	0,28	153,16	56,10
N4	111,94	1,84	155,08	43,14
N5	119,27	0,33	154,86	35,59
N6	112,9	1,90	155,83	42,93
N7	104	0,36	155,54	51,54
N8	113,4	2,48	159,04	45,64
N9	113,4	2,48	149,66	36,26
N10	109,48	1,17	163,10	53,62
N11	119,01	0,24	163,00	43,99
N12	116,22	2,73	149,04	32,82
N13	116,7	0,76	146,81	30,11
N14	133,52	5,09	138,32	4,80
N15	107,95	1,17	130,82	22,87
N16	98	19,14	112,75	14,75
R1	210,5	-20,49	210,50	0,00
Réservoir R2	273,91	-22,82	274,41	0,50

Figure N°V-13: Les débits les pressions aux nœuds du réseau de Remila
(cas de pointe)

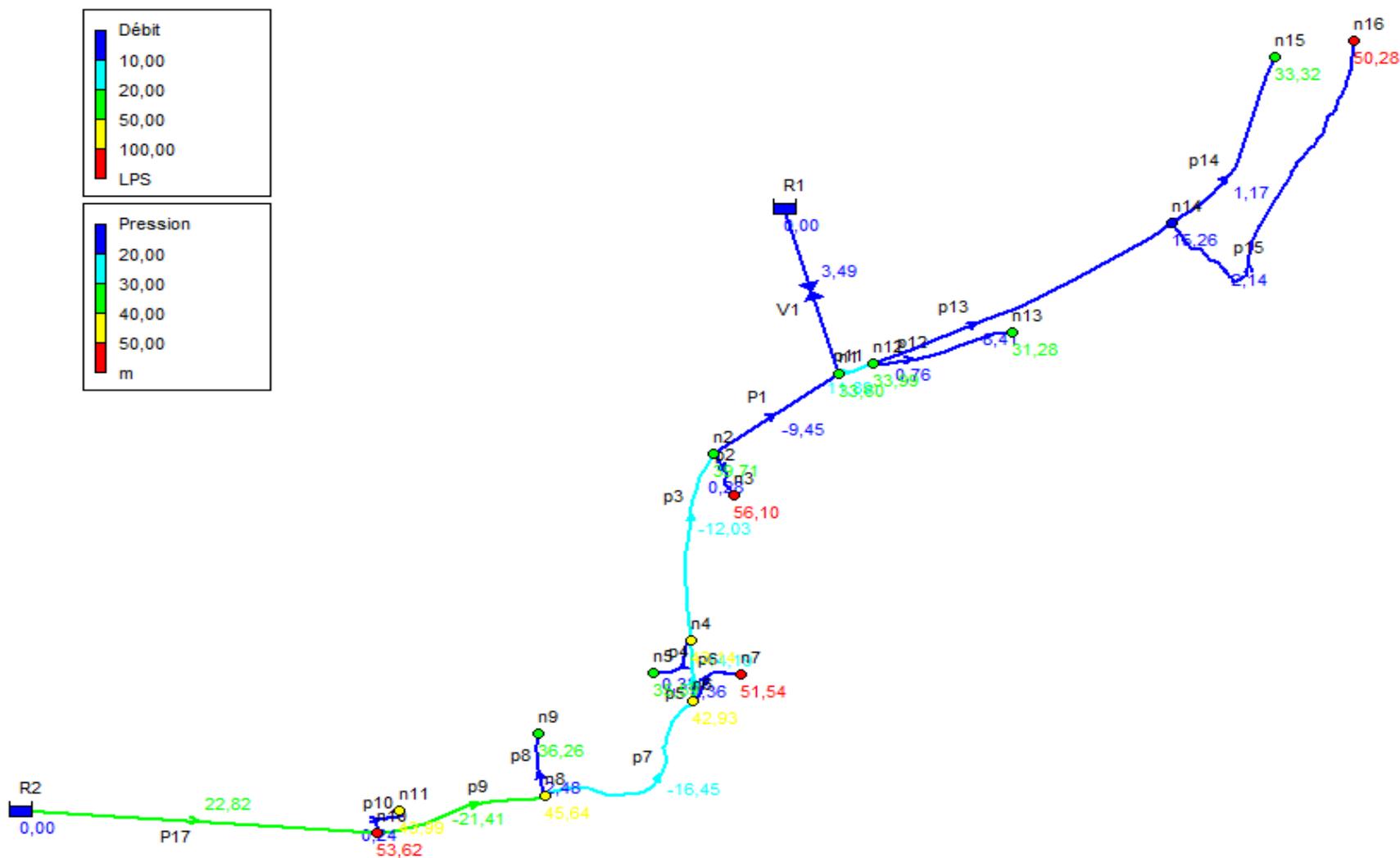


Figure N°V-14 :Les vitesses du réseau de Remila
(cas de pointe+inc)

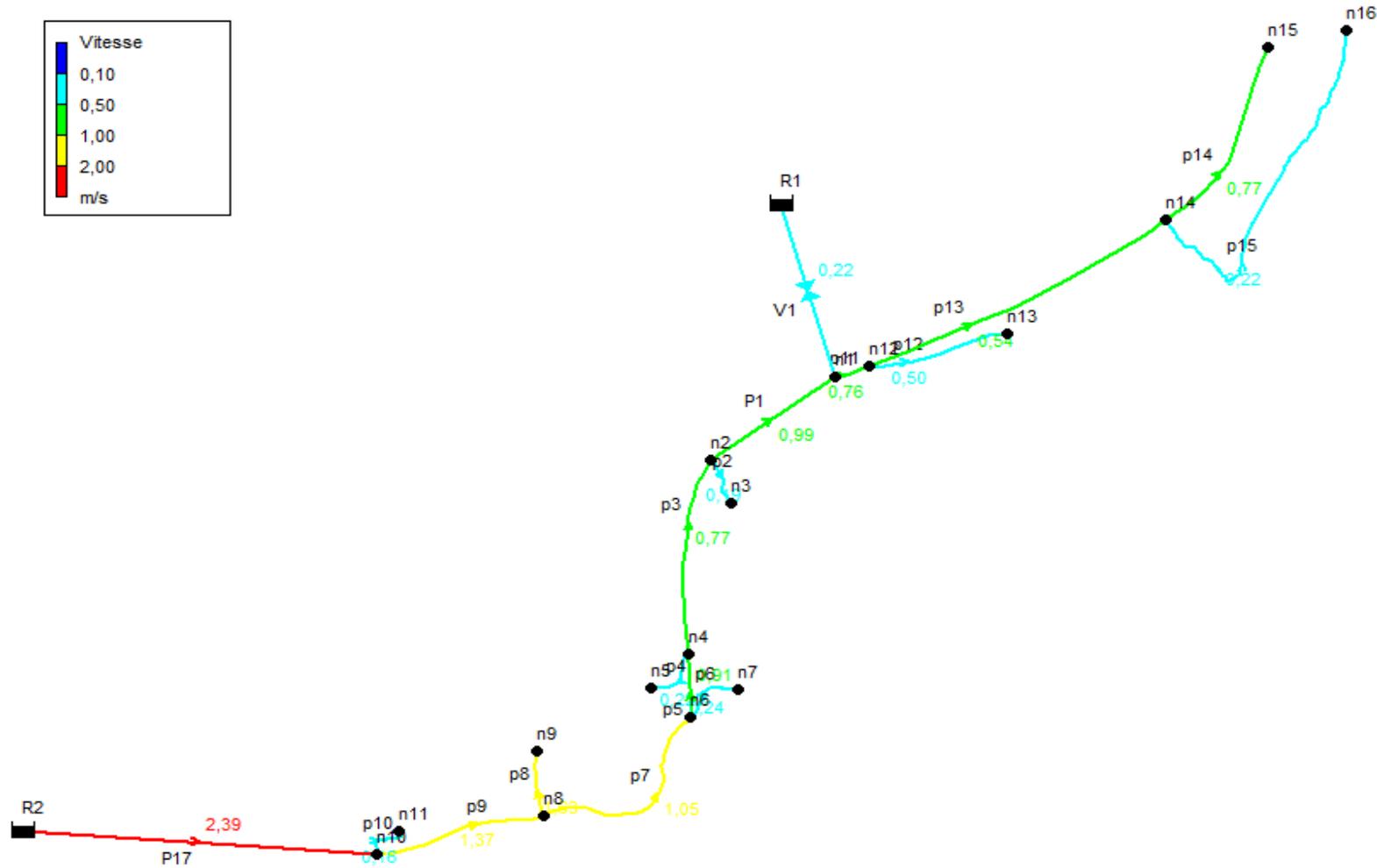


Figure N°V-15: Les débits les pressions aux nœuds du réseau de Remila
(cas de pointe+inc)

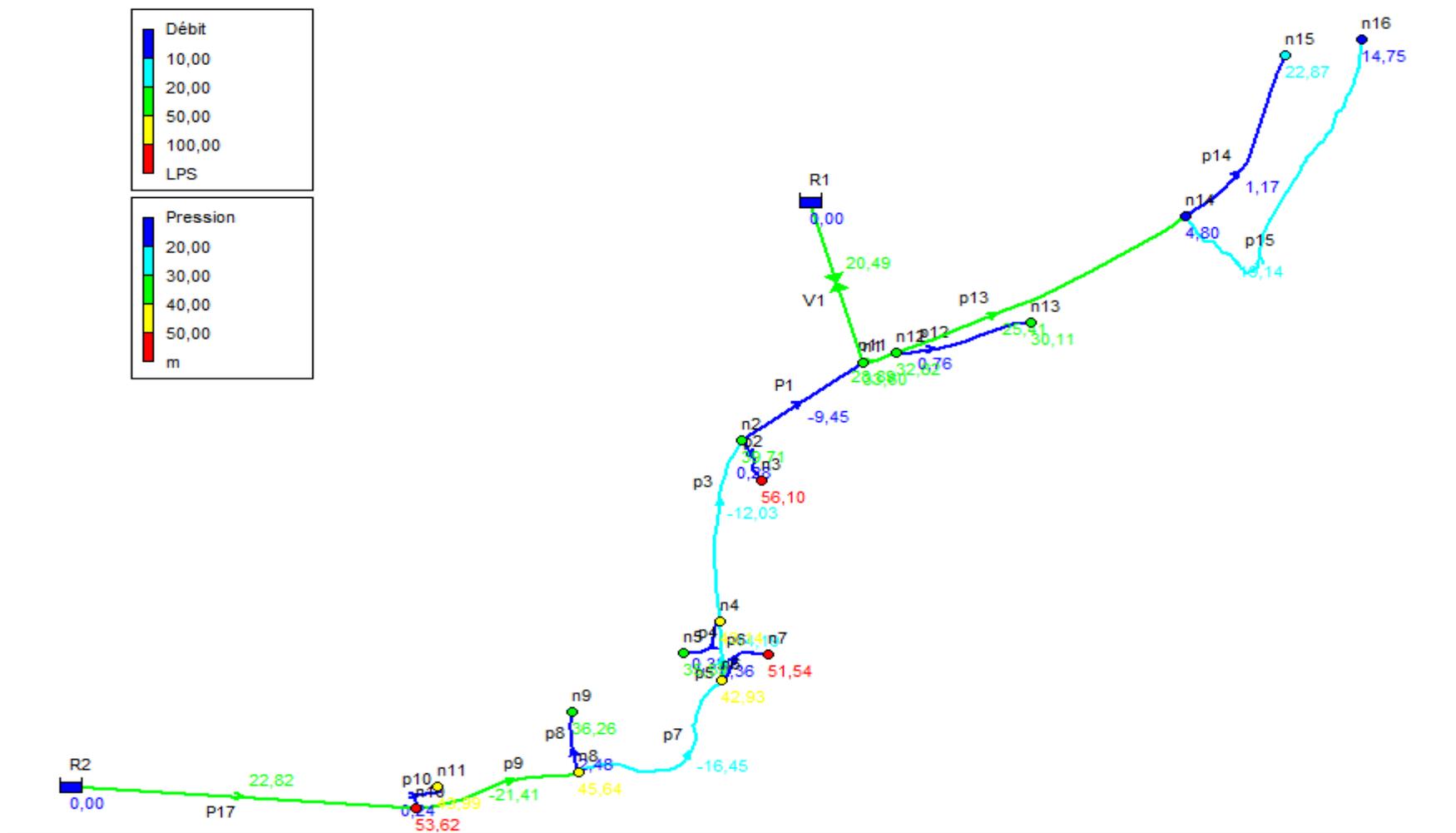
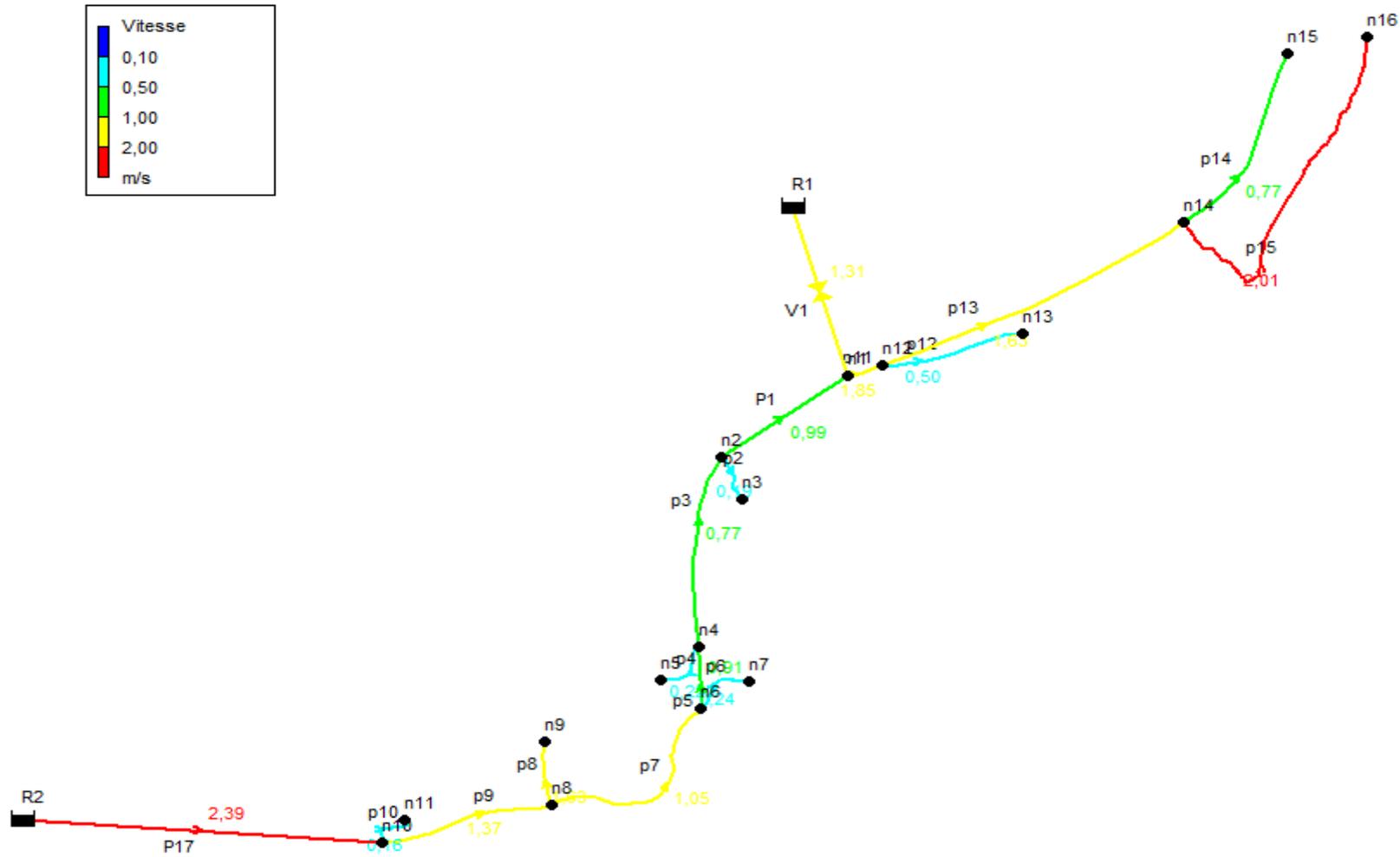


Figure N°V-16 :Les vitesses du réseau de Remila
(cas de pointe+inc)



V-6) Accessoires du réseau

Pour assurer le bon fonctionnement hydraulique d'un réseau de distribution d'eau, il est nécessairement utile de l'équiper en organes accessoires qui ont pour rôles : [7]

- D'assurer un bon écoulement
- Régulariser les pressions et mesurer le débit
- Protéger les canalisations
- Soutirer les débits
- Purger les canalisations
- Vidange les canalisations
- Isoler les canalisations
- Changer les sens d'écoulement

V-6-1) Equipement du réseau de distribution

❖ Type de canalisation

Le réseau de distribution sera constitué d'un assemblage de tuyaux en PEHD, les diamètres utilisés varient entre 50mm et 250 mm.

V -6-2) Appareils et accessoires du réseau

Les accessoires qui devront être utilisés pour le réseau de distribution sont les suivants :

V-6-2-1) Vanne de régulation (multifonction)

✚ Principe de fonctionnement

La Chambre "C" est alimentée par l'amont. Cette alimentation est freinée par un diaphragme "D".

Les pilotes en régulant l'échappement de la chambre modifient l'ouverture de l'appareil.

A partir du même ensemble de base on peut réaliser plusieurs fonctions, par modification de la partie commande.

✚ Utilisations les plus courantes

- Régulateur amont
- Régulateur aval
- Régulateur amont/aval
- Robinet altimétrique
- Robinet altimétrique/régulateur amont
- Régulateur de débit

✚ Avantages

- Fonction modifiable sans dépose de l'appareil
- Ne nécessite aucun apport d'énergie extérieure

- Etanchéité parfaite à débit nul

V-6-2-2) Vanne à papillon

- Organe de sectionnement et de régulation adapté spécialement au transit de tous fluides courants.
- Etanchéité totale et permanente dans les deux sens d'écoulement, par manœuvre au quart de tour.
- Raccordement adapté à tous les gabarits de brides normalisées.
- Fixation aisée en extrémité de canalisation par brides normalisées pour sectionnement temporaire du circuit.
- Protection du corps et de l'axe de manœuvre grâce à sa bague d'étanchéité assurant l'isolement total avec le fluide transité.
- Construction simple, robuste et éprouvée, garantissant un fonctionnement parfait et durable sans entretien dans de nombreux domaines d'utilisation

V-6-2-3) Vanne à survitesse

Fonction

Les vannes de survitesse sont destinées à couper le débit dans les canalisations sur lesquelles elles sont installées lorsqu'une rupture se produit à l'aval. L'accroissement de la vitesse du fluide qui en résulte entraîne la fermeture irréversible de la vanne, évitant ainsi les dégâts d'inondation ou la vidange des réservoirs.

Avantages

- La fermeture est automatique. Elle s'obtient sans apport d'énergie extérieure. Elle peut être télécommandée.
- La vitesse de fermeture est réglable. La vanne peut être équipée d'un système à 2 vitesses de fermeture.
- Etanchéité maximum.
- Modification possible du seuil de déclenchement en cours d'exploitation

V-6-2-4) Robinet altimétrique

Fonction

- Maintient une hauteur d'eau constante et réglable dans un réservoir.
- L'appareil se ferme lorsque le niveau d'eau dans le réservoir atteint le niveau de remplissage réglé.
- Ouverture complète après que le niveau d'eau soit descendu d'environ 15 centimètres

Avantages

- Etanchéité parfaite à la fermeture
- Facilité d'installation et Entretien réduit.
- Dispositif de limitation de débit permettant de relever la ligne piézométrique.
- Simplicité de réglage et de la modification du niveau de remplissage.
- Nettoyage et remplacement des étanchéités sans dépose de l'appareil.
- Précision du niveau de remplissage.

V-6-2-5) Robinet à opercule

Fonction

Sectionner tout transit d'eau potable et d'eau brut à l'aide d'un couple de manœuvre faible.

Avantage

- Parfaite vanne fermée : compression de l'élastomère de l'opercule.
- Un palier d'étanchéité démontable sous pression assure l'étanchéité vers l'extérieur et interdit l'entrée de corps étrangers.
- Les vis de fixation du corps et du couvercle sont à têtes noyées recouvertes d'une protection plastique.
- Opercule surmoulé élastomère.
- Vis de manœuvre en acier inoxydable.
- Pas d'accumulation de corps étrangers sous l'opercule.

V-6-2-6) Appareil de régulation à membrane

L'appareil de régulation automatique est constitué d'une vanne de base à membrane et d'un circuit- pilote. La vanne de base simple robinet à soupape modifiée, est commandée par une chambre, isolée du corps de la vanne par une membrane, dont les variations de volume actionnent le clapet. Le circuit-pilote comprend un organe de contrôle centralisé multifonctions. Vanne de base et pilotes sont actionnées par l'énergie hydraulique du fluide.

Principales fonctions

- Sectionnement automatique.
- Régulation de pression.
- Limitation de débit.
- Régulation de niveau.
- Fermeture par sur vitesse.

V-6-2-7) Joint de démontage

Il se compose de 2 brides extérieures pour la reprise sur la conduite et d'une bride serre-joint assurant l'étanchéité dans toutes les positions intermédiaires.

✚ Fonction

- Le joint de démontage auto-buté est un organe, dont la conception permet d'assurer sous un encombrement minimum un montage réglable ou un démontage aisé en cas de dépose de matériel de canalisation ou de robinetterie.

- Il peut transmettre toute la poussée axiale de la conduite grâce à leur rigidité assurée par les tirants traversant.

V-6-2-8) Robinets vannes

Ils sont placés au niveau de chaque nœud, et permettent l'isolement des différents tronçons du réseau lors d'une réparation sur l'un d'entre eux.

Ils permettent ainsi de régler les débits, leur manœuvre s'effectue à partir du sol au moyen d'une clé dite « béquille »

Celle-ci est introduite dans une bouche à clé placée sur le trottoir (facilement accessible).

V-6-2-9) Bouches ou poteaux d'incendie

Les bouches ou les poteaux d'incendie doivent être raccordés sur les conduites capables d'assurer un débit minimum 17(l/s) avec une pression de 10 m (1 bar).

Ces derniers seront installés en bordure des trottoirs espacés de 50 à 200 m et répartis suivant l'importance des risques imprévus.

V-6-2-10) Clapets

Ils sont destinés à empêcher la circulation en retour, leur emploi est général dans les stations de pompage où ils sont souvent disposés à la sortie même des pompes, entre celles-ci et les robinets de sectionnement. On en trouve également sur les canalisations de distribution.

V-6-2-11) Ventouses

Les ventouses sont des organes qui sont placés aux points les plus hauts du réseau pour réduire la formation du vide dans les installations hydrauliques. Les ventouses ont pour fonction spéciale l'alimentation des poches d'air dans la canalisation des conduites en cas de vidange par pénétration d'air.

V-6-2-12) Robinets de vidange

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

V-6-2.13) Pièces spéciales de raccordement

1. **Tés** : utilisés pour le raccordement des canalisations secondaires sur la canalisation principale.
2. **Coudes** : utilisés en cas de changement de direction.
3. **Cônes de réduction** : ce sont des organes de raccord en cas de changement de diamètre.

V-7) Conclusion

D'après les résultats de simulation du réseau de distribution projeté pour l'agglomération de chef-lieu on a choisi la deuxième variante car elle présente les meilleurs paramètres hydrauliques.

La simulation du réseau est effectuée à long terme. Les résultats obtenus nous permettent de déduire que :

Les vitesses calculées rependent globalement aux recommandations techniques vitesses comprises entre 0.5 à 2.5m/s.et les vitesses qui sont faible inférieur à 0.5m/s, peut provoquer des dépôts dans les canalisations, et pour résoudre ce problème des appareils de vidange sont prévus au niveau de ces tronçons et, que des vidanges périodiques sont souhaitables.

Les pressions peuvent tolérer jusqu'à 60m, au-delà, il aura des fuites au niveau des branchements ainsi que des bruits désagréables dans les habitations, et dans notre cas les résultats obtenus pour les nœuds sont en général inférieurs à 60 m à l'exception de quelques nœuds. Donc, pour remédier à ce problème on doit installer des réducteurs de pressions à ces niveaux.

A cet égard, après la simulation, on constate que notre réseau de distribution fonctionne d'une façon normale telle que les pressions de services sont assurées au niveau des nœuds, ce qui permet l'arrivée de l'eau au niveau des minages.

Chapitre VI

Dimensionnement de l'adduction

Chapitre VI :

DIMENSIONNEMENT DE L'ADDUCTION

VI-1) Introduction

Après avoir fait le dimensionnement final du réseau de distribution, nous procédons au dimensionnement des conduites véhiculant l'eau de la source jusqu'aux réservoirs.

Les ouvrages hydrauliques qui consistent à amener de l'eau de la source vers les réservoirs à travers les réseaux ou des ouvrages architecturaux (aqueduc) s'appellent **l'adduction**.

Suivant la nature du relief de la région à alimenter, on distingue deux types d'adduction.

➤ *Adduction gravitaire*

Ce type d'adduction ne fait intervenir que le seul travail de la pesanteur et la pente. Le lieu de captage se situe donc à une altitude supérieure à celle du réservoir de desserte de l'agglomération.

L'adduction gravitaire s'effectue, soit par **aqueduc**, il est fait appel à l'écoulement libre de l'eau c'est-à-dire sans pression, soit par **des conduites forcées**, il est fait appel à l'écoulement sous pression.

➤ *Adduction par refoulement*

Dans l'adduction par refoulement, le captage se situe à un niveau inférieur à celui du réservoir d'accumulation.

VI-2) Choix du tracé

Le tracé de la conduite est choisi selon certains facteurs d'ordre technique et économique, il exige les conditions suivantes :

- Le profil doit être le plus régulier et le plus court possible (sur-profondeur et sous-profondeur sont parfois inévitables) afin de réduire les frais d'investissement.
- Le profil sera étudié pour que l'air puisse être évacué facilement, car le cantonnement d'air engendre la rupture de la veine liquide.
- Pour les conduites de longueurs importantes (plusieurs kilomètres), il sera bon de prévoir quelques vannes de sectionnements en vue de faciliter les réparations éventuelles.
- Les contres pentes qui peuvent donner lieu, en exploitation, à des cantonnements d'air plus au moins difficiles à évacuer, sont à éviter.

- Il y a lieu de concevoir un tracé en plan, avec des coudes largement ouverts afin d'éviter les butées importantes. A cet effet, le parcours empreint ne suivra pas facilement les accotements de la route.
- On préfère souvent de le concevoir le long des routes et les pistes pour faciliter la pose des conduites et son exploitation c'est-à-dire :
 - Faciliter l'accès pour l'entretien et les réparations.
 - Faciliter la détection des fuites et les vannes défectueuses.

En conclusion, on essaiera de suivre le tracé déjà existant et les nouveaux tracés projetés dépendront des conditions d'ordre technique et économique.

VI-3) Choix du type des conduites

Le marché du matériel hydraulique a évolué avec l'évolution des récentes technologies spécialisées dans le domaine. De ce fait, on dispose de différents types de conduites et selon le matériau constitutif, on distingue :

- Conduite en acier,
- Conduite en fonte ductile,
- Conduite en PVC (Chlorure de PolyVinyle),
- Conduite en PEHD (PolyÉthylène Haute Densité).

Dans le cas de notre projet, on optera pour des conduites en **PEHD**, vu les nombreux avantages qu'elles présentent.

✓ Conduites en PEHD

✚ Avantages

- Facilité de pose (grande flexibilité), possibilité d'enroulement en couronne pour les petits diamètres,
- Fiables au niveau des branchements (pas de fuites),
- Répond parfaitement aux normes de potabilité,
- Durée de vie prouvée par l'expérience et le test de vieillissement (théoriquement de 50 ans à une température de 20°C),
- Bonnes caractéristiques hydrauliques (coefficient de rugosité très faible),
- Résiste à la corrosion interne, externe et microbiologique et à l'entartrage.

✚ Inconvénients

- Nécessite une grande technicité pour la jonction.

VI-4) Description du schéma d'adduction

L'analyse de la situation actuelle du système d'AEP de l'agglomération chef-lieu de Sidi Aïche, montre que la plus grande partie de la commune est alimentée à partir de champ de captage constitué de deux forages Aghernouz et Tasift. et l'agglomération Remila est alimentée par le champ de captage Remila.

Étant donné que la capacité calculée de stockage de chef-lieu pour l'horizon de calcul est assurée par deux réservoirs de 500 m³ et 600 m³, où les autres réservoirs ne sont pas nécessaires.

La capacité de stockage de Remila est insuffisante pour l'horizon de calcul, pour cela nous avons considéré un autre réservoir de 200 m³ existant à l'agglomération chef-lieu qui est le plus proche de l'agglomération de Remila.

Dans le cadre d'étude, ce système est constitué de trois adductions :

De la station de reprise (Timzaghra) jusqu'aux réservoirs (Hôtel et Maala)

Le point de démarrage du système d'adduction est le point de piquage PK30.5 situé à une cote terrain 91.46 m et à une cote piézométrique 196.46 à partir du transfert Tichi-Haf au moyen d'une conduite principale DN 1200. L'eau s'écoulera gravitairement avec un débit de 53.49 l/s jusqu'à la station de reprise existante (station de reprise de Timzaghra), située à une cote de 104.98 m au moyen d'une conduite de 710.28 m de longueur. Cette station sera équipée d'une bache à eau de 300 m³. Ensuite, la reprise vers les réservoirs Maala de 500 m³ à la cote de 294.19 m avec un débit de 44.81 l/s par le biais d'une conduite en PEHD sur une longueur de 502.89 m. et le réservoir Hôtel 200 m³ à la cote 274.71 m avec un débit de 8.67 l/s, par le biais d'une conduite en PEHD sur une longueur de 2007.09 m.

De champ de captage (Aghernouz et Tasift) jusqu'au réservoir (Imadalou)

Dans cette partie nous avons une adduction par refoulement à partir de champ de captage constituée de deux forages Aghernouz de cote 96.10 m et Tasift 97.07 m, vers le réservoir Imadalou de cote 163.31 m avec un débit de 53.77 l/s sur une conduite de 3464.79 m.

De champ de captage (Remilla) jusqu'au réservoir (Remilla)

Cette adduction de 1041 m est déjà existante et relie le forage Remilla de cote 72.22 m au réservoir Remilla de cote 210.90 m avec un débit 4.4 l/s. d'après le calcul effectué dans le (chapitre IV) on a trouvé un débit de 4.3 l/s, en comparant avec le débit actuel qui est de 4.4 l/s donnant une différence de 0.1 l/s qui ne nécessite pas un redimensionnement de cette partie d'adduction.

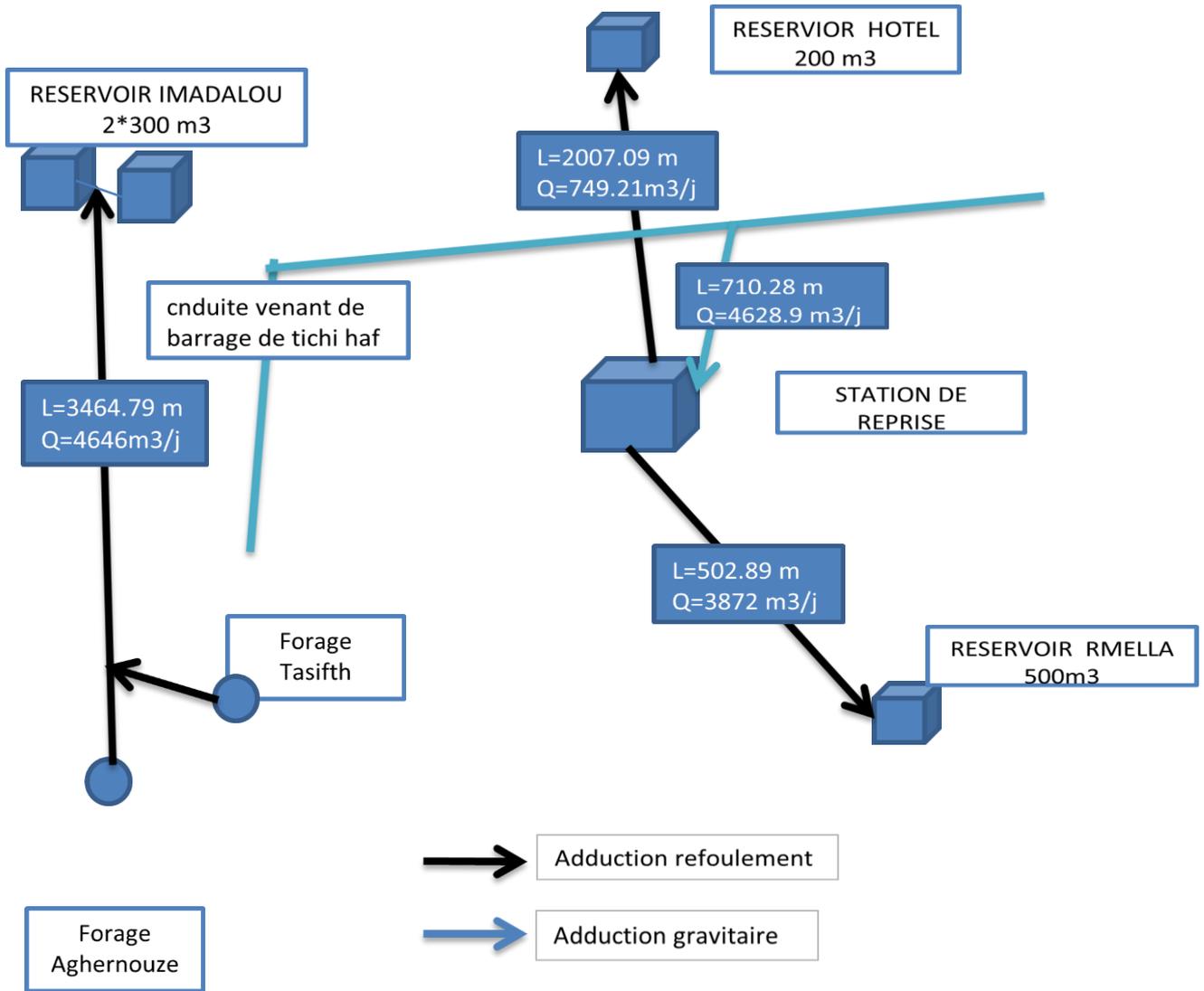


Schéma N°VI-2 : Schémas synoptique de réseau d'adductions

VI-5) Etude technico-économique [2]

Elle consiste à étudier le choix le plus économique pour le diamètre de la conduite, qui repose sur deux critères :

- **Techniquement** le diamètre de la conduite doit pouvoir faire transiter le plus grand débit à des vitesses accessibles, en assurant une pression de service compatible avec la résistance de la conduite et la vitesse d'écoulement doit être comprise entre 0,5 et 2 m/s.
- **Les frais d'investissement** (Frais d'exploitation + Frais d'amortissement) sont proportionnels aux diamètres des conduites.

VI-5-1) Calcul du diamètre économique

Afin d'obtenir un équilibre relatif entre ces deux facteurs (dépenses), le diamètre doit être judicieusement choisi, de façon à avoir l'optimum économique qui résulte de ces deux types de dépenses. Pour cela, on utilise la relation de Bonnin, qui permet l'approximation de ce diamètre économique D_N :

- **Formule de BONNIN :**

$$D_N = \sqrt{Q} \quad (\text{VI-1})$$

Avec :

- Q : Débit refoulé dans la conduite en m^3/s ;

Le choix final se portera sur le diamètre pour lequel le coût sera minimal et la vitesse d'écoulement sera comprise entre **0.5m/s** et **2 m/s**.

VI-5-2) Calcul de la vitesse

Elle est donnée par la formule suivante :

$$V = \frac{4Q}{\pi \times D^2} \quad (\text{VI-2})$$

VI-5-3) Calcul des pertes de charge

A- Pertes de charge linéaires (H_L)

Elles sont déterminées par la formule de Darcy –Weisbach :

$$H_L = J \times L \quad (\text{VI-3})$$

Avec :

$$J = \frac{\lambda \times V^2}{2 \times g \times D} \quad (\text{VI-4})$$

- **Calcul du coefficient de frottement linéaire λ**

Pour déterminer le coefficient frottement linéaire λ , on peut appliquer les formules suivantes [9]: (Annexe (2)) :

$$\text{Formule de Nikuradze : } \lambda = \left(1.14 - 0.86 \times \text{Ln} \frac{K}{D} \right)^{-2} \quad (\text{VI-5})$$

Formule de Colebrook :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \log \left[\frac{K}{3.71 \times D} + \frac{2.51}{\text{Re} \times \sqrt{\lambda}} \right] \quad (\text{VI-6})$$

Avec:

- J : gradient de perte de charge linéaire (m/m) ;
- λ : Coefficient de frottement linéaire ;
- D : Diamètre du tuyau en (m) ;
- V : Vitesse d'écoulement en (m/s) ;
- g : Accélération de la pesanteur en (m/s²) ;
- L : Longueur de la conduite en (m) ;
- K : rugosité équivalente de la paroi qui varie comme suit :

$$\mathbf{K = 0.01 \text{ si } D \leq 200 \text{ mm}}$$

$$\mathbf{K = 0.02 \text{ si } D > 200 \text{ mm}}$$

- Re : Nombre de Reynolds donné par la formule suivante :

$$\text{Re} = \frac{V \times D}{\nu} \quad (\text{VI-7})$$

Avec :

- ν : Viscosité cinématique de l'eau. (m²/s) ;
- à 10°C : $\nu = 1.31 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.
- à 20°C : $\nu = 1.00 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

- à 30°C : $\nu = 0.08 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

B- Les pertes de charge singulières ΔH_S

Elles sont provoquées par les coudes, les vannes, les clapets..., elles sont estimées à 10% des pertes de charge linéaires pour le cas des adductions.

$$\Delta H_S = 0.1 \times \Delta H_L \quad (\text{VI-8})$$

C- Les pertes de charge totales (ΔH_t)

Elles représentent la somme des pertes de charge linéaires et singulières pour chaque conduite de longueur L, donc on aura :

$$\Delta H_t = 1.10 \Delta H_L = 1.1 \times J \times L \quad (\text{VI-9})$$

VI-5-4) Détermination de la hauteur manométrique totale (Hmt)

Elle représente une hauteur d'élévation fictive qui résulte de la somme de la hauteur géométrique et les pertes de charge résultantes de l'aspiration et du refoulement.

$$H_{mt} = H_g + \Delta H_t \quad (\text{VI-10})$$

- H_g : hauteur géométrique entre le plan d'eau dans le forage et le niveau du trop plein dans le réservoir ;

VI-5-5) PUISSANCE absorbée par la pompe

C'est la puissance mécanique absorbée au niveau de l'arbre de la pompe, elle est déterminée d'après la formule suivante :

$$P_a = \frac{g \times H_{mt} \times Q}{\eta} \quad (\text{VI-11})$$

Avec :

- P_a : Puissance absorbée par la pompe en (KW).

- η : Rendement de la pompe en % (généralement on prend 75%).

VI-5-6) Energie consommée par la pompe

Elle est donnée par la formule suivante :

$$E = P \times t \times 365 \quad (\text{VI-12})$$

Avec :

- t : Nombre d'heures de pompage (20h) ;

- P : Puissance de pompage en (KWh).

VI-5-7) Frais d'exploitation

$$F_{\text{exp}} = E \times e' \quad (\text{DA}) \quad (\text{VI-13})$$

Avec:

- E : Energie consommée par la pompe (KWh)
- e' : Prix unitaire du KWh. fixé par la SONELGAZ (**7.26 DA**)

VI-5-8) Frais d'amortissement

Les frais d'amortissement seront calculés à partir de la formule suivante :

$$F_{\text{am}} = P_u \times L \times A \quad (\text{VI-14})$$

Avec :

- P_u : Le prix unitaire de la conduite (DA/ml).
- L : Longueur de la conduite en m.
- A : Annuité.

- **Calcul de l'amortissement annuel**

$$A = \frac{i}{(i+1)^n - 1} + i \quad (\text{VI-15})$$

Avec :

- A: L'amortissement annuel (Annuité).
- i: Taux d'annuité = 8 %.
- n: Nombre d'années sur lequel s'effectuera l'amortissement (n =25ans)

D'où :

$$A = \frac{0.08}{(1.008)^{25} - 1} + 0.08 = \mathbf{0.0937}$$

Soit : **A = 0.0937**

VI-5-9) Calcul du bilan

Le bilan sera calculé par la formule suivante :

$$B_L = F_{\text{exp}} + F_{\text{am}} \quad (\text{VI-16})$$

VI -5-10) Prix des conduites

Le prix des conduites est pris en tenant compte des coûts de transport et de pose celles-ci par mètre linéaire. Les valeurs nous ont été remises par **DIST. GROUPE CHIALI**, elles sont récapitulées dans le tableau suivant:

Tableau N°VI-1 : Prix de revient des conduites PN16

Diamètre extérieur en (mm)	Prix de revient (DA/ml)
20	34,64
25	56,20
32	88,30
40	136,47
50	211,40
63	337,16
75	473,63
90	571,69
110	844,30
125	1093,08
160	1786,51
200	2805,48
250	4340,56
315	6881,37
400	11116,05
500	17335,76
630	26341,10

VI-6) Calcul des diamètres économiques pour les différents tronçons

VI-6-1) Adduction gravitaire

VI-6-1-1) Tronçon PK-station de reprise

Ce tronçon est alimenté à partir du point de piquage, l'écoulement se fait gravitaire ment vue la grande pression qui règne dans la conduite principale du transfert qui est d'environ 11 bars.

Pour le tronçon, la cote de départ et la cote d'arrivée sont imposées. La différence entre ces deux cotes donnera la charge disponible ΔH_d .

Avec un débit Q connu, on recherchera le diamètre D de la conduite qui écoulera se débit avec une perte de charge (ΔH) aussi proche de la charge disponible.

Il sera vérifié, en suite, que la vitesse de l'eau dans la conduite reste acceptable.

D'après :

$$D_{cal} = \sqrt[m]{\frac{k' L_g Q^\beta}{\Delta H_d}} \quad (\text{VI-19})$$

Données :

- Débit : $Q = 0.05358 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Longueur : $L = 710.28 \text{ m}$.
- La charge disponible : $\partial H = CP(\text{PK}) - CTP(\text{NSR}) = 191.46 - 107.88 = \mathbf{83.58 \text{ m}}$.
- $k' = 0.001052$.
- $m = 4.774$.
- $\beta = 1.77$.

Les résultats du calcul sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau N°VI-4: Calcul des pertes de charge totales du tronçon PK-NSR1

D_{ext} (m)	D_{int} (m)	V (m/s)	λ	ΔH_t (m)
0.200	0.1762	2,20	0,03057	33,49

Par conséquent, on optera pour un diamètre de 200 mm, avec une vitesse acceptable de 2.2m/s.

VI-6-2) Adduction par refoulement**VI-6-2-1) Tronçon station de reprise-réservoir Maala**

Données :

- Le débit : $Q = 0.0448 \text{ m}^3/\text{s}$
- Hauteur géométrique $H_g = 190.21 \text{ m}$
- Longueur du tronçon $L = 502.89 \text{ m}$

D'après :

- Bonnin : $D_{N1} = 0,212 \text{ m}$

D'où les diamètres normalisés sont : 250, 315, 400 et 500 mm avec une pression nominale de **16 bars (PN16)**.

Ici, on dispose d'une pompe, donc on doit calculer la Hmt de cette dernière.

Tableau N°VI-2 : Calcul de la H_{mt} du tronçon SR-R1

$D_{ext}(m)$	$D_{int}(m)$	V (m/s)	ξ/D	λ	ΔH (m/ml)	ΔH_t (m)	L (m)	H_{mt} (m)
0,250	0,220	1,18	0,0045	0,03057	4,95	5,45	502.9	195,66
0,315	0,278	0,74	0,0036	0,02957	1,49	1,64	502.9	191,85
0,400	0,353	0,46	0,0028	0,02872	0,44	0,48	502.9	190,69
0,500	0,441	0,29	0,0023	0,02799	0,14	0,15	502.9	190,36

Tableau N°VI-3 : Calcul des frais d'exploitation « F_{exp1} »

$D_{ext}(m)$	$D_{int}(m)$	P (K.w)	P (K.w.h)	Fexp (DA)
0,250	0,220	114,652371	836962,309	3908613,98
0,315	0,278	112,418161	820652,579	3832447,54
0,400	0,353	111,741964	815716,339	3809395,3
0,500	0,441	111,550321	814317,343	3802861,99

Tableau N°VI-4 : Calcul des frais d'amortissement « F_{amort1} »

$D_{ext}(m)$	$D_{int}(m)$	Prix (DA/ml)	L (m)	Famort (DA)
0,250	0,220	4340,56	502,89	205185,477
0,315	0,278	6881,37	502,89	325293,783
0,400	0,353	11116,05	502,89	525474,136
0,500	0,441	17335,76	502,89	819490,153

Tableau N°VI -5 : Calcul du bilan du tronçon SR-R1

$D_{ext}(m)$	$D_{int}(m)$	$F_{exp}(DA)$	$F_{amort}(DA)$	Bilan (DA)
0,250	0,220	3908613,98	205185,477	4113799,46
0,315	0,278	3832447,54	325293,783	4157741,325
0,400	0,353	3809395,3	525474,136	4334869,437
0,500	0,441	3802861,99	819490,153	9448950,17

D'après les résultats obtenus dans le tableau ci-dessus, on remarque que le diamètre le plus économique est $\varnothing 315$, avec un bilan minimal de 4157741,325DA.

Donc, on optera pour ce diamètre puisqu'il représente une vitesse acceptable qui est égale à **1.56 m/s**.

VI-6-2-2) Tronçon station de reprise-réservoir Hôtel

Données :

- Le débit : $Q = 0.0087 \text{ m}^3/\text{s}$
- Hauteur géométrique $H_g = 168.33 \text{ m}$
- Longueur du tronçon $L = 2007.39 \text{ m}$

D'après :

- Bonnin : $D_{N1} = 0,093 \text{ m}$

D'où les diamètres normalisés sont : 110, 125, 141 et 200 mm avec une pression nominale de **16 bars (PN 16)**.

Ici, on dispose d'une pompe, donc on doit calculer la H_{mt} de cette dernière.

Tableau N°VI-6 : Calcul de la H_{mt} du tronçon SR-R3

$D_{ext}(m)$	$D_{int}(m)$	$V(m/s)$	ξ/D	λ	$\Delta H(m/ml)$	$\Delta H_t(m)$	$L(m)$	$H_{mt}(m)$
110	0,097	1,18	0,0103	0,03057	44,74	49,21	2007.09	217,54
125	0,110	0,91	0,0091	0,02957	23,07	25,37	2007.09	193,70
160	0,141	0,56	0,0071	0,02872	6,48	7,12	2007.09	175,45
200	0,176	0,36	0,0057	0,02799	2,08	2,29	2007.9	170,62

Tableau N°VI-7 : Calcul des frais d'exploitation «F_{exp2}»

D_{ext}(m)	D_{int} (m)	P (K.w)	P (K.w.h)	F_{exp} (DA)
110	0,097	24,7552211	180713,114	843930,242
125	0,110	22,0426961	160911,681	751457,552
160	0,141	19,9658009	145750,346	680654,117
200	0,176	19,4159896	141736,724	661910,501

Tableau N°VI-8 : Calcul des frais d'amortissement «F_{amort2}»

D_{ext}(m)	D_{int} (m)	Prix (DA/ml)	L (m)	F_{amort} (DA)
250	0,220	4340,56	3464.79	1413678,11
315	0,278	6881,37	3464.79	2241195,18
400	0,353	11116,05	3464.79	3620389,21
500	0,441	17335,76	3464.79	5646088,18

Tableau N°VI-9 : Calcul du bilan du tronçon SR-R3

D_{ext}(m)	D_{int} (m)	F_{exp} (DA)	F_{amort} (DA)	Bilan (DA)
110	0,097	843930,242	159291,092	1003221,33
125	0,110	751457,552	206227,534	957685,0861
160	0,141	680654,117	337054,517	1017708,635
200	0,176	661910,501	529299,98	1191210,48

D'après les résultats obtenus, on constate que le diamètre économique est le **Ø 125**, du fait qu'il présente le plus petit bilan, tout en étant le siège d'une vitesse raisonnable de **0.91 m/s**, par conséquent, c'est ce diamètre qui sera adopté pour ce tronçon.

VI-6-2-3) Tronçon Champ de captage-Réservoir Imadalou

Données :

- Le débit : $Q = 0.0538 \text{ m}^3/\text{s}$
- Hauteur géométrique $H_g = 95.21 \text{ m}$
- Longueur du tronçon $L = 3464.79 \text{ m}$

D'après :

- Bonnin : $D_{N1} = 0.232 \text{ m}$

D'où les diamètres normalisés sont : 250, 315, 400 et 500 mm avec une pression nominale de **16 bars (PN 16)**.

Ici, on dispose d'une pompe, donc on doit calculer la Hmt de cette dernière.

Tableau N°VI-10 : Calcul de la H_{mt} du tronçon CDC-R2

$D_{ext}(m)$	$D_{int}(m)$	V (m/s)	ξ/D	λ	ΔH (m/ml)	ΔH_t (m)	L (m)	H_{mt} (m)
250	0,220	1,41	0,0045	0,03057	49,21	54,13	3464.79	149,34
315	0,278	0,89	0,0036	0,02957	14,77	16,25	3464.79	111,46
400	0,353	0,55	0,0028	0,02872	4,35	4,78	3464.79	99,99
500	0,441	0,35	0,0023	0,02799	1,39	1,53	3464.79	96,74

Tableau N°VI-11 : Calcul des frais d'exploitation « F_{exp2} »

$D_{ext}(m)$	$D_{int}(m)$	P (K.w)	P (K.w.h)	Fexp (DA)
250	0,220	105,091135	767165,283	3582661,87
315	0,278	78,4323327	572556,029	2673836,66
400	0,353	70,3638827	513656,344	2398775,12
500	0,441	68,077178	496963,399	2320819,08

Tableau N°VI-12 : Calcul des frais d'amortissement « F_{amort2} »

$D_{ext}(m)$	$D_{int}(m)$	Prix (DA/ml)	L (m)	Famort (DA)
250	0,220	4340,56	3464.79	1413678,11
315	0,278	6881,37	3464.79	2241195,18
400	0,353	11116,05	3464.79	3620389,21
500	0,441	17335,76	3464.79	5646088,18

Tableau N°VI-13 : Calcul du bilan du tronçon CDC-R2

D_{ext}(m)	D_{int} (m)	F_{exp} (DA)	F_{amort} (DA)	Bilan (DA)
250	0,220	925120,564	1413678,11	4996339,99
315	0,278	813680,642	2241195,18	4915031,84
400	0,353	731963,643	3620389,21	6019164,339
500	0,441	709996,696	5646088,18	7966907,26

D'après les résultats obtenus, on constate que le diamètre économique est le **Ø 315**, du fait qu'il présente le plus petit bilan, tout en étant le siège d'une vitesse raisonnable de **0.89 m/s**, par conséquent, c'est ce diamètre qui sera adopté pour ce tronçon.

VI-7) Equipements de l'adduction

VI-7-1) Robinets vannes

Appareils de sectionnement fonctionnant soit en ouverture totale, soit en fermeture totale, permettant l'isolement d'une partie de l'adduction en cas de travaux de réparation ou autres.

Parmi les différentes vannes qui existent, on distingue :

❖ Vanne papillon

Appareils de réglage de débit et de sectionnement et dont l'encombrement est faible.

Il s'agit d'un élément de conduite traversé par un axe déporté entraînant, en rotation, un disque obturateur appelé papillon (Figure N°V-2).



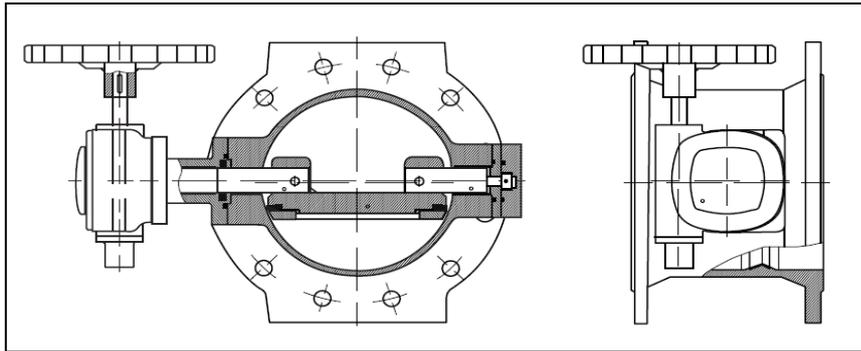


Figure N°VI-2 : Vanne papillon automatisée

❖ **Vanne opercule :**

Ce sont des Appareils de sectionnement fonctionnant soit en ouverture totale, soit en fermeture totale. La vanne est une sorte de lentille épaisse qui s'abaisse ou s'élève verticalement à l'aide d'une vis tournant dans un écran fixé à la vanne (Figure N°V-3).

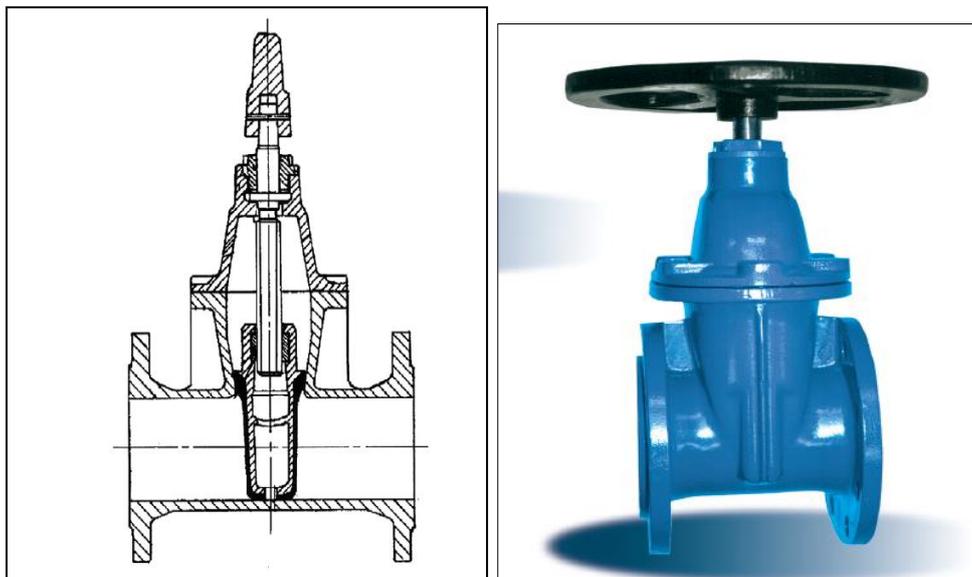


Figure N°VI-3 : Vanne opercule

VI-7-2) Ventouses

Appareils mis en place aux points hauts de la canalisation et servant à l'évacuation de l'air occlus (Figure N°V-4). L'air compressible est le pire ennemi des installations, les bouchons d'air se compriment et se décompressent créant des pressions qui varient sans cesse.

Les sous-pressions sont souvent plus dévastatrices que les surpressions si l'on ne prévoit pas l'entrée d'air.



Figure N°VI-4 : Ventouse automatique

VI-7-3) Vidanges

Ce sont des robinets placés aux points les plus bas pour faciliter la vidange de la conduite en cas de besoins.

VI-7-4) Clapets

Ils sont destinés à empêcher le passage d'un fluide. Ils sont surtout utilisés dans les stations de pompage au point bas des canalisations d'aspiration (désamorçage) ou sur la conduite de refoulement (arrêt de la colonne d'eau).

VI-8) Conclusion

A travers ce chapitre consacré à l'adduction, nous présumons avoir touché aux grands axes de l'étude technique qui est loin d'être aussi brève, car nous avons calculé les différents paramètres, à savoir, la vitesse d'écoulement, les pertes de charge, l'énergie consommée, ainsi que les frais d'exploitations, et en optant également pour le matériau qui nous paraît être le plus adapté au projet, qui est le PEHD.

D'après le chapitre (III), le débit nominal de chaque pompe est supérieur au débit maximum journalier ainsi que la HMT, ce qui ne nécessite pas un changement de ces pompes existant.

Chapitre VII

Protection de la conduite contre le coup de bélier

CHAPITRE VII :

PROTECTION DE LA CONDUITE CONTRE LE COUP DE BÉLIER

VII -1) Introduction

Dans les systèmes hydrauliques en charge, les variations de pression causées par des changements de régime plus ou moins rapide, voire brusques, entraînent des contraintes sur le matériel, où l'adduction se trouve affectée par ces valeurs extrêmes. Compte tenu de la complexité du phénomène, des méthodes approximatives, graphiques ou numériques ont pris le relais pour permettre aux ingénieurs de quantifier ce type de phénomène.

VII-2) Vue d'ensemble sur le phénomène

Le régime transitoire ou coup de bélier, est un phénomène oscillatoire du au changement de régime d'écoulement dans la conduite, d'où l'apparition d'une série d'ondes de pression qui se propagent le long de la conduite en s'amortissant progressivement en raison des pertes d'énergie dues au frottement.

Les causes les plus fréquentes qui engendrent ce phénomène :

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

Le coup de bélier est caractérisé par des surpressions et dépressions dont leurs variations peuvent être nuisibles pour les canalisations, surtout si leurs épaisseurs sont faibles. Donc il est de première importance lors d'une étude d'un projet d'AEP d'étudier les moyens avec lesquels on peut diminuer les effets néfastes de ce phénomène.

VII-3) Analyse physique du phénomène [6]

Considérons le cas d'une conduite de refoulement de longueur L et dont le débit ne soit brusquement plus fourni suite à une disjonction du moteur électrique de la pompe.

▪ *Première phase*

Alors de manière compressible : une réduction locale de pression est provoquée, entraînant une décompression du fluide et, en conséquence, la contraction de la conduite. Ainsi est engendrée une dépression qui se propage dans la conduite à la vitesse des ondes élastiques « a » jusqu'à ce que toute la conduite soit soumise à la dépression ainsi engendrée (Figure VII-1), soit après un temps $T = L/a$, ou L est la longueur de la conduite entre les pompes et le réservoir.

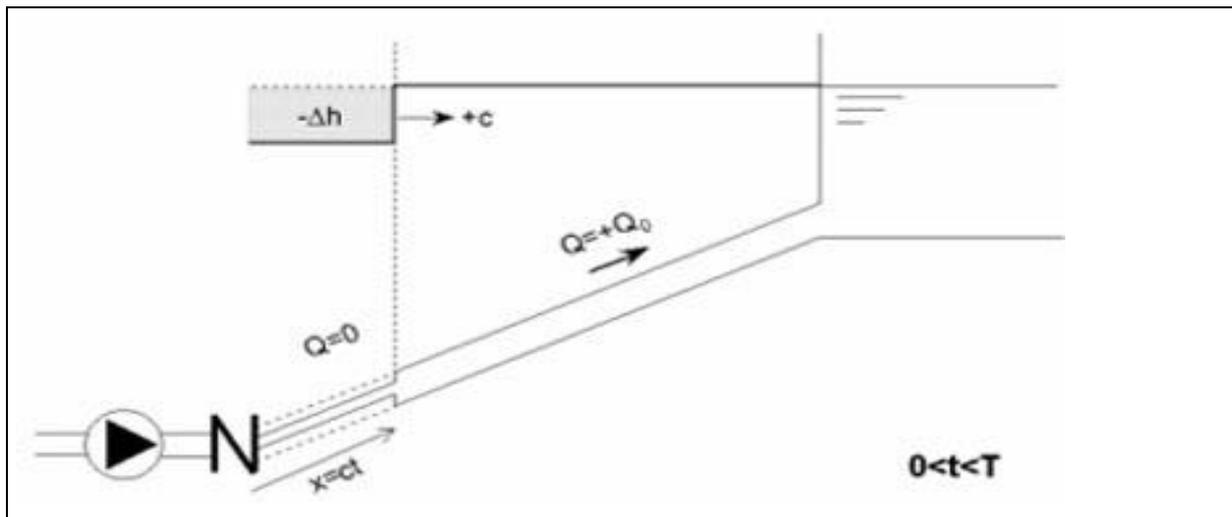


Figure N°VII-1 : Contraction de la conduite (phase 1 du phénomène)

▪ *Deuxième phase*

Il en résulte que la pression au passage de la conduite dans le réservoir est inférieure à la pression dans ce dernier, ce qui provoque un écoulement en sens inverse (Figure VI-2). Cette onde se propage du réservoir vers la station de pompage et atteint la vanne clapet au bout d'un temps $2T$, à compter du début du phénomène.

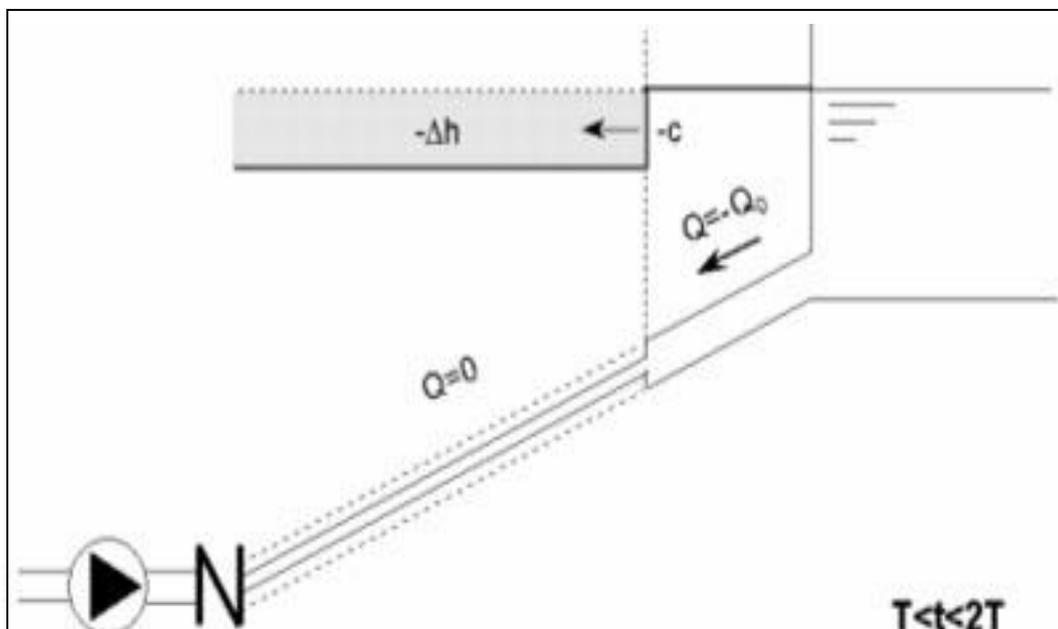


Figure N°VII-2 : Ecoulement en sens inverse (phase 2 du phénomène)

- *Troisième phase*

La couche de fluide près de la pompe est obligée de s'arrêter. Cette réduction d'énergie cinétique a pour effet une augmentation locale de la pression, ce qui provoque une compression du fluide et une distension de la conduite. Ce processus se transmet jusqu'au réservoir, où il arrive au bout du temps $3T$ (Figure VI-3).

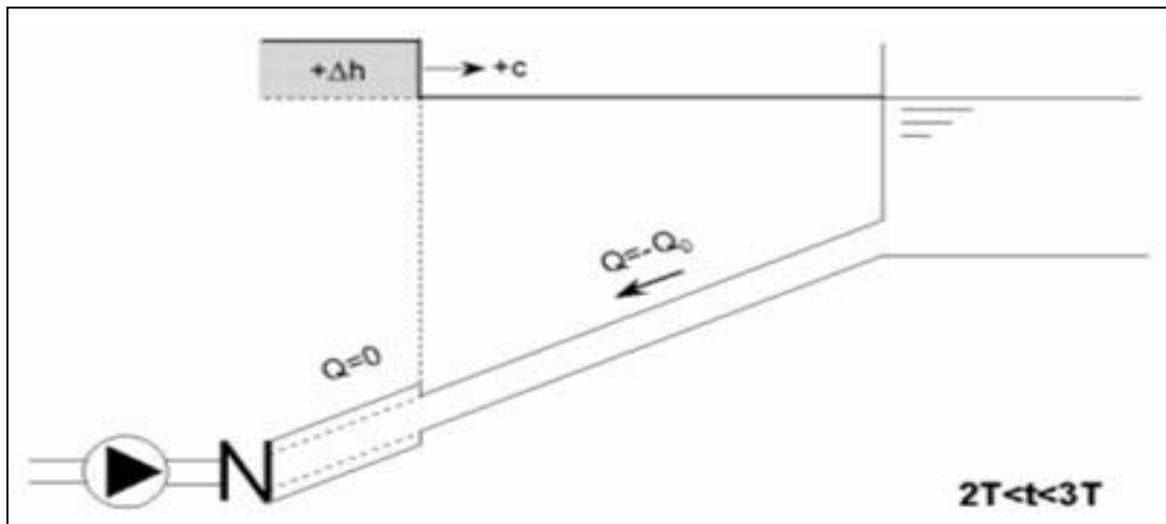


Figure N°VII-3 : Distension de la conduite (phase 3 du phénomène)

- *Quatrième phase*

Quand cette onde de surpression atteint le réservoir, la pression du réservoir est inférieure à la pression de la conduite : l'écoulement s'inverse de nouveau pour revenir aux conditions initiales de pression et de vitesse, cette onde se propageant vers les pompes (Figure VI-4).

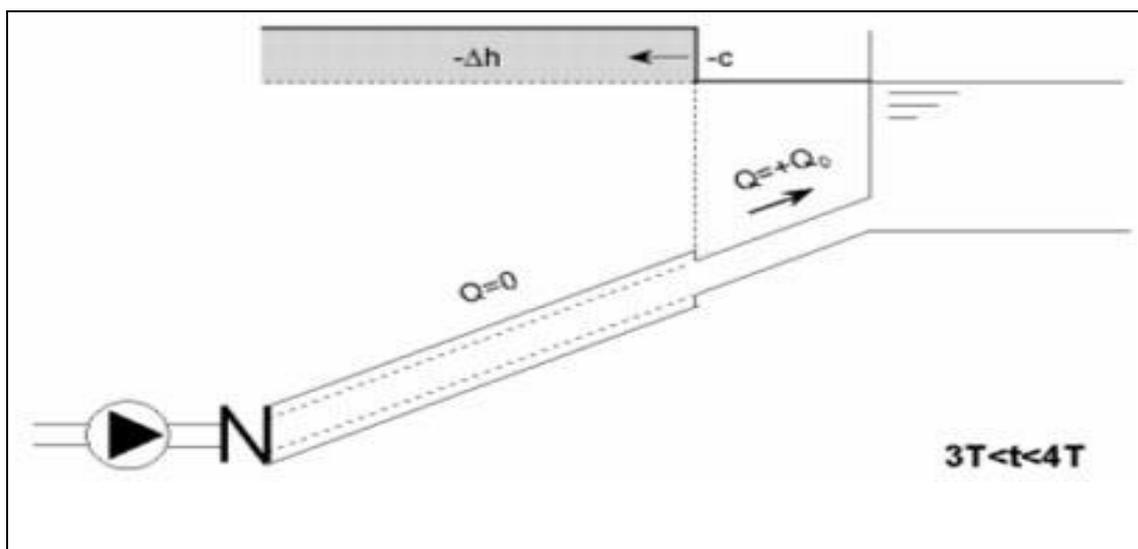


Figure N°VII-4 : Retour aux conditions initiales, (phase 4 du phénomène)

VII-5) Étude des valeurs du coup de bélier

Elle consiste à évaluer les valeurs de surpression, et de dépression, vérifié qu'elles ne dépassent pas celles admissible, et ne causeraient de dommages à la conduite et aux joints.

Pour le cas de la dépression, la valeur absolue trouvée ne doit pas dépasser la pression atmosphérique (10 m.c.e.) aux points écrêtés par la ligne piézométrique de dépression, cependant il serait prudent de se limiter à 8 m.c.e.

Dans le cas de la surpression, la valeur calculée doit être inférieure à la pression maximale admissible donnée par le constructeur.

Dans le cas contraire et dans le but d'atténuer la brutalité du phénomène transitoire, on sera amené à envisager des moyens propres à la protection des conduites.

VII-6) Dispositifs de protection

Les dispositifs de protection anti bélier sont :

- Le volant d'inertie ;
- Soupape de décharge ;
- Cheminée d'équilibre ;
- Réservoir d'air.

VII-6-1) Volant d'inertie

Le volant d'inertie est une roue de masse assez importante, fixée à l'arbre du groupe motopompe. Il permet, lors d'une coupure d'alimentation, d'allonger le temps de fermeture en dissipant l'énergie cinétique de rotation accumulée. Par contre, son utilisation demande un volume d'encombrement suffisant et les départs de pompes ne pourront être rapides.

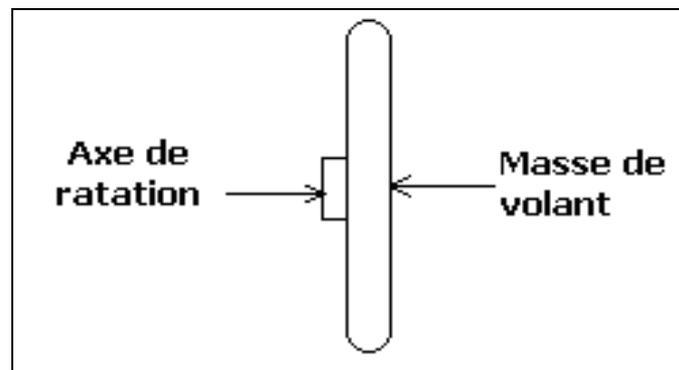


Figure N°VII-5: Volant d'inertie

VII-6-2) Chambre ou cheminée d'équilibre

Les cheminées d'équilibres sont des dispositifs assez simples qui permettent de transformer les surpressions et dépressions en variations de hauteur de colonne d'eau comme l'illustre la (Figure (VII5)). Elles ne sont pas utilisées dans le domaine d'AEP.

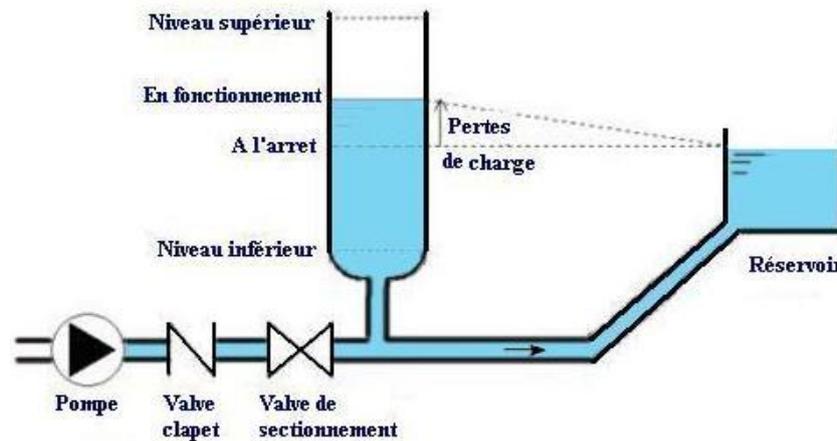


Figure N°VI-6 : Cheminée d'équilibre

VII-6-3) Soupapes de décharge [6]

Les soupapes de décharge sont des équipements mécaniques qui s'ouvrent pour réduire la surpression à une valeur acceptable. Ces dispositifs sont généralement constitués d'une soupape maintenue par un ressort dont la pression est ajustée à une valeur légèrement supérieur (5 %) à la pression maximale d'opération. L'ouverture de la soupape laisse passer un débit qui doit être évacué vers l'extérieur. Ce sont des appareils utilisés en Irrigation.

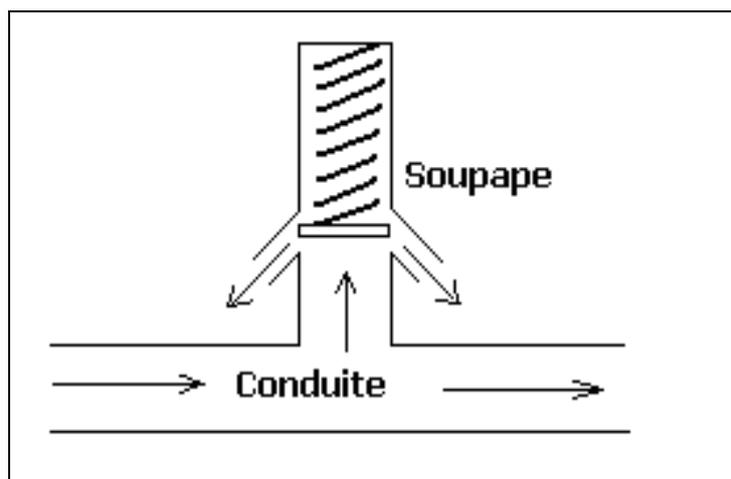


Figure N°VII-7: Soupape de décharge

VII-6-4) Réservoir d'air

Les réservoirs hydropneumatiques sont des réservoirs dans lesquels le volume d'eau est équilibré par la pression de fonctionnement en régime permanent. Cette réserve d'eau permet de réduire les dépressions en fournissant une quantité d'eau demandée par la dépression sous forme d'un débit contrôlé par un orifice, une tuyère ou un clapet percé. Il est essentiel d'introduire dans le système un amortissement faute de quoi, les oscillations dureraient sur une longue période. L'expérience a démontré qu'il est préférable d'avoir une plus grande perte de charge au retour qu'à l'aller, dans le sens du réservoir vers la conduite. Ils sont couramment utilisés en AEP.

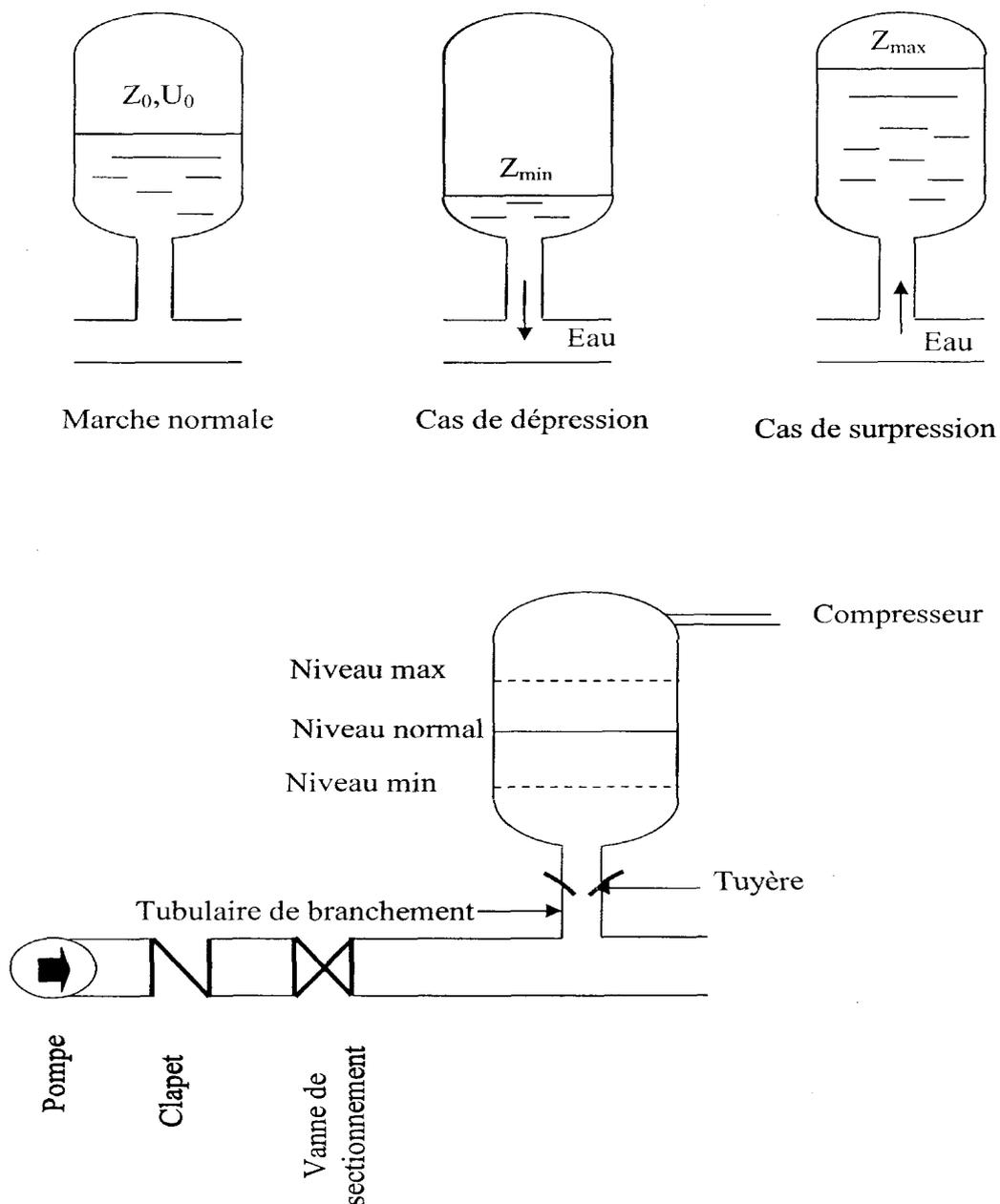


Figure N°VII-8 : Réservoir d'air

VII-7) Calcul des réservoirs d'air [5]

Le calcul du réservoir d'air permet de déterminer les valeurs de la surpression et de la dépression maximales dans les conduites de refoulement et le volume du réservoir d'air

Comme méthode de calcul, on distingue :

a) Méthode de VIBERT

La méthode de VIBERT donne de bons résultats pour les petites installations et risque de donner des volumes de réservoirs d'air, important dans le cas de grandes installations.

b) Méthode de BERGERON

La méthode de BERGERON est la plus répandue, elle donne de bons résultats que ça soit pour les petites ou pour les grandes installations.

VII-7-1) Dimensionnement des réservoirs d'air

La célérité de l'onde élastique c est fonction du fluide écoulé (ici de l'eau) et des caractéristiques de la conduite (diamètre et épaisseur) et du sol.

Dans le cas d'une conduite indéformable, c correspond à la vitesse de propagation du son dans l'eau (~ 1400 m/s). Mais lorsque l'on prend en compte la déformation de la conduite, cette vitesse de propagation diminue

Elle est donnée par la formule publiée par B.SALAH qui tient compte de l'effet du sol sur la conduite [4].

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

Avec :

C : Célérité en [m/s]

k : Coefficient de compressibilité de l'eau ; $k = 2,07 \cdot 10^9$ pascal

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

e_m : Epaisseur de la conduite (m)

a : Rayon intérieur de la conduite (m)

ν_m : Coefficient de poisson du matériau de la conduite ; $\nu_m = 0,46$ (PEHD)

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

E_m : Le module de Young du matériau de la conduite ; $E_m = 3 \cdot 10^3$ Mpa

E_s : Module de Young du sol considéré $E_s = 200$ Mpa (PEHD)

a) La charge tenant compte du coup de bélier

$$Z = Hg + \frac{C * V_0}{g} \quad (\text{VII.3})$$

V_0 : vitesse moyenne de refoulement en (m/s).

g : l'accélération de pesanteur.

b) La charge statique absolue

$$Z_0 = Hg + 10$$

c) La charge maximale absolue

$$Z_{\max} = Z_0 + \frac{C * V_0}{g}$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{Z_{\max}}{Z_0} \\ h_0 = \frac{V_0^2}{2 * g} \Rightarrow \frac{h_0}{Z_0} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{Abaque de VIBERT} \Rightarrow \frac{U_0}{LS}; \frac{Z_{\min}}{Z_0} \quad (\text{Annexe VII-1})$$

D'où :

$$U_0 * Z_0 = U_{\max} * Z_{\min} \Rightarrow U_{\max} = \frac{U_0}{\frac{Z_{\min}}{Z_0}} \quad (\text{VII.4})$$

U_{\max} : volume du réservoir d'air.

d) le volume total du réservoir

$$V_t = 1,2 * U_{\max} \quad (\text{VII.5})$$

V_t : le volume total du réservoir

Les caractéristiques de l'adduction de refoulement sont représentées dans le tableau suivant:

Tableau N°VII-1: Les caractéristiques des différents tronçons de l'adduction de refoulement:

La station	Type de matériau	D (mm)	S (m ²)	V (m/S)	L (m)	Hg (m)
SR	PEHD	125	0,009	0.91	2007.39	168.33
CDC	PEHD	315	0,061	0.89	3464.79	95.21

VII-7-1-1) Calcul de la célérité d'onde C

Les résultats trouvés pour le calcul de la célérité d'onde C sont regroupés dans le tableau suivant:

Tableau N°VII-2: Calcul de célérité d'onde des différents tronçons de l'adduction de refoulement

La station	N° de station	K (Pa) (x 10 ⁹)	P (Kg/m ³)	a (m)	v _m	v _s	E _s (Pa) (*10 ⁸)	E _m (Pa) (x 10 ⁹)	e _m (m)	C (m/s)
SR	SR-R3	2,07	1000	0.055	0,46	0,33	2	3	0.015	428,16867
CDC	CDC-R2	2,07	1000	0.139	0,46	0,33	2	3	0.037	705,6644

VII-7-1-1) Calcul des capacités des différents réservoirs d'air**Tableau N°VII-3:** Calcul de volume des différents réservoirs d'air de l'adduction de refoulement

La station	Z ₀ (m)	Z _{max} (m)	V ₀ (m/s)	g (m/s ²)	h ₀ (m)	h ₀ /Z ₀ (x10 ⁻³)	U ₀ /L*S (x10 ⁻³)	Z _{min} /Z ₀	U ₀ (m ³)	U _{max} (m ³)	V _t (litre)
SR	178,33	218,05	0,91	9,81	4,06	0,02	12	0,83	0,229	0,276	400
CDC	105,21	169,23	0,89	9,81	3,89	0,04	5	0,67	1,051	1,569	2000

VII-8) Conclusion :

A travers ce chapitre, nous nous sommes étendue sur le mode de calcul du réservoir d'air, où notre choix de protection s'est porté sur ce dernier vu sa large utilisation, peu encombrant, il trouve facilement sa place à l'usine d'élévation où il est surveillé régulièrement.

Chapitre VIII

Pose de conduite

Chapitre VIII :

POSE DE CONDUITES

VIII-1) Introduction

La conduite a pour finalité de transporter un débit souhaité en résistant aux pressions, aux flexions longitudinales, aux efforts d'ovalisation (dûs à son propre poids, au poids de l'eau, à celui des terres et aux surcharges roulantes) et à l'agressivité du sol.

La pose des conduites est d'une importance majeure, vu les conséquences que peut engendrer une mauvaise pose. Une pose convenable permet une stabilité très importante d'où une durée d'exploitation acceptable.

VIII-2) Tracé

Il doit rester en accord avec le projet ; cependant, la souplesse naturelle des tubes en PEHD leur permet d'éviter l'utilisation de coudes lorsque les rayons de courbures du tracé sont compatibles avec les rayons de courbures des tubes PE.

VIII-3) Pose des conduites

La pose des conduites se fera avec un très grand soin afin d'éviter la détérioration de la protection, par l'intermédiaire d'un engin de pose, en débutant les travaux par le point le plus haut afin de faciliter l'écoulement des eaux d'infiltration s'il y a lieu.

Protéger les canalisations avec une enveloppe isolante étanche, on les descendra lentement et attentivement pour ne pas endommager le revêtement, et elles doivent être posées en file bien alignées. Pour cela, il faut procéder à des cales provisoires, qui seront également disposées le long de la conduite et aux changements de direction, qui sont constitués de terre, en évitant les calages au moyen de matériaux risquant de détériorer la couche protectrice.

La pose se fait seulement après que les joints soient soudés et parfaitement revêtus. La conduite doit épouser le lit de pose dans toute sa longueur, en vérifiant qu'il n'y a pas de vide au dessous et qu'elle n'est pas en contact avec des grosses pierres pour éviter le phénomène de poinçonnement (ouverture).

A chaque arrêt de la pose, on bouche les extrémités du tronçon en attente à l'aide de tampons solidement fixés, pour éviter l'introduction des corps étrangers.

Il existe divers modes de pose de conduites, dont les principaux sont :

- Pose en galerie ;
- Pose en élévation ;
- Pose sur des ouvrages d'arts ou en terre ;
- Pose en dessous du sol.

Nous adoptons ce dernier mode tout au long de notre adduction vu les avantages qu'il présente :

- La facilité d'exécution des travaux.
- Coût minimisé.
- Maintient d'eau à une température constante et la protection contre le gel.

VIII-3-1) Pose en tranchée

Lors de l'exécution d'une tranchée, on doit tenir compte des normes suivantes (Figure N°VIII-1):

- La pose s'effectuera dans une tranchée de largeur suffisante, avec établissement de niche (élargissement) 0,6 m au maximum au niveau des joints pour faciliter leur exécution, la profondeur de la tranchée est déterminée de telle sorte à avoir une distance de 0,60 à 1,20 m au dessus de la génératrice supérieure de la conduite de façon à assurer la protection de conduite et aussi contre la variation de la température pour éviter les risques du gel en temps froid.
- Le fond des fouilles est recouvert d'un lit de pose dont l'épaisseur varie entre 0,15 à 0,20 m, bien aplati et bien nivelé, suivant les côtes du profil en long, la largeur est évidemment fonction du diamètre de la conduite ; elle varie aussi selon la nature du sol.
- Pour permettre aux ouvriers de travailler aisément; on doit prévoir un espacement de 50 cm de part et d'autre de la conduite.
- Le remblayage de la conduite est exécuté de façon à ne causer aucun dommage aux tubes. Pour obtenir un bon remblai, on utilise une terre dépourvue de pierre très fortement damée par petites couches jusqu'à 30 cm au dessus de la génératrice supérieure de la conduite. Cette façon d'opérer évite tout tassement ultérieur du terrain autour de la conduite. A partir de la hauteur fixée précédemment, le remblaiement se poursuit manuellement.
- En terrain agressif, on cherche une homogénéisation du sol par utilisation d'un remblai inerte, bien drainé au contact du métal pour atténuer le phénomène de corrosion.

Tableau N°VIII -1 : Les différents matériaux

Couche	Matériau	Hauteur de remblai
Lit de pose	Sable 0.1 à 5 mm	Couche d'au moins 10 cm
Assise	Sable 0.1 à 5 mm	Jusqu'à hauteur axe du tube
Remblai de protection	Sable 0.1 à 5 mm	10 cm au dessus du tube
Remblai supérieur	Réutilisation déblai	Jusqu'à la surface

Une fois les assemblages essayés, la tranchée sera remblayée en la bourrant soigneusement par couches successives arrosées et bien tassées. Le remblaiement est achevé avec du tout venant à l'aide d'engins mécaniques éventuellement.

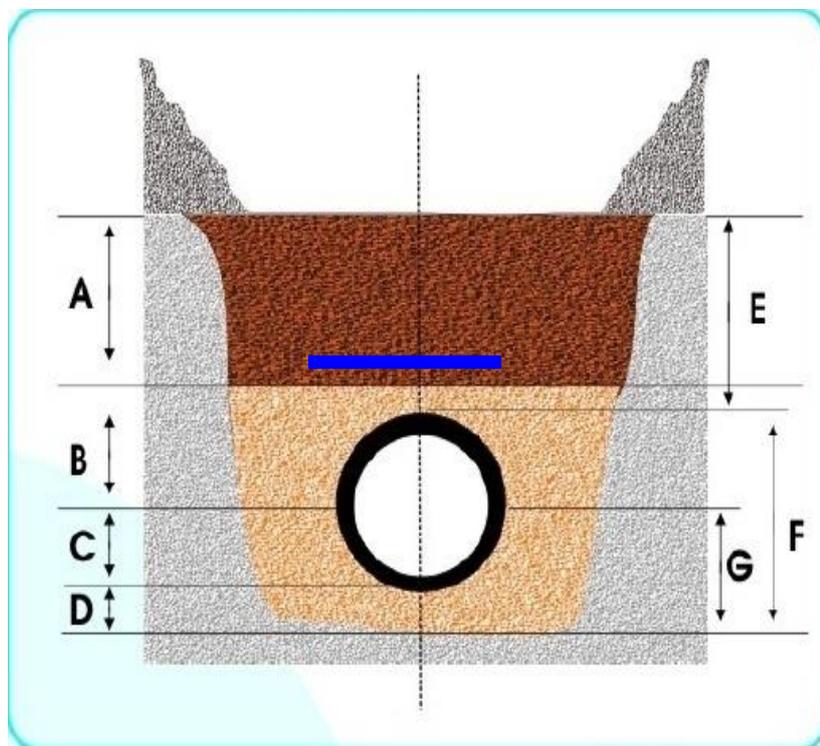


Figure N°VIII -1: Pose de la conduite en tranchée

Avec :

- A : Remblai supérieur
- B : Remblai de protection
- C : Assise
- D : Lit de pose
- E : Hauteur de couverture
- F : Enrobage
- G : Appui
- : Grillage avertisseur

VIII-3-2) Franchement des points spéciaux

On prévoit aussi des travaux confortatifs lorsque la conduite traverse des terrains marécageux, pour éviter tout mouvement ultérieur des tuyaux.

VIII-3-2-1) Traversée de route et des chemins de fer

En raison des charges à supporter, qui peuvent causer des ruptures et par conséquent des infiltrations, la conduite sera introduite à l'intérieur d'une gaine (buse en acier de diamètre supérieur dans laquelle la conduite est introduite), ce qui la préservera des vibrations et des surcharges qui pourraient être les causes des ruptures (Figure N°VIII -2 et N°VIII -3).

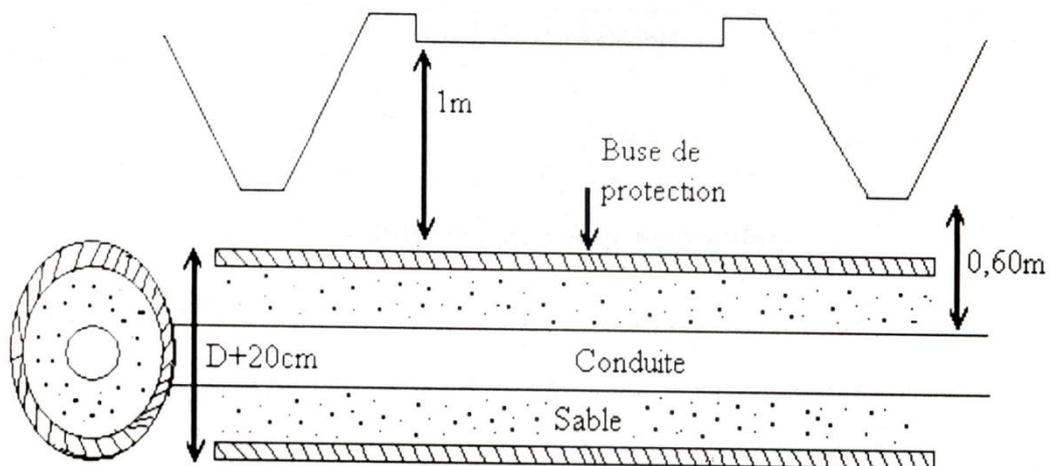


Figure N°VIII -2: Protection pour la traversée des routes

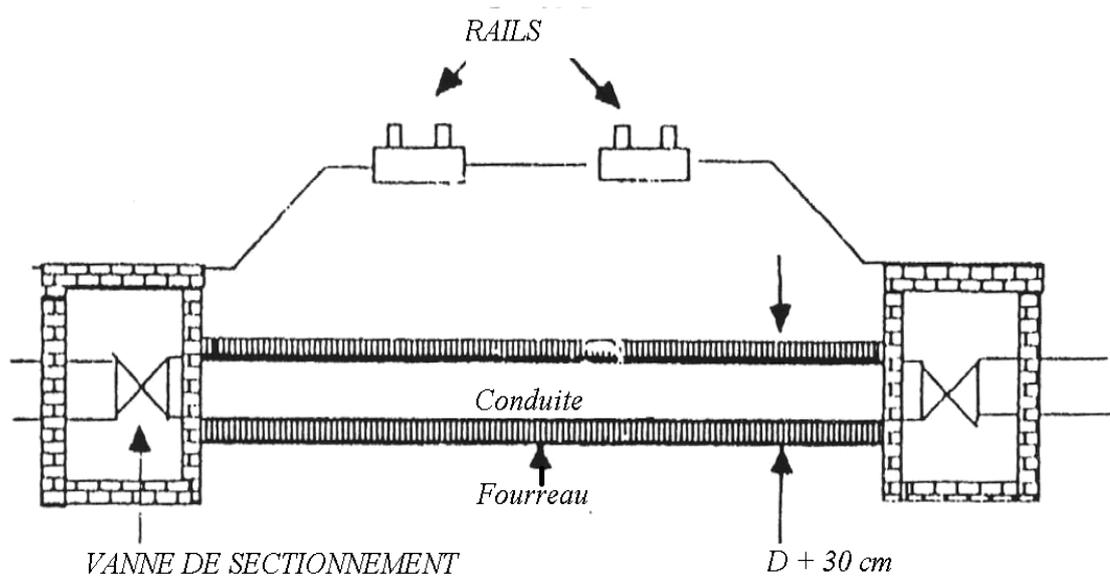


Figure N°VIII -3: Traversée de chemin de fer

VIII-3-2-2) Traversés souterraine de ravin ou d'oued

Le risque auquel est exposée une conduite en traversée sous le lit d'un oued est son découvrément, à la suite duquel se trouvait soumise aux contraintes dues à l'écoulement (efforts hydrauliques et chocs causés par transports solides). Et cela est essentiellement à cause de l'approfondissement du lit par érosion et son déplacement latéral.

En conséquence, la conduite traversant en tranchée un talweg doit être protégée à sa partie aval chaque fois qu'il s'avère nécessaire, par un gabion longitudinal enterré jusqu'au ras du sol. Les canalisations seront noyées dans une longrine protectrice en béton ou mise sous gaines de protection en acier (Figure N°VIII-4).

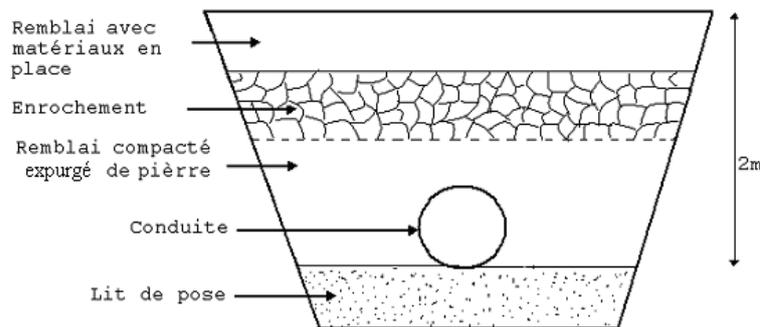


Figure N°VIII -4: Traversée d'un oued

VIII-3-2-3) Stabilisation des conduites [6]

Pour résister aux poussées dues à la pression de l'eau dans les coudes, les cônes, les tés et les extrémités, il y a lieu d'aménager des butées en massif de béton. On distingue :

- ❖ Butée sur coude horizontal (Figure N°VIII-5).
- ❖ Butée sur coude vertical (Figure N°VIII-6).
- ❖ Butée sur branchement (Figure N°VIII-7).
- ❖ Butée sur un cône (Figure N°VIII -8).

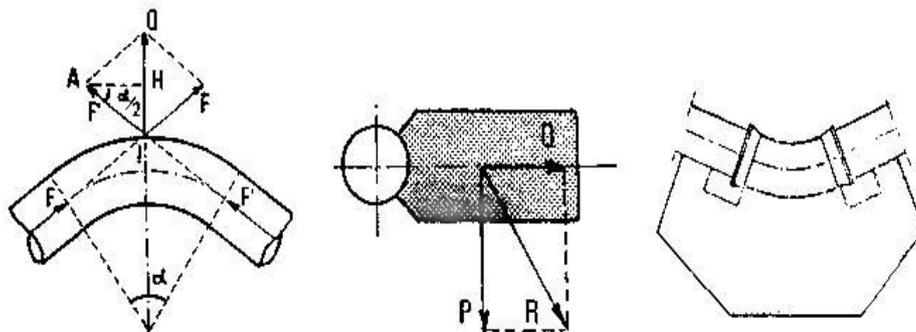


Figure N°VIII -5: Butée sur coude horizontal

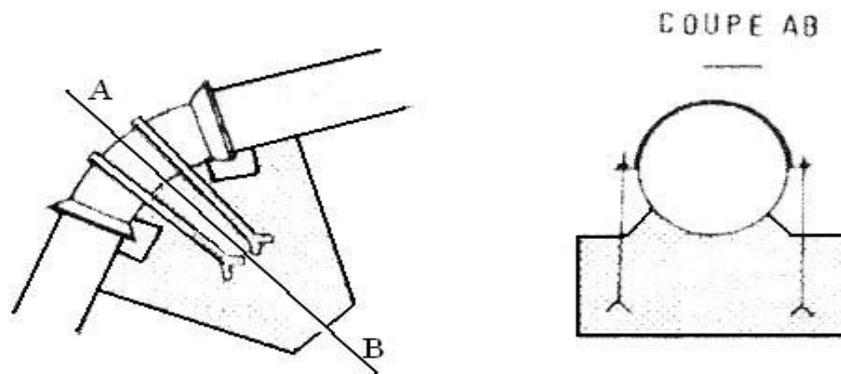


Figure N°VIII -6 : Butée sur coude vertical

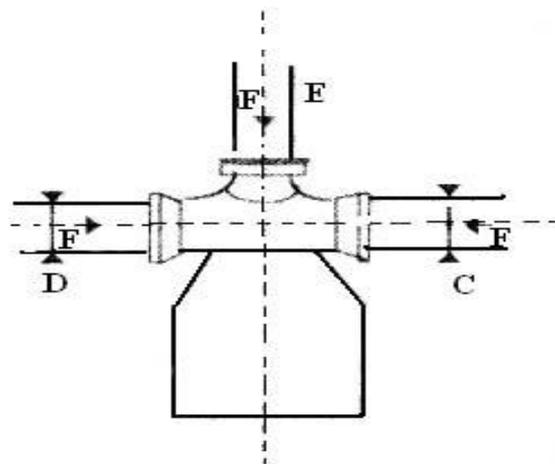


Figure N°VIII -7 : Butée sur branchement

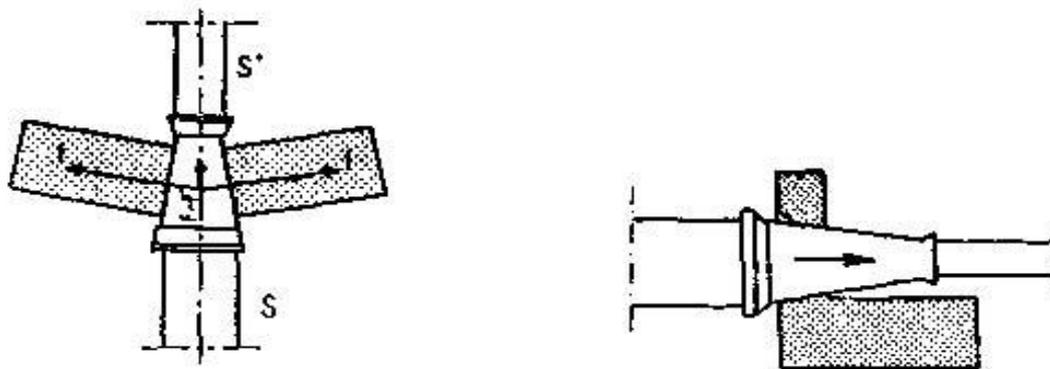


Figure N°VIII -8 : Butée sur un cône

VIII-3-2-4) Pose en élévation

Lors de la traversée des terrains très accidentés ou de dépression, la conduite reposera sur des tasseaux en béton dans lesquels des têtes de pieux seront noyées jusqu'au bon sol. Les tasseaux peuvent être au nombre de deux par tuyau ou de un.

VIII-4) Essais hydrostatiques du réseau (en tranchée)

Dès la fin des travaux sur l'ensemble du réseau ou une partie homogène dotée de tous ses équipements hydrodynamiques et avant le remblaiement de la tranchée, il sera procédé à un assai progressif du réseau jusqu'à ce que la pression atteigne la pression de service demandée pour vérifier l'étanchéité des joints (Figure (VI-9)). Tous les ouvrages et organes de la conduite feront l'objet d'une vérification et éventuellement d'une manœuvre test sur des tronçons de 200 m au maximum, avec une pression égale à la pression majorée de 50 % pendant un temps d'épreuve de 30 minutes. Cette opération s'effectue à l'aide d'une pompe d'épreuve, et la variation de pression doit être inférieure à 0.2 bar .

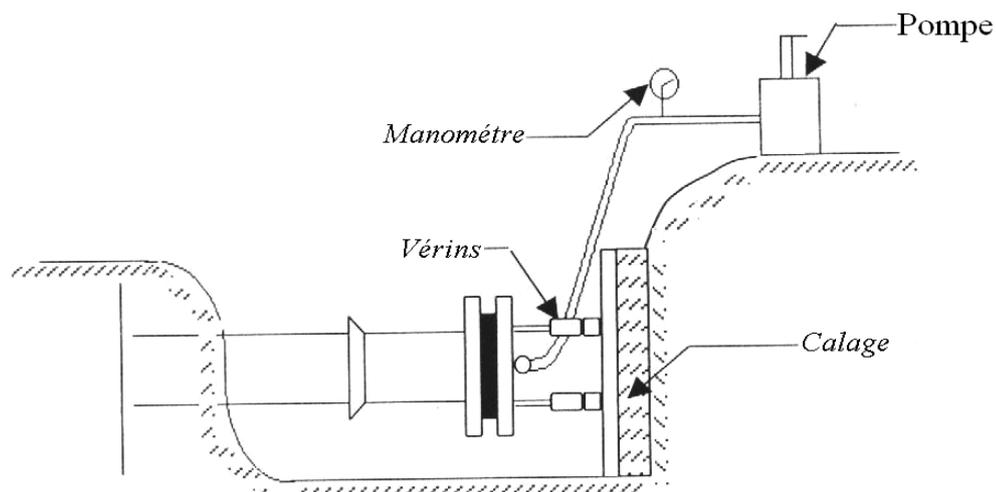


Figure N°VIII-9 : Butée d'extrémité en vue d'un essai

VIII-5- Réalisation des tranches

La section transversale de la tranchée est fonction de :

- ❖ Sa profondeur (H) ;
- ❖ Sa largeur (L) ;
- ❖ Son coefficient du talus (m).

a) La profondeur

$$H = H1 + D + H2 \quad (\text{VIII-1})$$

Avec :

- ❖ H : Profondeur de la tranchée ;
- ❖ H₁ : Epaisseur du lit de pose qui varie de 0,15 à 0,2 m ;
- ❖ H₂ : Distance au dessus de la génératrice supérieure de la conduite qui est de 0,6 à 1,2m ;
- ❖ D : Diamètre de la conduite en (m).

b) La largeur

Elle est en fonction du diamètre de la conduite, en prévoyant 0,3 m d'espace de part et d'autre de la conduite. Elle se calcul par :

$$l = D + 2 \times 0,3 \quad (\text{VIII-2})$$

Avec :

- ❖ l : Largeur de la tranchée en (m),
- ❖ D : diamètre de la conduite en (m).

c) Coefficient du talus

Il est fonction de la profondeur de la tranchée et de la nature du sol.

Nous en donnons quelques valeurs pour les sols qu'on retrouve fréquemment dans la région :

Tableau N°VIII -2: Coefficient du talus pour les tranchées

Type de sol	Profondeur de la tranchée	
	H > 1,5 m	H < 1,5 m
Sable	m = 1	m = 0,5
Limon sableux	m = 0,65	m = 0,25
Limon argileux	m = 0,5	m = 0,5

VIII-6) Détermination des volumes de terrassement

VIII-6-1) Volume des Déblais

Le volume de déblai de la tranchée se calcule comme suit :

$$V = L * l * H \quad (\text{VIII-3})$$

Avec : L : longueur de la tranchée ;
 l : largeur de la tranchée ;
 H : profondeur moyenne de la tranchée ;

Pour le cas de notre projet on a :

- La largeur de la tranchée : $L = D + (2 \times 0.3) \text{ m}$;
- La profondeur moyenne de la tranchée est égale à $H = D + 1.2 \text{ m}$;

VIII-6-2) Volume des Déblais foisonné

Il est donné par la relation suivante :

$$V_{df} = K_j \times V_d \quad (\text{VIII-4})$$

Avec : $-V_{df}$: Volume du sol foisonné ;

$-K_j$: coefficient de foisonnement déterminé selon la nature du sol ;

Puisque le sol de notre région est considéré Limoneux argileux: $K_j = (1,14 \div 1,28)$

Donc on prend : $K_j = 1,20$ Alors : $V_{df} = 1,2 \times V_d$

VIII-6-3) Volume du lit de sable

Ce lit correspond à une couche de sable de 20 cm sur le fond de la tranchée. On calcule ce volume en utilisant la formule suivante :

$$V_s = S_s \times L = l \times e \times L \quad (\text{VIII-5})$$

Avec : $-S_s$: Surface du lit du sable en (m^2) ;

$-l$: largeur de la tranchée en (m) ;

$-e$: épaisseur du lit de sable avec : $e = 20$ cm ;

VIII-6-4) Volume du remblai

Le volume de remblai de la tranchée se calcule comme suit :

$$V_r = V_d - V_c \quad (\text{VIII-6})$$

Avec :

V_r : Volume de remblai ;

V_d : Volume de déblai ;

V_c : volume de la conduite ;

Les résultats sont affichés dans le tableau suivant :

Tableau N°VIII -3 : Calcul des volumes du déblai, remblai et lit de sable

Diametre (m)	Largeure (m)	Profondeur (m)	Longueur (m)	Vdeblai (m3)	Vdeblaios (m3)	Vconduite (m3)	Vremblai (m3)	Vlit de sable (m3)
0,05	0,65	1,25	1 302,50	1 058,28	1 269,94	2,56	1 267,38	169,33
0,08	0,68	1,28	2 952,10	2 540,65	3 048,78	13,04	3 035,75	398,53
0,09	0,69	1,29	487,25	433,70	520,44	3,10	517,34	67,24
0,11	0,71	1,31	3 950,30	3 674,17	4 409,01	37,52	4 371,49	560,94
0,13	0,73	1,33	4 425,24	4 251,00	5 101,20	54,28	5 046,92	641,66
0,16	0,76	1,36	5 832,36	6 028,33	7 233,99	117,21	7 116,79	886,52
0,20	0,80	1,40	1 083,43	1 213,44	1 456,13	34,02	1 422,11	173,35
0,25	0,85	1,45	1 852,55	2 283,27	2 739,92	90,89	2 649,03	314,93
0,32	0,92	1,52	7 432,47	10 303,08	12 363,69	578,93	11 784,76	1 360,14
Total			29 318,20	31 785,92	38 143,10	931,53	37 211,56	4 572,64

VIII-7) Précaution intéressant les conduites

L'entrepreneur prendra toutes dispositions utiles pour que lors des travaux aucun corps étranger ne vienne pénétrer dans les tuyaux. Il devra en particulier vérifier chaque élément de tronçons avant sa pose et procéder à un bouchage efficace des tronçons posés ou en cours d'essai.

VIII-8) La stérilisation des conduites neuves avant la mise en service

Après l'achèvement des travaux de pose de conduites, la livraison de l'eau au consommateur ne peut se faire qu'après désinfection totale du réseau, elle doit être précédée d'un nettoyage soit au chlore ou au permanganate de potasse, après un rinçage avec de l'eau claire pour éliminer la terre ou les poussières introduites pendant la pose plutôt qu'un simple remplissage suivi d'une vidange souvent insuffisante ou un rinçage au fil de l'eau, il est préférable de procéder à un nettoyage mécanique.

VIII-9) Conclusion

La pose des conduites est une opération qui doit se faire d'une manière à assurer l'étanchéité des joints ainsi que l'équilibre des tuyaux. Une mauvaise pose des conduites va se répercuter sur le rendement du réseau et sur les frais d'entretien qui vont augmenter. Une pose convenable permet une stabilité très importante et une durée d'exploitation allongée.

Chapitre IX

Devis estimatif

Chapitre IX :
Devis estimatif

IX-1) Introduction

L'étude du devis estimatif nous permet d'avoir une idée sur le coût de réalisation de notre projet, ce calcul consiste à déterminer les quantités de toutes les opérations effectuées sur le terrain, on multiplie le volume des travaux par le prix unitaire.

Pour notre projet on a les travaux suivants :

- Rénovation du réseau de distribution et d'adduction de la commune de Sidi Aich.

IX-2) Les opérations pour la réalisation du réseau

- Travaux de découpage de la tranche.
- Fourniture et pose du lit de sable.
- Pose des conduites.
- Travaux de remblaiement de la tranche.

Tableau N°IX : Devis estimatif

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
1) déblai de la tranche	m ³	38143,1	200	7628620
2) lit de sable	m ³	4572,64	1500	6858960
3) remblaiement de la tranche	m ³	372115,6	170	63259652
des conduites	ML			
Ø50mm		1302,5	211,4	275348,5
Ø 75mm		2952,1	337,16	995330,04
Ø 90mm		487,3	473,63	230799,9
Ø 110mm		3950,3	571,69	2258347
Ø 125mm		4425,3	844,3	3736280,8
Ø 160mm		5832,4	1093,08	6375279,8
Ø 200mm		1083,5	1786,51	1935683,6
Ø 250mm		1852,6	2805,48	5197432,2
Ø315mm		7432,5	4340,56	32261212
SOMME				131012946
TVA 17%				22272201
TOTALE				153285147

NB : les prix unitaires sont fournis par **DIST. GROUPE CHIALI**.

CONCLUSION GENERALE

A travers cette étude, nous avons présentée en premier lieu un aperçu général sur les problèmes que contient le système d'alimentation en eau potable de la commune de Sidi Aich.

Les remèdes contre ces insuffisances s'impose à quelques recommandations :

- La rénovation du réseau de distribution et du l'adduction.
- L'alimentation de celui-ci depuis les réservoirs existant de 500 m³, 2* 300 m³, 200 m³ et de 100 m³ de Capacité.

Pour le dimensionnement des conduites par refoulement, nous avons choisi les diamètres les plus économiques avec des vitesses acceptables.

Concernant les matériaux des conduites, nous avons opté pour le PolyEthylène Hautes Densité (PEHD), pour les avantages qu'il présente, en le comparant aux autres matériaux.

Après l'étude du coup de bélier, il s'est avéré que ce phénomène peut survenir dans certains tronçons.

Et pour les conduites par refoulement on a eu à faire à des surpressions, on a alors protégé les différents tronçons contre ce phénomène, en utilisant des réservoirs d'air, ayant des capacités différentes de 2 m³ et de 0.4m³.

A la lumière de ce modeste travail, nous souhaitons avoir répondu à l'objectif fixé au départ qui est diagnostic et conception de réseau d'alimentation en eau potable de commune de Sidi Aich, et aussi nous espérons que ce mémoire puisse servir de support pour une nouvelle étude.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Données recueillies auprès des services : APC de la commune de Sidi Aich, Subdivision Hydraulique de Bejaia.
- [2] **ALMAS, M. et MAAKNI, R.:** "Réhabilitation de la chaîne de refoulement de TABLIENTE TICHY Wilaya de Bejaia". Mémoire de fin d'études, Université de Bejaia, 2007.
- [3] **AMARA, L. :**"Etude de l'alimentation en eau des localités TOGHZA et CHOKRANE, commune de CHORFA et report sur SIG, Wilaya de Bouira". Mémoire de fin d'études, Université de BEJAIA, 2007.
- [4] **BONIN, J. :** "Hydraulique urbaine appliquée aux agglomérations de petite et moyenne importance". Edition Eyrolles, 1977.
- [5] **Boualem SALAH :**"ALIMENTATION EN EAU POTABLE DES AGGLOMIRATION", 2014
- [6] **DUPONT, A. :**"Hydraulique urbaine", Tome II. Edition EYROLLES, Paris, 1979.
- [7] **LABENI Samir :** Mémoire de fin d'étude d'AEP ;Diagnostic et réhabilitation du réseau d'alimentation en eau potable de la ville d'Ahmer El Ain (W. Tipaza). ENSH 2010.

RECHERCHE SUR INTERNET

Annexe

Annexe III-1

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

Heures (h)	Nombre d'habitants				
	Moins de 10000	10001à 50000	50001à 100000	Plus de 100000	Agglomération de type rurale
0-1	1.00	1.5	03	3.35	0.75
1-2	1.00	1.5	3.2	3.25	0.75
2-3	1.00	1.5	2.5	3.3	01
3-4	1.00	1.5	2.6	3.2	01
4-5	2.00	2.5	3.5	3.25	03
5-6	3.00	3.5	4.1	3.4	5.5
6-7	5.00	4.5	4.5	3.85	5.5
7-8	6.50	5.5	4.9	4.45	5.5
8-9	6.50	6.25	4.9	5.2	3.5
9-10	5.50	6.25	4.6	5.05	3.5
10-11	4.50	6.25	4.8	4.85	06
11-12	5.50	6.25	4.7	4.6	8.5
12-13	7.00	5.00	4.4	4.6	8.5
13-14	7.00	5.00	4.1	4.55	06
14-15	5.50	5.50	4.2	4.75	05
15-16	4.50	6.00	4.4	4.7	05
16-17	5.00	6.00	4.3	4.65	3.5
17-18	6.50	5.50	4.1	4.35	3.5
18-19	6.50	5.00	4.5	4.4	06
19-20	5.00	4.50	4.5	4.3	06
20-21	4.50	4.00	4.5	4.3	06
21-22	3.00	3.00	4.8	3.75	03
22-23	2.00	2.00	4.6	3.75	02
23-24	1,00	1.50	3.3	3.7	01

Source polycopie Pr. B.SALAH

ANNEXE VII-1

ABAQUE DE VIBERT : Calcul du volume des réservoirs d'air méthode de (VEBERT)

ABAQUE

DE M. VIBERT

POUR LE CALCUL SIMPLIFIÉ
DES RÉSERVOIRS D'AIR

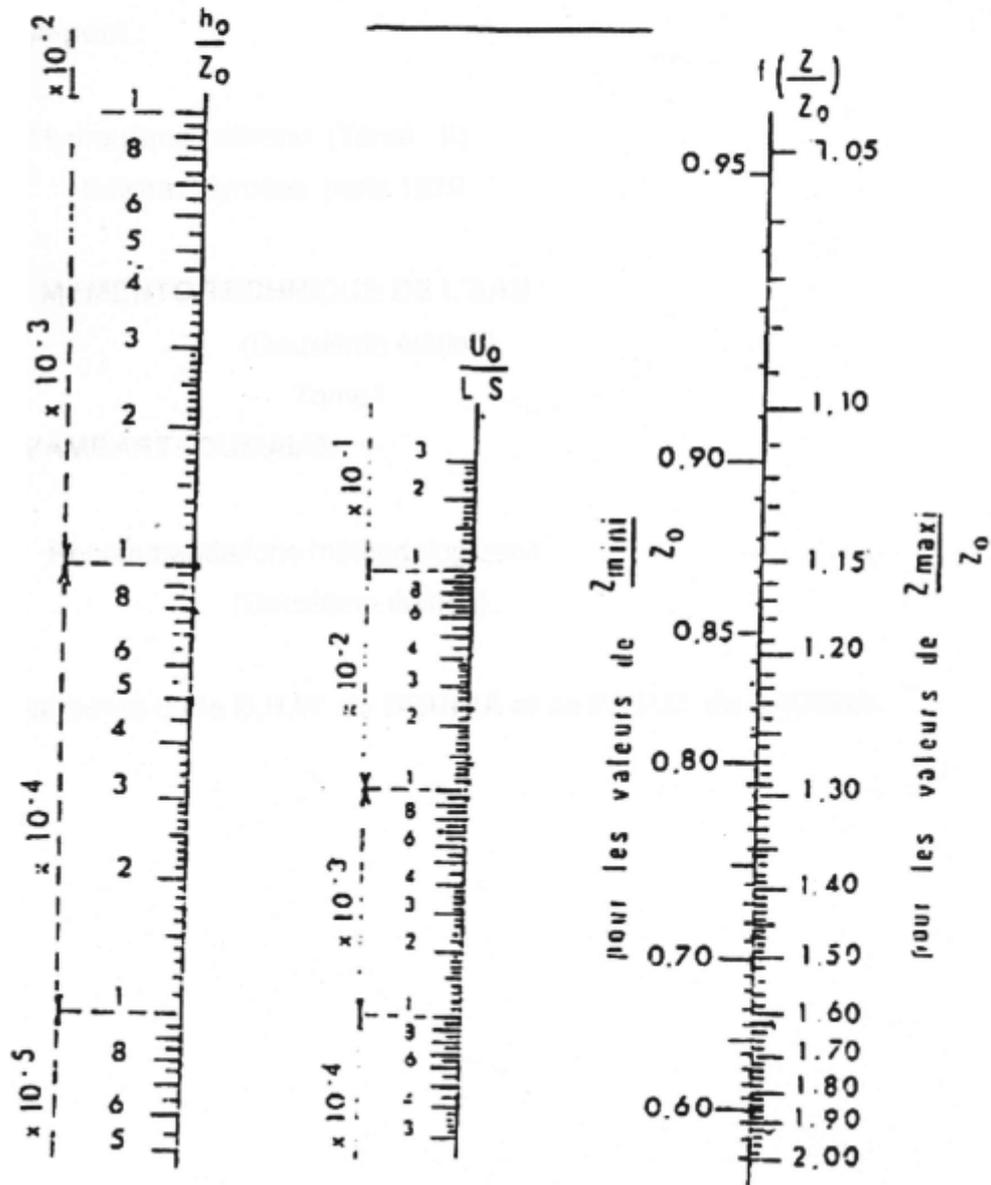


PLANCHE XXVII

