

N°

Ordre...../F.S.S.A/UAMOB/2022

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ DE BOUIRA



Faculté des Sciences et Sciences Appliquées
Département de Génie Civil

Mémoire de Fin d'Etude

Présenté par :

ZAREB Khouloud

En vue de l'obtention du diplôme de **Master** en :

Filière : **Hydraulique**

Option : **Ressources Hydrauliques**

Thème

**Diagnostic et Réhabilitation du Système d'Alimentation en Eau Potable de
l'Ancienne Ville de Sour El-Ghozlane, Wilaya de Bouira, Algérie**

Devant le jury composé de :

MERIDJA	Madani	MCB	UAMOB	Président
ABED	Mourad	MAA	UAMOB	Examineur
DAOU	Hadji	/	UAMOB	Examineur
GHERNAOUT	Redhouane	MCA	UAMOB	Encadreur
TAIB	Lyes	MAA	UAMOB	Co-encadreur

Année Universitaire 2021/2022

Dédicaces

C'est avec une vive émotion et un plaisir immense que je dédie ce travail à la personne la plus chère à mes yeux, Celle qui m'a encouragée durant mes années d'études, ma mère.

À l'homme de ma vie. Celui qui m'a vue grandir et qui a remué ciel et terre pour que je puisse être ce que je suis aujourd'hui, mon tendre père.

À mes douces sœurs qui m'ont soutenue et m'ont poussée vers le haut.

Et à mon fiancé qui était là pour moi dans les moments les plus difficiles de ma vie.

Je vous porte dans mon cœur.



Remerciements

Je remercie Dieu le tout puissant qui m'a donné la force et la volonté afin d'entamer et de finir ce travail.

Mes remerciements s'adressent à Monsieur GHERNAOUT Redhouane qui, sans son aide et son encadrement, ce travail risque de ne pas aboutir.

Je tiens à remercier, également, monsieur le co-encadrant TAIB Lyes, qui m'a énormément aidée tout le long de ce travail honorable.

Je ne peux m'empêcher d'adresser mes sincères remerciements à Mon maître de stage, monsieur REBBOUH Saïd pour sa patience, sa rigueur, son travail de qualité et sa disponibilité durant la période de mon stage.

Sans sa précieuse aide, ce mémoire n'aurait jamais pu voir le jour.

Mes remerciements s'adressent, également, au staff de la subdivision d'hydraulique, celui de l'Assemblée Populaire Communale ainsi que celui de l'Algérienne Des Eaux de Sour El-Ghozlane.

Merci 

Diagnostic et réhabilitation du système d'alimentation en eau potable de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane, Wilaya de Bouira

Résumé

Le travail présenté s'inscrit dans le cadre d'un diagnostic et de réhabilitation du système d'alimentation en eau potable de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane relevant de la Daïra de Sour El-Ghozlane, wilaya de Bouira.

Après la présentation de la région d'étude et le calcul de la population actuelle et à l'horizon 2052 ainsi que les besoins en eau tant domestiques que d'équipement, nous avons calculé le débit de pointe horaire qui est égal à $261,8532 \text{ m}^3/\text{h}=72,737 \text{ l/s}$. Le diagnostic du système d'AEP de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane nous a permis de conclure qu'une réhabilitation du réseau de distribution revête une importance capitale pour le redressement du service à un niveau convenable aux horizons futurs. La réhabilitation du réseau de distribution de la zone d'étude a permis d'avoir des diamètres optimaux actualisés de toutes les conduites tout en répondant aux conditions de pression et de vitesse à l'heure de pointe et à l'heure de pointe plus incendie. Le dimensionnement des différentes pièces spéciales dans le réseau de distribution nous assure le bon fonctionnement de notre réseau en mettant des poteaux d'incendie dans les points bas du réseau et des ventouses dans le point le plus haut afin de réguler l'extraction de l'air et aussi la mise en place des vannes assure la bonne gestion de l'écoulement de l'eau. Le dimensionnement de l'ouvrage de stockage nous a permis de projeter un réservoir circulaire semi-enterré de capacité de 1000 m^3 , d'hauteur $H = 4 \text{ m}$ et de diamètre $D=17,84 \text{ m}$. L'étude de l'adduction a consisté sur deux variantes, la première qui est une adduction par refoulement SP10-R1000 qui nous a permis d'opter le PEHD PN 16 comme matériau de conduite et un diamètre économique de 225 mm, la HMT = 130 m et la vitesse $V = 1 \text{ m/s}$. La deuxième variante c'est une adduction gravitaire SR2×6000-R1000 en PEHD PN 16 dont le diamètre $D = 200 \text{ mm}$. Pour la station de pompage, nous avons opté pour deux pompes identiques en parallèles du type (PM 100/7 A) dont les caractéristiques principales sont : vitesse de rotation $N=1450\text{tr/min}$, rendement $\eta=75,6\%$, puissance absorbée $P_a=28,5 \text{ kW}$, $NPSH_r= 3\text{m.c.e}$ et le point de fonctionnement P (Q, H) = (33,7 l/s, 130 m). En cas de panne ou d'une réparation éventuelle d'une des pompes principales, une troisième pompe de secours fonctionne sans risque de cavitation.

Mots-clés : Alimentation en eau potable, diagnostic, réhabilitation, réseau de distribution, réservoir, adduction, pression, vitesse, pompe, l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane, Bouira.

تشخيص وإعادة تأهيل شبكة إمدادات مياه الشرب في المدينة القديمة لدائرة سور الغزلان

ولاية البويرة

ملخص

العمل المقدم هو تشخيص وإعادة تأهيل شبكة إمدادات مياه الشرب في مدينة سور الغزلان القديمة، دائرة سور الغزلان، ولاية البويرة. بعد عرض منطقة الدراسة وحساب السكان الحاليين و على مدى سنة 2052 بالإضافة إلى متطلبات المياه المنزلية والمعدات، قمنا بحساب ذروة تدفق الساعة التي تساوي 261,8532 متر مكعب/ساعة.

لقد أتاح لنا تشخيص نظام إمدادات مياه الشرب في مدينة سور الغزلان القديمة أن نستنتج أن إعادة تأهيل شبكة التوزيع أمر بالغ الأهمية لاستعادة الخدمة إلى مستوى مناسب لآفاق المستقبل، كما أتاح إصلاح شبكة التوزيع في منطقة الدراسة تحديث الأقطار المثلى لجميع الأنابيب مع تلبية ظروف الضغط والسرعة في ساعة الذروة وساعة الذروة بالإضافة إلى إطفاء الحريق. يضمن أبعاد الأجزاء الخاصة المختلفة في شبكة التوزيع الأداء السليم لشبكتنا من خلال وضع أعمدة إطفاء الحريق في النقاط المنخفضة للشبكة وأكواب الشفط في أعلى نقطة من أجل تنظيم استخراج الهواء وكذلك تركيب الصمامات الذي يضمن التحكم السليم لتدفق المياه. سمحت لنا دراسة الخزان بإنجاز خزان دائري شبه مدفون بسعة 1000 متر مكعب، ارتفاعه 4 متر و قطره 17,84 متر. تألفت دراسة الإمداد من نوعين، الأول هو نظام توصيل من محطة الضخ رقم 10 إلى الخزان المدروس فيما مضى الذي سعته 1000 م³ حيث سمح لنا بحساب القطر الاقتصادي الذي يساوي 225 مم مع سرعة 1 م/ثانية أما النوع الثاني من الإمداد فهو إمداد جاذبي من الخزان الموجود حاليا 2×6000 إلى غاية الخزان 1000 م³ مع قطر اقتصادي يساوي 200 مم باستعمال أنبوب "البوليإيثيلين عالي الكثافة".

بالنسبة للضخ، اخترنا مضختين متطابقتين موصولتين بالتوازي و في حالة تعطل إحدى المضخات الرئيسية، من الممكن استعمال مضخة طوارئ ثالثة دون خطر التجويف من نوع

PM 100/7 A التي تتميز بالخصائص التالية: سرعة الدوران 1450 دورة/ثانية، المرדودية

75,6% و استطاعة ممتصة تساوي 28,5 كيلو وات.

الكلمات المفتاحية : إمدادات مياه الشرب، التشخيص، إعادة التأهيل، شبكة التوزيع، الخزان، الإمداد، الضغط، السرعة، المضخة، مدينة سور الغزلان القديمة، البويرة.

Diagnosis and rehabilitation of the drinking water supply system of the former town of Sour El-Ghozlane, Wilaya of Bouira

Abstract

The work presented is part of a diagnosis and rehabilitation of the drinking water supply system of the former city of Sour El-Ghozlane under the Daira of Sour El-Ghozlane, wilaya of Bouira.

After the presentation of the study area and the calculation of the current and 2052 population as well as the domestic and equipment water requirements, we calculated the hourly peak flow equal to $261,8532 \text{ m}^3/\text{h}=72.737 \text{ l/s}$. The diagnosis of the EPA system of the former city of Sour El-Ghozlane has allowed us to conclude that a rehabilitation of the distribution network is of crucial importance for the recovery of the service to a level suitable for future horizons. The rehabilitation of the distribution network of the study area has made it possible to have optimum diameters updated of all the pipes while meeting the pressure and speed conditions at peak hour and peak hour plus fire. The dimensioning of the various special parts in the distribution network ensures the proper functioning of our network by putting fire poles in the low points of the network and suction cups in the highest point in order to regulate the extraction of air and also the installation of valves ensures the proper management of the water flow. The dimensioning of the storage structure allowed us to project a semi-buried circular tank of capacity of 1000 m^3 , height $H = 4 \text{ m}$ and diameter $D=17.84 \text{ m}$. The study of the supply consisted on two variants, the first being a delivery system SP10-R1000 which allowed us to opt the PEHD PN 16 as a driving material and an economical diameter of 225 mm , the HMT = 130 m and the speed $V = 1 \text{ m/s}$. The second variant is a gravity supply SR2 6000-R1000 in PEHD PN 16 with diameter $D = 200 \text{ mm}$. For the pumping station, we opted for two identical pumps in parallel of type (PM 100/7 A) whose main characteristics are: speed of rotation $N=1450\text{tr}/\text{min}$, efficiency $\eta=75.6\%$, power consumption $P_a=28,5 \text{ kW}$, $NPSH_r= 3\text{m.c.e}$ and operating point P (Q, H) = (33.7 l/s , 130 m). In the event of a breakdown or possible repair of one of the main pumps, a third emergency pump operates without risk of cavitation.

Keywords: Drinking water supply, diagnosis, rehabilitation, distribution network, reservoir, supply, pressure, speed, pump, former city of Sour El-Ghozlane, Bouira.



Sommaire

Sommaire

Sommaire

Dédicaces

Remerciements

Résumé

Liste de figures

Liste de tableaux

Liste d'abréviations

Introduction générale 1

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

I.1 Introduction 3

I.2 Situation géographique 3

I.3 Géomorphologie 4

I.4 Climatologie 4

I.5 Séismicité..... 4

I.6 Démographie 4

I.7 Situation hydraulique..... 5

I.8 Infrastructures routières 6

I.9 Conclusion 7

Chapitre II : Estimation des besoins en eau de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane ..

II.1 Introduction 8

II.2 Evaluation de la population..... 8

II.3 Estimation des besoins en eau 8

II.4 Majoration de la consommation moyenne journalière 12

II.5 Variation des débits 12

II.6 Conclusion..... 14

Chapitre III : Diagnostic du système d’AEP de l’ancienne ville de SEG.....	
III.1 Introduction.....	15
III.2 Diagnostic du réseau de distribution.....	15
III.3 Diagnostic de l’adduction	30
III.4 Diagnostic de la station de pompage SP10.....	30
III.5 Diagnostic de l’ouvrage de stockage	31
III.6 Conclusion	32
Chapitre IV : Réhabilitation du réseau de distribution d’AEP.....	
IV.1 Introduction.....	28
IV.2 Description d’un réseau d’AEP	28
IV.3 Types de réseaux de distribution	28
IV.4 Calcul hydraulique du réseau de distribution	29
IV.5 Tracé du réseau d’AEP	46
IV.6 Modélisation et simulation du réseau de distribution d’AEP	48
IV.7 Résultats de simulation.....	50
IV.8 Conclusion	67
Chapitre V : Accessoires et pièces spéciales du réseau de distribution	
V.I Introduction.....	68
V.2 Eléments de robinetterie.....	68
V.3 Dimensionnement des pièces spéciales dans le réseau de distribution de l’ancienne ville de Sour El-Ghozlane	73
V.4 Conclusion	83
Chapitre VI : Ouvrages de stockage.....	
VI.1 Introduction.....	84
VI.2 Rôle des réservoirs.....	84
VI.3 Types des réservoirs	84
VI.4 Matériaux utilisés.....	85

VI.5 Choix des réservoirs	85
VI.6 Exigences techniques pour la construction des réservoirs.....	85
VI.8 Capacité des réservoirs	86
VI.7 Hauteur utile du réservoir	86
VI.9 Emplacement des réservoirs	87
VI.10 Equipements du réservoir	88
VI.11 Détermination de la capacité du réservoir	90
VI.12 Dimensionnement du réservoir projeté R1000	91
VI.13 Conclusion	94
Chapitre VII : Etude d'adduction	
VII.1 Introduction	95
VII.2 Types d'adduction	95
VII.3 Types de tuyaux d'adduction	95
VII.4 Calcul hydraulique	97
VII.5 Etude de l'adduction de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane.....	102
VII.6 Conclusion.....	107
Chapitre VIII : Choix des pompes.....	
VIII.1 Introduction.....	108
VIII.2 Définition de la pompe.....	108
VIII.3 Choix du type de pompe	108
VIII.4 Classification des pompes	108
VIII.5 Couplage des pompes.....	111
VIII.6 Point de fonctionnement	113
VIII.7 Phénomène de cavitation	113
VIII.8 Choix des pompes	114
VIII.9 Vérification de cavitation.....	115

VIII.10 Conclusion 116

Conclusion générale 118

Annexe

Références bibliographiques

Liste de figures

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Figure I.1: Plan de situation de la commune de Sour El-Ghozlane.....	3
Figure I.2: Représentation des infrastructures routières de la commune de Sour El-Ghozlane	6

Chapitre III : Diagnostic du système d'AEP de l'ancienne ville de SEG

Figure III.1: Conduite en amiante ciment	16
Figure III.2: Etat des nœuds et des arcs du réseau actuel à l'heure de pointe.....	29
Figure III.3: Station de pompage SP10	30
Figure III.4: Réservoir existant R2×6000	31

Chapitre IV : Réhabilitation du réseau de distribution d'AEP

Figure IV.1: Plan de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane.....	47
Figure IV.2: Tracé du réseau d'AEP sous SIG	47
Figure IV.3: Résultat du tracé du réseau d'AEP sous SIG	48
Figure IV.4: Passage SIG-AutoCad.....	49
Figure IV.5: Passage DXF-EPANET	50
Figure IV.6: Etat des nœuds et des arcs du nouveau réseau dimensionné à l'heure de pointe.....	58
Figure IV.7: Etat des nœuds et des arcs du nouveau réseau dimensionné à l'heure de pointe + incendie.....	66

Chapitre V : Accessoires et pièces spéciales du réseau de distribution

Figure V.1: Robinet-vanne	69
Figure V.2: Vanne à papillon.....	69
Figure V.3: Ventouse.....	70
Figure V.4: Poteau d'incendie.....	70
Figure V.5: Vanne de régulation de débit.....	71
Figure V.6: Vanne de régulation amont et de réduction de pression.....	72
Figure V.7: Clapet de non-retour	72

Figure V.8: Emplacement des poteaux d'incendie et de ventouse dans le réseau de distribution dimensionné.....	73
--	----

Chapitre VI : Ouvrages de stockage

Figure VI.1 : Equipements du réservoir	90
---	----

Figure VI.2: Cumul apport et cumul distribution en fonction du temps	93
---	----

Chapitre VII : Etude d'adduction

Figure VII.1: Tracé de la variante n°1	103
---	-----

Figure VII.2: Bilan total du tronçon (SP10-R1000).....	105
---	-----

Figure VII.3: Tracé de la variante n°2.....	106
--	-----

Chapitre VIII : Choix des pompes

Figure VIII.1: Pompe volumétrique rotative à un arbre.....	109
---	-----

Figure VIII.2: Pompe volumétrique alternative	109
--	-----

Figure VIII.3: Pompe centrifuge	111
--	-----

Figure VIII.4: Couplage des pompes en série	112
--	-----

Figure VIII.5: Couplage des pompes en parallèle.....	112
---	-----

Figure VIII.6: Point de fonctionnement d'une pompe.....	113
--	-----

Figure VIII.7: Phénomène de cavitation	114
---	-----

Figure VIII.8: Courbes caractéristiques de pompes	115
--	-----

Figure VIII.9: Fiche technique de la pompe choisie par CAPRARI.....	116
--	-----

Liste de tableaux

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Tableau I.1: Evolution de la population de la commune de Sour El-Ghozlane	4
Tableau I.2: Ouvrages de stockage de la commune de Sour El-Ghozlane.....	5

Chapitre II : Estimation des besoins en eau de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane

Tableau II.1: Evaluation de la populations de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane	8
Tableau II.2: Besoins domestiques à l'horizon d'étude	9
Tableau II.3: Besoins d'équipements de la ville de Sour El-Ghozlane	9
Tableau II.4: Récapitulation des besoins moyens journaliers	11
Tableau II.5: Majoration de la consommation moyenne journalière	12
Tableau II.6: Débit maximum journalier	13
Tableau II.7: Variation du β_{max} en fonction du nombre d'habitants	13
Tableau II.8: Débit maximum horaire.....	14

Chapitre III : Diagnostic du système d'AEP de l'ancienne ville de SEG

Tableau III.1: Conduites de distribution existantes à l'ancienne ville de SEG	15
Tableau III.2: Résultats de calcul des débits en route et aux nœuds à l'heure de pointe à l'horizon actuel 2022.....	16
Tableau III.3: Etat des nœuds du réseau actuel à l'heure de pointe	22
Tableau III.4: Etat des arcs du réseau actuel à l'heure de pointe	25
Tableau III.5: Adduction de SP10 à R2×6000	30
Tableau III.6: Etat des équipements du réservoir R2×6000.....	32

Chapitre IV : Réhabilitation du réseau de distribution d'AEP

Tableau IV.1: Détermination du débit spécifique actuel et à long terme.....	34
Tableau IV.2: Résultats de calcul des débits en route et aux nœuds à l'heure de pointe à l'horizon 2052	36
Tableau IV.3: Résultats de calcul des débits en route et aux nœuds à l'heure de pointe + incendie à l'horizon 2052	41
Tableau IV.4: Etat des nœuds du nouveau réseau dimensionné à l'heure de pointe	51
Tableau IV.5: Etat des arcs du nouveau réseau dimensionné à l'heure de pointe	54

Tableau IV.6: Etat des nœuds du nouveau réseau dimensionné à l'heure de pointe + incendie	59
Tableau IV.7: Etat des arcs du nouveau réseau dimensionné à l'heure de pointe + incendie	62

Chapitre VI : Ouvrages de stockage

Tableau VI.1: Méthode analytique	91
Tableau VI.2: Méthode graphique.....	92
Tableau VI.3: Dimensions du réservoir R1000 projeté.....	94

Chapitre VII : Etude d'adduction

Tableau VII.1: Coefficients m , β et K' pour différents types des tuyaux	102
Tableau VII.2: Tableau VII.9: Frais d'amortissement du tronçon (SP10-R1000)	104
Tableau VII.3: Frais d'exploitation du tronçon (SP10-R1000)	104
Tableau VII.4: Bilan total du tronçon (SP10-R1000)	105
Tableau VII.5: Caractéristiques du tronçon (SR2×6000-R1000)	107

Liste d'abréviations

R	Réservoir
RGPH	Recensement Général de la Population et de l'Habitat
SEG	Sour El-Ghozlane
ADE	Algérienne Des Eaux
RN	Route Nationale
CW	Chemin de Wilaya
APC	Assemblée Populaire Communale
OPGI	Office de Promotion et de Gestion Immobilière
PTT	Postes, télégraphes et téléphones
BDL	Banque de Développement Local
BADR	Banque de l'agriculture et du développement rural
CNEP	Caisse nationale d'épargne et de prévoyance-Banque
CRMA	Caisse Nationale de Mutualité Agricole
ANSEJ	Agence Nationale de soutien à l'emploi des jeunes
ANEM	Agence Nationale de l'Emploi
AEP	Alimentation en Eau Potable
SP	Station de pompage
HMT	Hauteur manométrique totale
SIG	Système d'information géographique
DRE	Direction des Ressources en Eau
PVC	Polychlorure de vinyle non plastifié
PEHD	Polyéthylène à haute densité
NPSH	Net Positive Suction Head
ANRH	Agence Nationale des Ressources Hydrauliques



Introduction générale

Hormis l'importance de l'eau qui est source de toute vitalité, elle est ce liquide qui nous tient en vie. Bien qu'elle soit précieuse, il faut que tout être humain bénéficie de ce bien fait qui est l'eau potable. De ce fait, il est nécessaire de se mobiliser corps et âme afin d'assurer l'accès à l'eau potable pour tout individu.

En outre, vu le nombre de population de plus en plus élevé en plus des équipements, il est obligatoire d'actualiser le réseau d'eau afin d'améliorer la qualité de service aux abonnés en réalisant un diagnostic et une réhabilitation du système d'alimentation en eau potable.

C'est dans ce sens que s'inscrit notre travail qui consiste à diagnostiquer et de réhabiliter le système d'alimentation en eau potable de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane, wilaya de Bouira dont l'état actuel est mauvais.

Dans le premier chapitre, nous commençons par un aperçu général sur la zone d'étude vue la situation géographique, la géomorphologie, la climatologie, la démographie ainsi un aperçu hydraulique.

Le deuxième chapitre entame l'estimation des besoins en eau potable actuellement et à long terme en se basant sur le nombre d'habitant et sur les équipements existants.

Dans le troisième chapitre, nous avons procédé au diagnostic de tout le système d'alimentation en eau potable qui englobe la station de pompage, l'ouvrage de stockage et le réseau de distribution de la région d'étude en question.

Le quatrième chapitre a été consacré à la réhabilitation du réseau de distribution de la zone d'étude en traçant ce dernier par le logiciel Mapinfo (modèle de SIG) et en lançant la simulation à l'aide du logiciel EPANET dans le but d'amener l'eau aux consommateurs en quantité suffisante et avec des vitesses et des pressions acceptables d'ici à trente ans.

Dans le cinquième chapitre, nous avons dimensionné les pièces spéciales et leurs accessoires du réseau de distribution afin d'assurer la sécurité du réseau et le bon écoulement de l'eau.

Dans le sixième chapitre, nous avons dimensionné l'ouvrage de stockage qui garantit un meilleur fonctionnement de notre réseau de distribution de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane d'ici à l'horizon 2052.

Le septième chapitre a fait l'objet de l'étude de l'adduction par ses deux variantes : l'étude technico-économique par refoulement de la station de pompage vers le réservoir projeté et celle gravitaire de la station de reprise vers le réservoir projeté R1000.

Dans le huitième chapitre, nous avons fait une étude sur le choix des pompes qui devraient être idéales à l'usage dans notre projet.

Enfin, nous avons terminé par une conclusion générale.

A dynamic splash of clear water against a light blue background, with droplets and ripples visible. The splash is contained within a rounded rectangular frame with a blue border.

Chapitre I
Présentation de la
zone d'étude

A faded, semi-transparent version of the water splash image from the top section, serving as a background for the mirrored text.

zone d'étude
Présentation de la

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude**I.1 Introduction**

La bonne étude du diagnostic et de réhabilitation d'un système d'alimentation en eau potable nécessite la connaissance de toutes les caractéristiques de la zone d'étude vue la situation géographique, géologique et topographique de la région d'étude ainsi sa climatologie, sa démographie et sa situation hydraulique.

I.2 Situation géographique

Sour El-Ghozlane chef-lieu de commune est située à 33 km au sud de la wilaya de Bouira, elle est située au sud-est d'Alger sur la route de Bou-Saada à 150 km de chacune de ces deux villes. Elle est limitée :

- Au nord : par les communes de Raouraoua, Ain Bessam et Ain Aloui ;
- Au sud : par les communes de Maamora et Dirah ;
- A l'ouest : par la commune de Dechmia ;
- A l'est : par les communes d'El-Hachimia et El-Morra. (1)

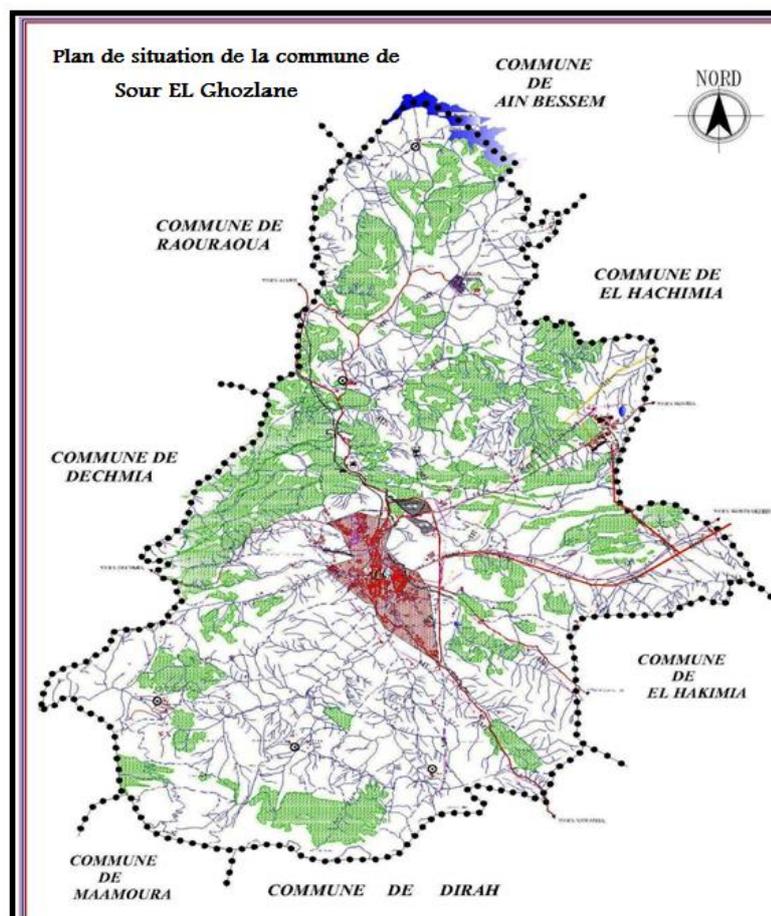


Figure I.1: Plan de situation de la commune de Sour El-Ghozlane

I.3 Géomorphologie

La commune de Sour El-Ghozlane est située au cœur de la chaîne montagneuse des Bibans à une altitude de 889 m au-dessus du niveau de la mer. Elle est assise au pied de Djebel Dirah dont l'altitude est de 1810 m et au Guergour 1510 m. Les collines hautes ou les pentes sont les plus fortes entourent la ville au sud et au nord-est.

Deux grands ensembles topographiques distincts à savoir :

- Une zone de montagne située au nord et au sud de la commune dont l'altitude moyenne varie entre 800 m et 1000 m.
- Un ensemble de collines et piémonts situés au centre de la commune dont l'altitude varie entre 700 m et 800 m. (1)

I.4 Climatologie

La présente commune a un climat continental (semi-aride) avec deux saisons bien distinctes : un hiver froid, vigoureux et un été très chaud et très sec. (1)

I.5 Séismicité

D'après le fascicule de l'institut de météorologie d'Algérie, on note que la commune de Sour El-Ghozlane n'est marquée par aucun séisme important, mais on signale néanmoins de petites secousses plusieurs fois par un an qui montrent une activité lente et permanente dans cette région. (1)

I.6 Démographie

L'évolution de la population de la commune de Sour El-Ghozlane est résumée dans le tableau ci-dessous selon le RGPH : (1)

Tableau I.1: Evolution de la population de la commune de Sour El-Ghozlane

Localité	Population en 1987	Population en 1998	Population en 2008	Population en 2020	Population en 2022
Taux d'accroissement %	1,5	1,2	1,3	1	
Chef-lieu de commune	24340 habitants	35475 habitants	43985 habitants	57214 habitants	60474 habitants

Concernant l'ancienne ville de Sour-El-Ghozlane (ville coloniale) qui notre étude se base sur elle, sa population est actuellement est de l'ordre de 3602 habitants.

I.7 Situation hydraulique

La présente commune est alimentée à raison de 83 % à partir des eaux de surface et de 17 % à partir des eaux souterraines.

La production en eau se présente comme suit :

- Eaux superficielles :
 - o Barrage de Koudiat Acerdoune ;
 - o Barrage d'Oued Lakhal.
- Eaux souterraines :
 - o Forage de Souaghi ;
 - o Forage d'Abdelli ;
 - o Forage de Delpy ;
 - o Forage de Becouche. (1)

I.7.1 Ouvrages de stockage

Les ouvrages de stockage de notre commune sont englobés dans le tableau ci-dessous : (1)

Tableau I.2: Ouvrages de stockage de la commune de Sour El-Ghozlane

Localité	Nom d'ouvrage	Capacité de stockage m ³	Type de réservoir	Origine de la source	Désignation de la ressource	Gestionnaire
SEG	Becouche	2000	Semi enterré	Barrage de Koudiat Acerdoune	SEG	ADE
SEG	Bouhahaya	2000	Semi enterré	Barrage de Koudiat Acerdoune	SEG	ADE
SEG	Draa Lahmar	500	Semi enterré	Forage de Delpy+Barrage de Koudiat Acerdoune	SEG	ADE
SEG	Sidi Abdelkader	500	Semi enterré	Forage de Souaghi+Barrage de Koudiat Acerdoune	SEG	ADE
SEG	Ain Aomeur	2×6000	Semi enterré	Barrage de Koudiat Acerdoune	SEG	ADE

Dans notre cas d'étude, l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane est alimentée actuellement par le réservoir d'Ain Aomeur $2 \times 6000 \text{ m}^3$ et le barrage de Koudiat Acerdoune c'est l'origine de cette source.

I.8 Infrastructures routières :

- La RN 8 : un axe routier qui relie Alger à Bou-Saada, il traverse la wilaya de wilaya de Bouira passant par Sour El-Ghozlane. C'est un axe d'une importance économique pour la région et la ville de Sour El-Ghozlane.
- La RN 61 : c'est un axe routier qui relie Médéa à Sour El-Ghozlane.
- Le CW 127 : relie Sour El-Ghozlane au chef-lieu de wilaya « Bouira » en passant par El-Hachimia.
- Le CW 20 : relie Sour El-Ghozlane à M'hir (wilaya de Bordj Bou Ariridj) passant par Bordj Okhriss à l'est.

Pour désengorger la ville de Sour El-Ghozlane et prendre en charge le flux automobile principal, une voie d'évitement a été réalisée côté est. (1)

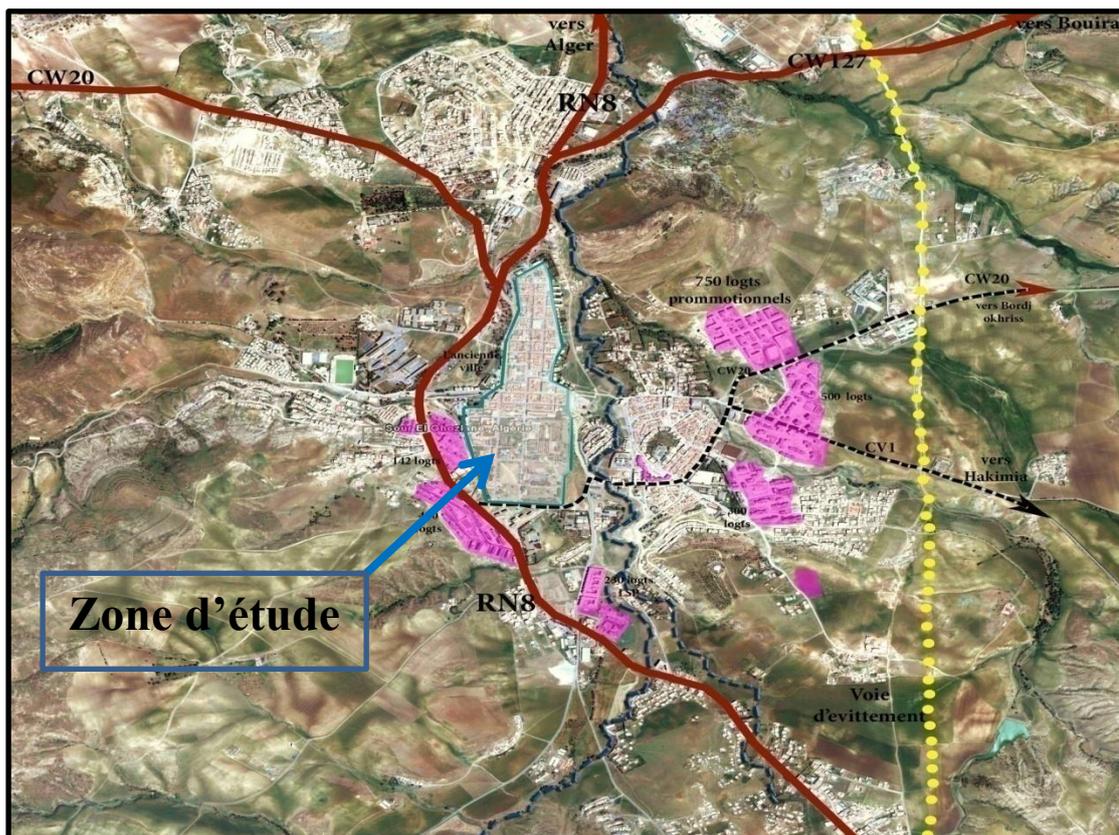


Figure I.2: Représentation des infrastructures routières de la commune de Sour El-Ghozlane

I.9 Conclusion

Ce chapitre nous a permis de présenter la zone d'étude par ses différentes situations et nous a donné un aperçu général sur la commune de Sour El-Ghozlane dans laquelle se trouve l'ancienne ville qui intéresse notre étude.

A dynamic splash of clear water against a light blue background, with droplets and bubbles visible. The splash is contained within a rounded rectangular frame with a blue border.

Chapitre II
Estimation des
Besoins en eau

A faded, semi-transparent version of the water splash image from the top section, serving as a background for the mirrored text.

BESOINS EN EAU
ESTIMATION DES

Chapitre II : Estimation des besoins en eau de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane

II.1 Introduction

L'estimation des besoins en eau potable de l'agglomération de la ville de Sour El-Ghozlane sera présentée dans ce chapitre, qui doit satisfaire aux besoins en eau de la population concernée en prenant en considération l'importance des équipements et le mode de vie.

II.2 Evaluation de la population

L'évaluation de la population joue un rôle très important dans l'estimation des besoins en eau afin de déceler l'existence d'un déficit. On peut calculer le nombre d'habitants pour de futurs horizons en utilisant la loi des intérêts composés, donnée par la relation (II.1). Les résultats sont montrés dans le tableau II.3.

$$P_n = P_0 (1 + \tau)^n \dots\dots\dots (II.1)$$

Avec : P_n : Population à l'horizon de calcul (2052);

P_0 : Population de l'année de référence (2022);

τ : Taux d'accroissement de la population en pourcentage ;

n : Nombre d'années séparant l'année de référence et l'horizon de calcul.

Tableau II.1: Evaluation de la populations de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane

Horizon	RGPH 2008	Actuel 2022	Futur 2052
τ (%)	2,3		
Population (habitants)	2620	3602	7126

II.3 Estimation des besoins en eau

La dotation en eau dépend de l'accroissement démographique, elle est donnée par le service de la subdivision d'hydraulique de Sour El-Ghozlane 150l/j/hab.

Dans l'étude d'un système d'alimentation en eau potable, il existe plusieurs types de besoins :

II.3.1 Besoins domestiques

Les besoins domestiques ont pour but de satisfaire tous les types de consommateurs. Elles sont définies comme étant le produit de la dotation moyenne journalière par le nombre de consommateurs d'où :

$$Q_{moy.j} = \frac{1}{1000} \times Dot \times N \text{ (m}^3\text{/j)} \dots\dots\dots \text{(II.2)}$$

Avec : Dot: Dotation moyenne journalière en (l/j/hab) ;

N: Nombre d'habitants.

Le tableau (II.2) résume les besoins domestiques à l'horizon actuel et futur :

Tableau II.2: Besoins domestiques à l'horizon d'étude

Horizon	Nombre d'habitants (habitants)	Dotation (l/j/hab)	Q _{moy.j} (m ³ /j)
Actuel 2022	3602	150	540,3
Long terme 2052	7126	150	1068,9

II.3.2 Besoins d'équipement

Afin d'estimer les besoins d'équipements de la ville de Sour El-Ghozlane, nous avons recensé les différents équipements existants dans le cadre de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane.

Tableau II.3: Besoins d'équipements de la ville de Sour El-Ghozlane

Equipements	Nombre d'équipements	Effectifs (unité)	Dotation (l/j/unité)	Q _{moy.j} (m ³ /j)
Hamam	2	100 personnes	150 l/j/personnes	15
Douches	3	45 postes	200 l/j/poste	9
Ecoles primaires	2	640 élèves	10 l/j/élève	6,4
Mosquées	2	3480 personnes	20 l/j/personne	69,6
Hôpital	1	450 lits	300 l/j/lit	135
Ecole paramédicale	1	363 étudiants	30 l/j/étudiant	10,89

Chapitre II Estimation des besoins en eau de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane

Résidence paramédicale	1	225 résidants	150 l/j/résidant	33,75
Prévention médicale	1	10 employés	30 l/j/employé	0,3
Salle de soin	1	10 clients	30 l/j/client	0,3
Dispensaire anti tuberculeux	1	10 clients	30 l/j/client	0,3
Cabinets médicaux	7	14 employés	8 l/j/employé	0,112
Ecoles privées	3	450 élèves	10 l/j/élève	4,5
Prison	1	200 personnes	150 l/j/personne	30
Police	1	70 personnes	150 l/j/personne	10,5
Gendarmerie	1	100 personnes	150 l/j/personne	15
Justice	1	50 employés	8 l/j/employé	0,4
APC	3	60 employés	8 l/j/employé	0,48
Parc d'APC	1	30 employés	8 l/j/employé	0,24
Daïra	1	20 employés	8 l/j/employé	0,16
OPGI	1	20 employés	8 l/j/employé	0,16
SONELGAZ	1	50 employés	8 l/j/employé	0,4
PTT	3	55 employés	25 l/j/employé	1,375
Banques (BDL+BADR+CNEP)	3	30 employés	8 l/j/employé	0,24
Bureau administratif	1	21 employés	8 l/j/employé	0,168
Subdivision d'hydraulique	1	20 employés	8 l/j/employé	0,16
CRMA	1	10 employés	8 l/j/employé	0,08
Contributions	1	10 employés	8 l/j/employé	0,08
ANEM	1	10 employés	8 l/j/employé	0,08
ANSEJ	1	4 employés	8 l/j/employé	0,032
Protection des forêts	1	30 employés	8 l/j/employé	0,24
Subdivision de service agricole	1	5 employés	8 l/j/employé	0,04
Bureaux administratifs	5	15 employés	8 l/j/employé	0,12

Chapitre II Estimation des besoins en eau de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane

Inspections	3	15 employés	8 l/j/employé	0,12
Restaurants	15	45 employés	15 l/j/employé	0,675
Cafés	8	2000 personnes	10 l/j/personne	20
Boulangeries	5	30 employés	150 l/j/employé	4,5
Coiffeurs	14	42 employés	200 l/j/employé	8,4
Boucheries	14	28 employés	250 l/j/employé	7
Marché couvert	1	20 occupants	400 l/j/occupant	8
Jardins publics	2	9500 m ²	6 l/j/m ²	9,5
Total	116	-	-	403,307

II.3.3 Besoins d'arrosage

Les besoins d'arrosage de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane sont 6 l/j/m² de deux jardins publics ayant une superficie totale de 9500 m² et on opte à une dotation journalière de 6 l/j/m² avec une période d'arrosage qui est prévue de 6 h à 8 h et de 20 h à 22 h c'est-à-dire une durée de 4h par jour. Alors $Q_{\text{moy},j} = 9,5 \text{ m}^3/j$.

II.3.3 Besoins industriels

Les besoins industriels sont considérés comme nuls étant donné l'absence d'une industrie quelconque au niveau de la zone d'étude (l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane).

II.3.4 Récapitulation de la consommation moyenne totale

Après les calculs des besoins domestiques et d'équipements, le tableau (II.4) illustre les besoins moyens journaliers.

Tableau II.4: Récapitulation des besoins moyens journaliers

Horizon	Actuel 2022	Long terme 2052
Besoins domestiques (m³/j)	540,3	1068,9
Besoins des équipements (m³/j)	403,307	797,88
Besoins totaux (m³/j)	943,607	1866,78

II.4 Majoration de la consommation moyenne journalière

L'ensemble des fuites sur le réseau projeté varient suivant le type des tuyaux, leur vétusté, la nature du terrain et la qualité de l'entretien. En ce fait, et sachant qu'il s'agit des conduites en amiante ciment, il est obligatoire d'effectuer une majoration de 30 %.

Tableau II.5: Majoration de la consommation moyenne journalière

Nature de débit	$Q_{moy.j}$ (m ³ /j) (2022)	$Q_{moy.maj}$ (m ³ /j) (2022)	$Q_{moy.j}$ (m ³ /j) (2052)	$Q_{moy.maj}$ (m ³ /j) (2052)
Besoins domestiques	540,3	702,39	1068,9	1389,57
Besoins des équipements	403,307	524,2991	797,88	1037,244
Total	943,607	1226,6891	1866,78	2426,814

II.5 Variation des débits

Le débit exigé par les consommateurs est soumis à plusieurs variations en raison de l'irrégularité, cette variation peut-être annuelle qui dépend du niveau de vie de la population, mensuelle selon l'importance de la ville, journalière selon le jour de la semaine ou peut-être horaire qui représente la variation du débit durant les heures de la journée la plus chargée.

II.5.1 Débit maximum journalier

Au cours de l'année, la consommation moyenne présente des maximums ou des pointes journalières. Cette consommation $Q_{max,j}$ peut-être calculée à partir de la consommation moyenne $Q_{moy,j}$ par la formule II.3.

$$Q_{max.j} = Q_{moy.j} \times K_{max.j} \dots\dots\dots II.3$$

Avec : $K_{max,j}$: Coefficient de pointe (d'irrégularité) journalière [1,1 – 1,3]

Les débits maximums journaliers calculés sont montrés dans le tableau II.6

Tableau II.6: Débit maximum journalier

Horizon	Actuel 2022	Long terme 2052
$Q_{moy,j} (m^3/j)$	1226,6891	2426,814
$K_{max,j}$	1,2	
$Q_{max,j} (m^3/j)$	1472,02692	2912,1768

II.5.2 Débit maximum horaire (débit de pointe)

Au cours de la journée, la consommation présente des maximums ou des pointes horaires. Cette consommation $Q_{max,h}$ peut-être calculée à partir de la consommation de pointe journalière par la formule II.5.

$$Q_{max,h} = K_{max,h} \times Q_{moy,h} \dots\dots\dots II.4$$

$$Q_{max,h} = K_{max,h} \times \frac{Q_{max,j}}{24}$$

Et sachant que : $Q_{max,j} = K_{max,j} \times Q_{moy,j}$

$$\text{Alors : } Q_{max,h} = K_{max,h} \times \frac{K_{max,j} \times Q_{moy,j}}{24}$$

$$\text{Donc : } Q_{max,h} = K_{max,h} \times K_{max,j} \times \frac{Q_{moy,j}}{24}$$

$$\text{Et : } K_{max,h} = \alpha_{max} \times \beta_{max}$$

Avec : α_{max} : Facteur qui dépend de l'agglomération et du niveau de développement sanitaire [1,2 – 1,6] ;

β_{max} : Facteur qui tient compte du nombre d'habitant de l'agglomération.

Tableau II.7: Variation du β_{max} en fonction du nombre d'habitants

$N \times 1000$	<1.0	1.5	2.5	4.0	6.0	10	20	30	100	300	>1000
β_{max}	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.15	1.10	1.03	1

Le tableau II.8 représente les résultats du débit maximum horaire (débit de pointe).

Tableau II.8: Débit maximum horaire

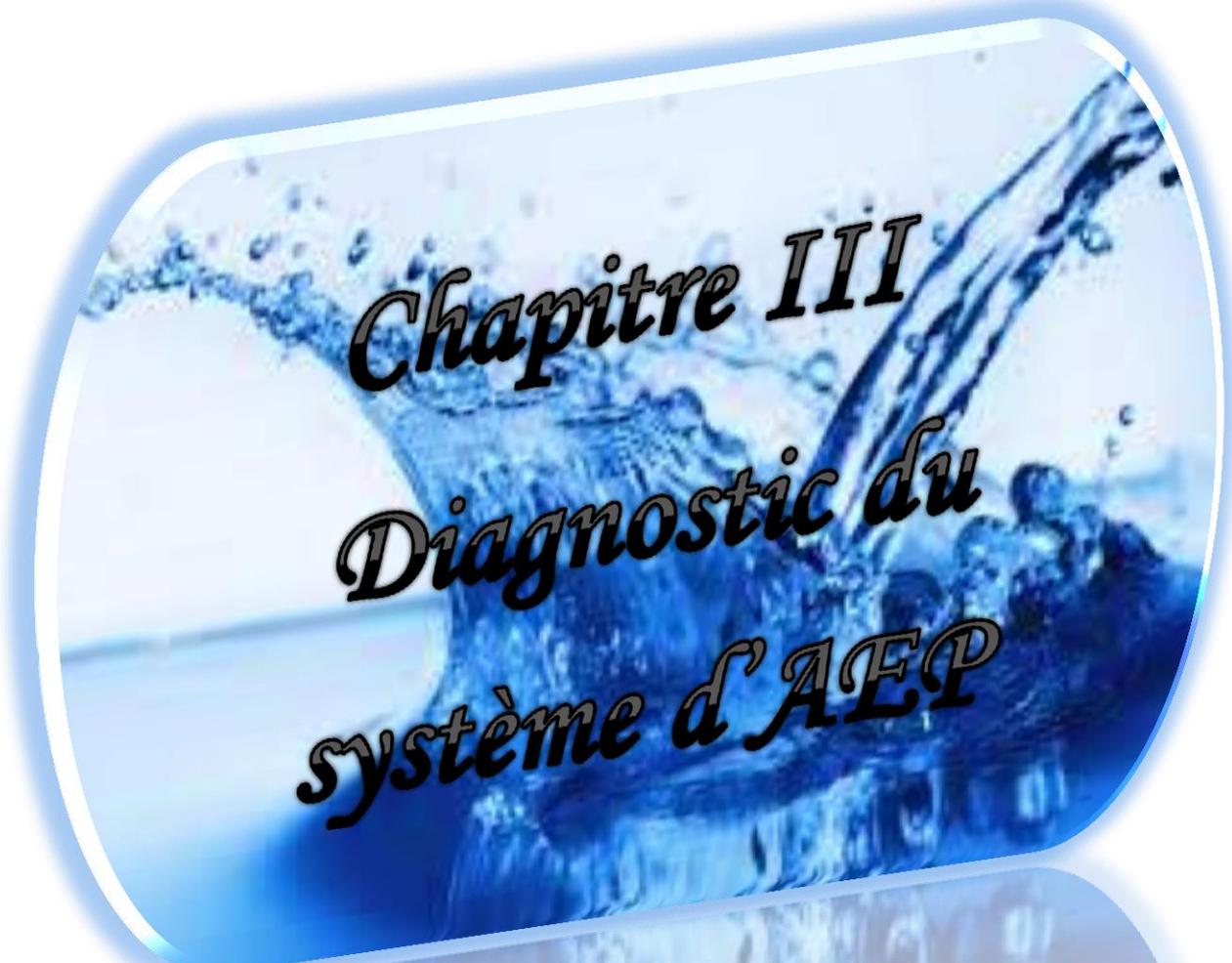
Horizon	Actuel 2022	Long terme 2052
Population (habitants)	3602	7126
β_{\max}	2,31	1,66
α_{\max}	1,3	1,3
$K_{\max,h}$	3,003	2,158
$K_{\max,j}$	1,2	1,2
$Q_{\text{moy},j}$ (m ³ /j)	1226,6891	2426,814
$Q_{\max,h}$ (m ³ /h)	184,1874	261,8532

Donc, le débit de pointe horaire à l'horizon 2052 est de 261,8532 m³/h.

II.6 Conclusion

Dans ce présent chapitre, nous avons calculé les besoins en eau domestiques et d'équipements de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane à l'horizon d'étude (2052) à partir desquels nous avons calculé le débit de pointe en prenant en considération tous les coefficients d'irrégularité journaliers et les pertes de fuites en optant un débit maximum horaire (débit de pointe) égal à 261,8532 m³/h=72,737 l/s.

En outre, d'après les résultats obtenus dans ce chapitre, on remarque bien que la consommation maximale journalière a presque doublée avec la population de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane qu'il est donc obligatoire de faire un diagnostic sur le réseau d'eau afin de satisfaire la demande de notre agglomération dans le temps.

A dynamic splash of water in shades of blue, with droplets and bubbles, set against a light blue background. The splash is contained within a rounded rectangular frame with a white border and a subtle drop shadow.

Chapitre III
Diagnostic du
systeme d'AEP

A faded, semi-transparent version of the water splash image from the top section, mirroring its composition and colors.

Diagnostic du
systeme d'AEP

Chapitre III : Diagnostic du système d'AEP de l'ancienne ville de SEG

III.1 Introduction

Située dans un endroit bien placé, l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane représente la cité authentique par excellence. Néanmoins, son système d'alimentation en eau potable se trouve dans un état dégradé et vieilli.

Dans le chapitre présent, nous allons découvrir l'état et la qualité de ce même système, à savoir son ancienneté et ses problèmes, ainsi son diagnostic en vérifiant les paramètres hydrauliques afin de connaître son état et s'il nécessite une réhabilitation.

Le diagnostic englobe le système d'AEP actuel à savoir :

- Le réseau de distribution ;
- La station de pompage ;
- L'adduction ;
- L'ouvrage de stockage.

III.2 Diagnostic du réseau de distribution

L'alimentation en eau potable de l'ancienne ville de SEG est gravitaire à partir du réservoir R2×6000 m³ par une conduite en fonte de diamètre 300 mm sur un linéaire de 2700 ml.

Le réseau de distribution de l'ancienne ville est un réseau maillé constitué des conduites en amiante ciment de différents diamètres (tableau III.1) sur un linéaire de 9180 ml. Toutes les canalisations ont plus de 30 ans, c'est un réseau vétuste qui nécessite une réhabilitation.

Tableau III.1: Conduites de distribution existantes à l'ancienne ville de SEG

Matériau	Linéaire (ml)	Diamètre (mm)	Etat
Amiante ciment	1740	80	Mauvais
	2585	100	
	1800	150	
	745	200	
	555	250	
	620	300	
	755	400	
	380	200	

Ce réseau de distribution est un vieux réseau qui a été réalisé en 1985 c'est-à-dire qu'il a 37 ans. Ses conduites sont en mauvais état au point où il existe des canalisations qui ne peuvent pas acheminer l'eau potable, elles sont pleines de calcaire et dissipent une grande quantité d'eau (les pertes admissibles représentent 55% du volume d'eau facturé d'après l'ADE de SEG). De plus, l'amiante ciment est déconseillé pour l'eau potable en raison de problèmes de santé. (Figure III.1).



Figure III.1: Conduite en amiante ciment

III.2.1 Débits en route et aux nœuds du réseau actuel à l'heure de pointe

Le calcul des débits en route et aux nœuds du réseau de distribution actuel à l'heure de pointe est représenté dans le tableau (II.2).

Tableau IV.2: Résultats de calcul des débits en route et aux nœuds à l'heure de pointe à l'horizon actuel 2022

Nœud	Tronçon	Linéaire (ml)	Diamètre (mm)	Qs (l/s/ml)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
1	R-N1	2700	300	0,0056	15,12	8,701
	N1-N2	125	250		0,7	
2	N2-N1	125	250		0,7	1,6478
	N2-N75	380	200		2,128	
	N2-N3	30	250		0,168	
3	N3-N2	30	250		0,168	0,5852
	N3-N67	95	150		0,532	
	N3-N4	65	250		0,364	
4	N4-N3	65	250		0,364	0,89936
	N4-N66	97	100		0,5432	
	N4-N5	130	250		0,728	
5	N5-N4	130	250		0,728	0,9086
	N5-N65	100	100		0,56	
	N5-N6	65	250		0,364	
6	N6-N5	65	250		0,364	0,63448
	N6-N64	101	100		0,5656	
	N6-N6'	40	250	0,224		
6'	N6'-N6	40	250	0,224	0,85836	
	N6'-N76	145	100	0,812		
	N6'-N7	37	250	0,2072		

Chapitre III Diagnostic du système d'AEP de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane

7	N7-N6'	37	250	0,0056	0,2072	0,5236
	N7-N63	105	100		0,588	
	N7-N8	28	250		0,1568	
8	N8-N7	28	250		0,1568	0,99522
	N8-N62	116	100		0,6496	
	N8-N9	65	200		0,364	
9	N9-N8	65	200		0,364	0,98252
	N9-N47'	112	125		0,6272	
	N9-N61	108	125		0,6048	
10	N9-N10	34	200		0,1904	0,90802
	N10-N9	34	200		0,1904	
	N10-N47	112	80		0,6272	
	N10-N60	107	100		0,5992	
11	N10-N11	36	200		0,2016	0,72939
	N11-N10	36	200		0,2016	
	N11-N45	50	100		0,28	
	N11-N58	80	100		0,448	
12	N11-N12	54	100		0,3024	0,66406
	N12-N11	54	100		0,3024	
	N12-N57	80	100		0,448	
13	N12-N13	67	100	0,3752	0,45276	
	N13-N12	67	100	0,3752		
	N13-N43	50	80	0,28		
14	N13-N14	30	100	0,168	0,53247	
	N14-N13	30	100	0,168		
	N14-N56	80	80	0,448		
15	N14-N15	58	100	0,3248	0,80076	
	N15-N14	58	100	0,3248		
	N15-N42	50	100	0,28		
	N15-N55	80	100	0,448		
16	N15-N16	60	100	0,336	1,07652	
	N16-N15	60	100	0,336		
	N16-N41	50	80	0,28		
	N16-N54	77	100	0,4312		
17	N16-N17	60	100	0,336	0,72761	
	N17-N16	60	100	0,336		
	N17-N40	40	100	0,224		
	N17-N53	60	100	0,336		
18	N17-N18	59	100	0,3304	0,67915	
	N18-N17	59	100	0,3304		
	N18-N39	50	100	0,28		
	N18-N52	42	100	0,2352		
19	N18-N19	60	100	0,336	0,6468	
	N19-N18	60	100	0,336		
	N19-N38	50	80	0,28		
	N19-N51	40	80	0,224		
20	N19-N20	60	100	0,336	0,6776	
	N20-N19	60	100	0,336		

Chapitre III Diagnostic du système d'AEP de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane

	N20-N37	50	80		0,28	
	N20-N50	50	80		0,28	
	N20-N21	60	100		0,336	
21	N21-N20	60	100		0,336	0,83672
	N21-N36	50	150		0,28	
	N21-N49	58	150		0,3248	
	N21-N22	66	100		0,3696	
22	N22-N21	66	100		0,3696	0,723705
	N22-N48	70	100		0,392	
	N22-N23	50	150		0,28	
23	N23-N22	50	150		0,28	0,43305
	N23-N24	90	150		0,504	
24	N24-N23	90	150		0,504	0,4998
	N24-N36	10	150		0,056	
	N24-N25	60	150		0,336	
25	N25-N24	60	150		0,336	0,4312
	N25-N37	20	80		0,112	
	N25-N26	60	150		0,336	
26	N26-N25	60	150		0,336	0,45603
	N26-N38	28	80		0,1568	
	N26-N27	60	150		0,336	
27	N27-N26	60	150		0,336	0,48742
	N27-N39	36	100		0,2016	
	N27-N28	60	150		0,336	
28	N28-N27	60	150		0,336	0,51128
	N28-N40	46	100		0,2576	
	N28-N29	60	150		0,336	
29	N29-N28	60	150		0,336	0,55486
	N29-N41	55	80		0,308	
	N29-N30	65	150		0,364	
30	N30-N29	65	150		0,364	0,77952
	N30-N42	51	100		0,2856	
	N30-N31	93	150		0,5208	
31	N31-N30	93	150	0,0056	0,5208	1,24532
	N31-N43	50	80		0,28	
	N31-N32	36	150		0,2016	
32	N32-N31	36	150		0,2016	0,58613
	N32-N44	60	80		0,336	
	N32-N33	94	150		0,5264	
33	N33-N32	94	150		0,5264	0,5852
	N33-N46	46	100		0,2576	
	N33-N34	50	150		0,28	
34	N34-N33	50	150		0,28	0,43447
	N34-N47	45	80		0,252	
	N34-N35	46	150		0,2576	
35	N35-N34	46	150		0,2576	1,31208
	N35-N47'	58	125		0,3248	
	N35-N75	322	200		1,8032	

Chapitre III Diagnostic du système d'AEP de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane

36	N36-N24	10	150	0,0056	0,056	0,3696
	N36-N21	50	150		0,28	
	N36-N37	60	150		0,336	
37	N37-N36	60	150		0,336	0,5852
	N37-N25	20	80		0,112	
	N37-N20	50	80		0,28	
	N37-N38	60	150		0,336	
38	N38-N37	60	150		0,336	0,60984
	N38-N26	28	80		0,1568	
	N38-N19	50	80		0,28	
	N38-N39	60	150		0,336	
39	N39-N38	60	150		0,336	0,76412
	N39-N27	36	100		0,2016	
	N39-N18	50	100		0,28	
	N39-N40	60	150		0,336	
40	N40-N39	60	150		0,336	0,67007
	N40-N17	40	100		0,224	
	N40-N28	46	100		0,2576	
	N40-N41	60	150		0,336	
41	N41-N40	60	150		0,336	0,69994
	N41-N29	55	80		0,308	
	N41-N16	50	80		0,28	
	N41-N42	60	150		0,336	
42	N42-N41	60	150		0,336	0,774005
	N42-N30	51	100		0,2856	
	N42-N15	50	100		0,28	
	N42-N43	90	150		0,504	
43	N43-N42	90	150		0,504	0,73449
	N43-N31	50	80		0,28	
	N43-N13	50	80		0,28	
	N43-N44	35	150	0,196		
44	N44-N43	35	150	0,196	0,52223	
	N44-N32	60	80	0,336		
	N44-N45	72	150	0,4032		
45	N45-N44	72	150	0,4032	0,56688	
	N45-N11	50	100	0,28		
	N45-N46	60	100	0,336		
46	N46-N45	60	100	0,336	0,83067	
	N46-N33	46	100	0,2576		
	N46-N47	50	100	0,28		
47	N47-N46	50	100	0,28	0,74536	
	N47-N10	112	80	0,6272		
	N47-N34	45	80	0,252		
	N47-N47'	35	100	0,196		
47'	N47'-N47	35	100	0,196	0,63159	
	N47'-N9	112	125	0,6272		
	N47'-N35	58	125	0,3248		
48	N48-N22	70	100	0,392	0,39424	

Chapitre III Diagnostic du système d'AEP de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane

	N48-N49	58	150		0,3248	
49	N49-N48	58	150		0,3248	0,55018
	N49-N21	58	150		0,3248	
	N49-N50	60	150		0,336	
50	N50-N49	60	150		0,336	0,5236
	N50-N20	50	80		0,28	
	N50-N51	60	150		0,336	
51	N51-N50	60	150		0,336	0,6628
	N51-N19	40	80		0,224	
	N51-N52	60	150		0,336	
52	N52-N51	60	150		0,336	0,49896
	N52-N18	42	100		0,2352	
	N52-N53	60	150		0,336	
53	N53-N52	60	150		0,336	0,59834
	N53-N17	60	100		0,336	
	N53-N54	60	150		0,336	
54	N54-N53	60	150		0,336	0,77524
	N54-N16	77	100		0,4312	
	N54-N55	60	150		0,336	
55	N55-N54	60	150		0,336	1,2288
	N55-N15	80	100		0,448	
	N55-N56	58	150		0,3248	
56	N56-N55	58	150		0,3248	0,70224
	N56-N14	80	80		0,448	
	N56-N57	90	150		0,504	
57	N57-N56	90	150		0,504	1,05217
	N57-N12	80	100		0,448	
	N57-N58	53	150		0,2968	
58	N58-N57	53	150		0,2968	0,52721
	N58-N11	80	100		0,448	
	N58-N59	30	150		0,168	
59	N59-N58	30	150		0,168	0,2464
	N59-N60	50	150		0,28	
60	N60-N59	50	150		0,28	0,79539
	N60-N68	35	100		0,196	
	N60-N10	107	100		0,5992	
	N60-N61	36	150	0,0056	0,2016	
61	N61-N60	36	150		0,2016	0,64988
	N61-N69	35	80		0,196	
	N61-N9	108	125		0,6048	
	N61-N62	32	150		0,1792	
62	N62-N61	32	150		0,1792	0,95666
	N62-N71	98	200		0,5488	
	N62-N8	116	100		0,6496	
	N62-N63	64	150		0,3584	
63	N63-N62	64	150		0,3584	2,29612
	N63-N7	105	100		0,588	
	N63-N64	70	150		0,392	

64	N64-N63	70	150	0,0056	0,392	1,09096
	N64-N72	80	100		0,448	
	N64-N6	101	100		0,5656	
	N64-N65	61	150		0,3416	
65	N65-N64	61	150		0,3416	1,4834
	N65-N73	64	100		0,3584	
	N65-N5	100	100		0,56	
	N65-N66	130	150		0,728	
66	N66-N65	130	150		0,728	0,97636
	N66-N74	25	100		0,14	
	N66-N4	97	100		0,5432	
	N66-N67	65	150		0,364	
67	N67-N66	65	150		0,364	0,4928
	N67-N3	95	150		0,532	
68	N68-N60	35	100		0,196	0,21955
	N68-N69	36	80		0,2016	
69	N69-N68	36	80		0,2016	0,40964
	N69-N61	35	80		0,196	
	N69-N70	62	80		0,3472	
70	N70-N69	62	80		0,3472	0,19366
71	N71-N62	98	200	0,5488	0,71456	
	N71-N72	134	100	0,7504		
72	N72-N71	134	100	0,7504	0,65912	
	N72-N64	80	100	0,448		
73	N73-N65	64	100	0,3584	0,61292	
	N73-N74	135	100	0,756		
74	N74-N73	135	100	0,756	0,4928	
	N74-N66	25	100	0,14		
75	N75-N2	380	200	2,128	2,16216	
	N75-N35	322	200	1,8032		
76	N76-N6'	145	100	0,812	0,4466	

III.2.2 Etat des nœuds et des arcs du réseau de distribution à l'heure de pointe

Les tableaux (III.3) et (III.4) ainsi la figure (III.2) représentent l'état des nœuds et des arcs du réseau de distribution à l'heure de pointe.

Tableau III.3: Etat des nœuds du réseau actuel à l'heure de pointe

ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud n13	885,1	0,45276	952,54	67,44
Noeud n14	885,23	0,53247	952,51	67,28
Noeud n43	885,95	0,73449	952,53	66,58
Noeud n56	880	0,70224	952,52	72,52
Noeud n15	883,95	0,80076	952,46	68,51
Noeud n55	878,95	1,2288	952,46	73,51
Noeud n42	887,3	0,774005	952,46	65,16
Noeud n16	882,44	1,07652	952,41	69,97
Noeud n54	877,45	0,77524	952,42	74,97
Noeud n41	886,5	0,69994	952,42	65,92
Noeud n17	881	0,72761	952,39	71,39
Noeud n53	876,25	0,59834	952,39	76,14
Noeud n40	885,1	0,67007	952,39	67,29
Noeud n18	879,65	0,67915	952,37	72,72
Noeud n52	875,85	0,49896	952,37	76,52
Noeud n39	883,9	0,76412	952,37	68,47
Noeud n19	879	0,6468	952,36	73,36
Noeud n51	876,55	0,6628	952,36	75,81
Noeud n38	883,10	0,60984	952,36	69,26
Noeud n20	881,1	0,6776	952,36	71,26
Noeud n50	877,9	0,5236	952,36	74,46
Noeud n37	883,85	0,5852	952,36	68,51
Noeud n21	882,85	0,83672	952,35	69,50
Noeud n49	880	0,55018	952,35	72,35
Noeud n22	881,45	0,723705	952,35	70,90
Noeud n48	880,7	0,39424	952,35	71,65
Noeud n35	880,9	1,31208	952,90	72,00
Noeud n34	881	0,43447	952,82	71,82
Noeud n46	885,45	0,83067	952,72	67,27

ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud n1	907,5	8,701	954,15	46,65
Noeud n2	907	1,6478	953,54	46,54
Noeud n75	877,1	2,16216	953,14	76,04
Noeud n3	906,75	0,5852	953,46	46,71
Noeud n67	909,85	0,4928	953,32	43,47
Noeud n4	903,4	0,89936	953,35	49,95
Noeud n66	904,8	0,97636	953,24	48,44
Noeud n5	899,1	0,9086	953,17	54,07
Noeud n65	896,8	1,4834	953,11	56,31
Noeud n6	895,68	0,63448	953,09	57,41
Noeud n64	893,8	1,09096	953,02	59,22
Noeud n6'	892,43	0,85836	953,05	60,62
Noeud n76	898,1	0,4466	953,04	54,94
Noeud n7	892,2	0,5236	953,02	60,82
Noeud n63	891,35	2,29612	952,95	61,60
Noeud n8	889,2	0,99522	953,00	63,80
Noeud n62	888,6	0,95666	952,90	64,30
Noeud n9	889	0,98252	952,88	63,88
Noeud n61	888,5	0,64988	952,86	64,36
Noeud n47'	888,5	0,63159	952,88	64,38
Noeud n10	888,54	0,90802	952,84	64,30
Noeud n60	887,6	0,79539	952,82	65,22
Noeud n47	887,7	0,74536	952,84	65,14
Noeud n11	887,19	0,72939	952,82	65,63
Noeud n58	885	0,52721	952,73	67,73
Noeud n59	885	0,2464	952,77	67,77
Noeud n12	886,2	0,66406	952,65	66,45
Noeud n57	882,5	1,05217	952,65	70,15

Chapitre III Diagnostic du système d'AEP de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane

ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud n33	881,5	0,5852	952,73	71,23
Noeud n45	885,4	0,56688	952,64	67,24
Noeud n44	885,6	0,52223	952,57	66,97
Noeud n32	884,55	0,58613	952,58	68,03
Noeud n31	885,55	1,24532	952,53	66,98
Noeud n30	888,35	0,77952	952,46	64,11
Noeud n24	884,85	0,4998	952,35	67,50
Noeud n25	883,85	0,4312	952,36	68,51
Noeud n23	884,45	0,43305	952,35	67,90
Noeud n74	904,65	0,4928	953,21	48,56
Noeud n73	893,35	0,61292	953,13	59,78
Noeud n72	890,2	0,65912	952,96	62,76
Noeud n71	884,75	0,71456	952,90	68,15
Noeud n69	886	0,40964	952,83	66,83
Noeud n68	886,7	0,21955	952,83	66,13
Noeud n29	888,75	0,55486	952,42	63,67
Noeud n28	887,25	0,51128	952,39	65,14
Noeud n27	885,7	0,48742	952,38	66,68
Noeud n26	883,7	0,45603	952,36	68,66
Noeud n70	884,35	0,19366	952,83	68,48
Noeud n36	884,8	0,3696	952,35	67,55

Tableau III.4: Etat des arcs du réseau actuel à l'heure de pointe

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit m/km
Tuyau p1	125	250	1,16	4,85
Tuyau p2	380	200	0,44	1,05
Tuyau p3	30	250	0,84	2,62
Tuyau p4	95	150	0,44	1,45
Tuyau p5	65	250	0,67	1,71
Tuyau p6	97	100	0,29	1,14
Tuyau p7	130	250	0,60	1,41
Tuyau p8	100	100	0,20	0,60
Tuyau p9	65	250	0,55	1,19
Tuyau p10	101	100	0,22	0,67
Tuyau p11	40	250	0,50	1,00
Tuyau p12	145	100	0,06	0,06
Tuyau p13	37	250	0,48	0,91
Tuyau p14	105	100	0,20	0,60
Tuyau p15	28	250	0,43	0,76
Tuyau p16	116	100	0,24	0,79
Tuyau p17	65	200	0,59	1,76
Tuyau p18	108	125	0,11	0,15
Tuyau p19	112	200	0,03	0,01
Tuyau p20	34	200	0,48	1,20
Tuyau p21	107	100	0,09	0,15
Tuyau p22	112	200	0,07	0,04
Tuyau p23	36	200	0,35	0,68
Tuyau p24	80	100	0,28	1,03
Tuyau p25	30	150	0,38	1,09
Tuyau p26	54	100	0,50	3,07
Tuyau p27	80	100	0,05	0,05
Tuyau p28	67	100	0,36	1,69

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit. m/km
Tuyau p29	30	100	0,27	1,00
Tuyau p30	50	80	0,05	0,07
Tuyau p31	80	80	0,08	0,15
Tuyau p32	58	100	0,25	0,89
Tuyau p33	80	100	0,03	0,02
Tuyau p34	50	100	0,04	0,03
Tuyau p35	60	100	0,22	0,69
Tuyau p36	77	100	0,04	0,03
Tuyau p37	50	80	0,06	0,10
Tuyau p38	60	100	0,16	0,39
Tuyau p39	60	100	0,02	0,01
Tuyau p40	40	100	0,05	0,05
Tuyau p41	59	100	0,14	0,30
Tuyau p42	42	100	0,02	0,01
Tuyau p43	50	100	0,04	0,03
Tuyau p44	60	100	0,11	0,20
Tuyau p45	40	80	0,03	0,02
Tuyau p46	50	80	0,05	0,05
Tuyau p47	60	100	0,08	0,10
Tuyau p48	50	80	0,03	0,02
Tuyau p49	50	80	0,04	0,05
Tuyau p50	60	100	0,04	0,03
Tuyau p51	58	150	0,00	0,00
Tuyau p53	66	100	0,03	0,02
Tuyau p54	70	100	0,02	0,01
Tuyau p55	58	150	0,03	0,01
Tuyau p56	60	150	0,06	0,04
Tuyau p57	60	150	0,10	0,10
Tuyau p58	60	150	0,15	0,19

Chapitre III Diagnostic du système d'AEP de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit m/km
Tuyau p59	60	150	0,18	0,29
Tuyau p60	60	150	0,23	0,43
Tuyau p61	60	150	0,29	0,67
Tuyau p62	58	150	0,37	1,06
Tuyau p63	90	150	0,43	1,42
Tuyau p64	53	150	0,47	1,65
Tuyau p65	58	125	0,16	0,30
Tuyau p66	322	200	0,38	0,77
Tuyau p67	35	100	0,31	1,26
Tuyau p68	45	80	0,14	0,42
Tuyau p69	46	150	0,48	1,74
Tuyau p70	50	100	0,42	2,22
Tuyau p71	46	100	0,02	0,01
Tuyau p72	50	150	0,50	1,84
Tuyau p73	72	150	0,35	0,98
Tuyau p74	60	80	0,09	0,18
Tuyau p75	94	150	0,46	1,57
Tuyau p76	35	150	0,35	0,96
Tuyau p77	50	80	0,02	0,01
Tuyau p78	36	150	0,40	1,22
Tuyau p79	90	150	0,33	0,85
Tuyau p80	51	100	0,03	0,01
Tuyau p81	93	150	0,32	0,82
Tuyau p82	60	150	0,28	0,63
Tuyau p83	60	150	0,23	0,44
Tuyau p84	60	150	0,18	0,30
Tuyau p85	60	150	0,14	0,18
Tuyau p86	60	150	0,10	0,10
Tuyau p89	60	150	0,07	0,05

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit. m/km
Tuyau p90	90	150	0,04	0,02
Tuyau p91	50	150	0,02	0,00
Tuyau p92	25	100	0,28	1,04
Tuyau p93	135	100	0,21	0,65
Tuyau p94	64	100	0,14	0,29
Tuyau p95	80	100	0,25	0,83
Tuyau p96	134	100	0,16	0,39
Tuyau p97	98	200	0,02	0,00
Tuyau p98	36	80	0,10	0,21
Tuyau p99	35	100	0,03	0,02
Tuyau p100	50	100	0,54	3,56
Tuyau p101	60	100	0,33	1,44
Tuyau p102	50	150	0,39	1,17
Tuyau p103	36	150	0,38	1,11
Tuyau p104	32	150	0,40	1,22
Tuyau p105	64	150	0,32	0,79
Tuyau p106	70	150	0,35	0,98
Tuyau p107	61	150	0,43	1,40
Tuyau p108	130	150	0,36	1,02
Tuyau p109	65	150	0,41	1,29
Tuyau p110	55	80	0,02	0,01
Tuyau p111	65	150	0,27	0,58
Tuyau p112	46	100	0,03	0,02
Tuyau p113	60	150	0,23	0,44
Tuyau p114	36	100	0,04	0,02
Tuyau p115	60	150	0,18	0,30
Tuyau p116	28	80	0,04	0,02
Tuyau p117	60	150	0,14	0,18
Tuyau p118	20	80	0,03	0,02

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit m/km
Tuyau p119	60	150	0,11	0,11
Tuyau p120	62	80	0,04	0,03
Tuyau p121	35	80	0,22	0,89
Tuyau 1	60	150	0,07	0,05
Tuyau 2	50	150	0,04	0,02
Tuyau 3	10	150	0,00	0,00
Tuyau 4	2700	300	0,93	2,54

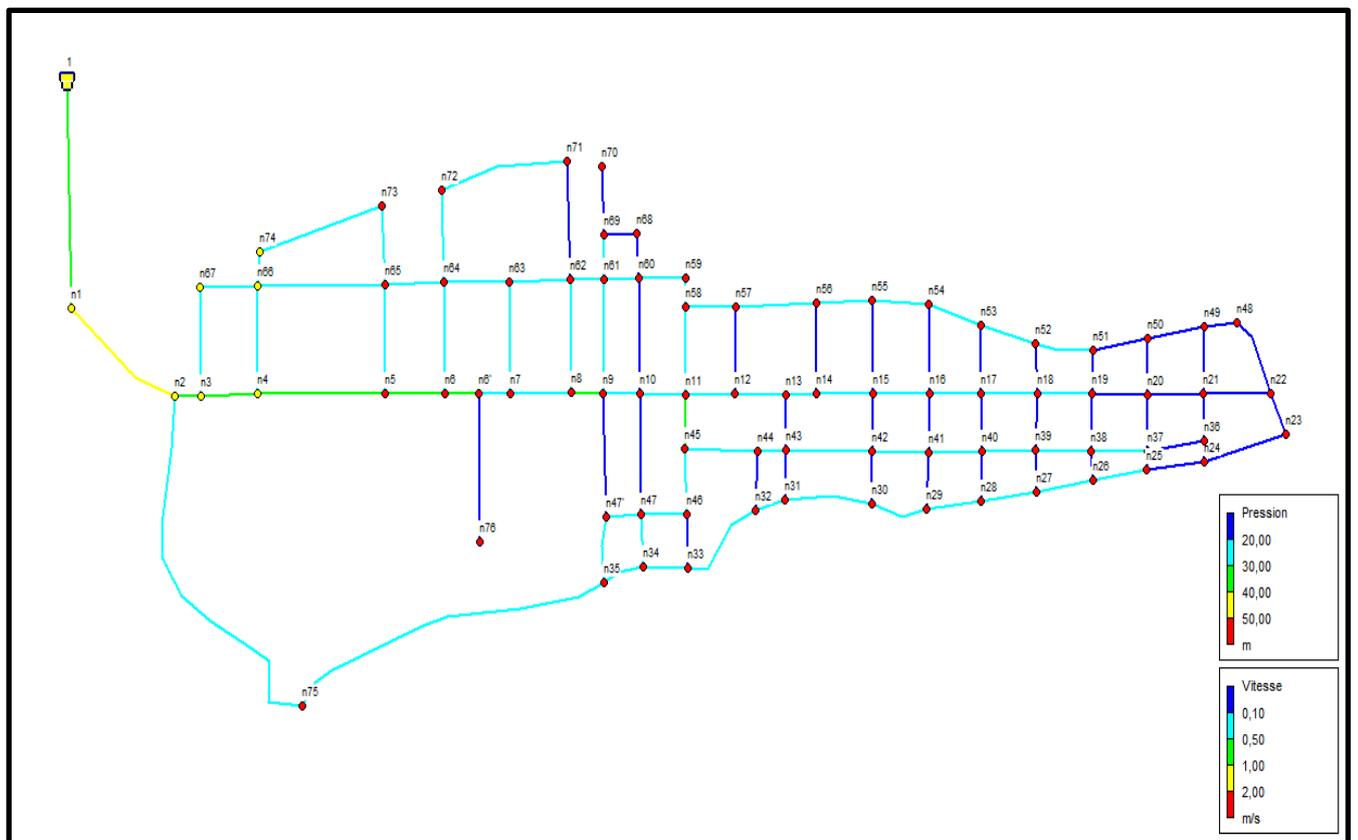


Figure III.2: Etat des nœuds et des arcs du réseau actuel à l'heure de pointe

Les résultats obtenus nous ont montré que notre réseau de distribution est techniquement défaillant vues les faibles vitesses et les pressions élevées qu'on a trouvé.

III.3 Diagnostic de l'adduction

L'adduction de l'eau potable se fait de la station de pompage n°10 (SP10) jusqu'à l'ouvrage de stockage R2×6000 m³, elle est en bon état et ses caractéristiques sont résumés dans le tableau (III.4) :

Tableau III.5: Adduction de SP10 à R2×6000

Adduction	Matériau	Diamètre (mm)	Linéaire (ml)	Destination
Refolement	Fonte	500	4720	Commune de Sour El-Ghozlane

III.4 Diagnostic de la station de pompage SP10

La station de pompage SP10 située à l'est de la ville de Sour El-Ghozlane à Hai Toum sur la RN8. Elle est alimentée par refolement par la station de pompage SP9 qui se situe à Raouraoua d'une conduite en fonte de diamètre 900 mm par le barrage de Koudiat Acerdoune. (Figure III.3).



Figure III.3: Station de pompage SP10

Elle contient :

- Deux baches de stockage d'eau semi-enterrées d'une capacité de 500 m³ pour chacune d'elle :

- Une bâche à eau est destinée au réservoir $R2 \times 6000 \text{ m}^3$ pour alimenter la commune de Sour El-Ghozlane dont la cote radier est 835 m et celle de trop plein est de l'ordre de 840 m ;
 - Une autre bâche à eau est destinée à alimenter quelques communes de la wilaya de M'sila (les communes de Sidi Aissa et Ain Lhdjal).
- Deux groupes électropompes horizontales : deux pompes centrifuges identiques dont la HMT = 124 m et $Q = 886 \text{ m}^3/\text{h}$.

Tous les équipements de la SP10 sont en bon état vue sa date de réalisation qui était en 2014.

III.5 Diagnostic de l'ouvrage de stockage

L'eau pompée de la station de pompage SP10 à l'aide d'une conduite en fonte d'un diamètre de 500 mm et un linéaire $L = 4720 \text{ m}$ vers le réservoir $R2 \times 6000 \text{ m}^3$; ce dernier s'agit de deux réservoirs identiques semi-enterrés d'une capacité de 6000 m^3 de chacun et d'une forme géométrique rectangulaire dont sa cote radier est de l'ordre de 959 m. (Figure III.4).



Figure III.4: Réservoir existant $R2 \times 6000$

III.5.1 Etat des équipements de l'ouvrage de stockage**Tableau III.6: Etat des équipements du réservoir R2×6000**

Equipements	Type du matériau	Diamètre (mm)	Etat
Conduite d'entrée	Fonte	500	Bon
Conduite de sortie	Fonte	400	
Conduite de distribution	Fonte	400	
Conduite trop plein	Acier	500	
Conduite de vidange	Fonte	500	
Vanne de départ	Fonte	400	
Vanne de vidange	Fonte	500	

Dans l'ensemble, le réservoir existant est en bon état vue la date de sa réalisation qui était en 2014.

III.6 Conclusion

En conclusion, un diagnostic est fait sur le réseau de distribution, l'adduction, la station de pompage et l'ouvrage de stockage de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane.

La station de pompage SP10 et tous ses équipements sont en bon état ainsi l'adduction en refoulement et le réservoir R2×6000 m³ qui sont été réalisés récemment en 2014.

Le réseau de distribution est un réseau maillé d'un linéaire de 9180 ml en amiante-ciment de différents diamètres qui est un réseau vétuste, il a été réalisé en 1985 et il est en mauvais état. La simulation du réseau de distribution actuel à l'heure de pointe nous a donné l'état des nœuds et des arcs. Cette dernière montre qu'il y a des pressions supérieures à 60 m qui arrivent jusqu'au 76 m ainsi les vitesses d'écoulement de l'eau dans les conduites ne sont pas dans les limites souhaitées où on a enregistré des vitesses nulles et cela, nous favorise les dépôts qui sont difficiles à évacuer et l'air s'achemine difficilement vers les points hauts ce qu'explique que ce réseau ne fonctionne pas correctement à l'heure de pointe.

The background of the slide features a dynamic splash of water in shades of blue and white, creating a sense of movement and freshness. The text is overlaid on this background.

Chapitre IV
Réhabilitation du réseau
de distribution d'AEP

de distribution d'AEP
Réhabilitation du réseau

Chapitre IV : Réhabilitation du réseau de distribution d'AEP

IV.1 Introduction

Dans ce présent chapitre, on va dimensionner le réseau de distribution d'alimentation en eau potable de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane qui a pour but d'amener l'eau à tous les abonnés et à tous les points de l'agglomération en quantité suffisante et avec des vitesses et des pression acceptables.

Notre travail est basé sur deux parties : la première qui est le dimensionnement du réseau de distribution d'AEP actuel afin de faire un diagnostic et voir l'état des arcs et des nœuds à l'heure de pointe et à l'heure de pointe plus incendie. La deuxième partie c'est le dimensionnement du réseau de distribution d'AEP de notre région d'étude d'ici à trente ans (à l'horizon 2052) dans le but de faire une réhabilitation de ce réseau.

IV.2 Description d'un réseau d'AEP

Un réseau d'eau potable est un ensemble de circuits hydrauliques qui permettent de véhiculer l'eau potable depuis le réservoir jusqu'aux abonnés ou jusqu'aux différents consommateurs avec des vitesses acceptables et des pressions suffisantes. L'eau est distribuée aux consommateurs par des réseaux de conduites locaux, à l'intérieur de la zone à alimenter. Les principaux éléments d'un réseau de distribution sont :

- Les réservoirs ;
- Les conduites de différents diamètres et natures ;
- Les branchements ;
- Les accessoires et les pièces spéciales. (2)

IV.3 Types de réseaux de distribution

Le réseau de distribution peut prendre plusieurs schémas qui seront choisis selon le type, la structure et l'importance de l'agglomération. Ces réseaux peuvent être maillés ou ramifiés. En général, on utilise les réseaux maillés dans les zones urbaines et les réseaux ramifiés dans les zones rurales. (2)

IV.3.1 Réseau ramifié

L'eau circule dans les tronçons dans un seul sens : des conduites principales vers les conduites secondaires. Ce réseau est économique et facile à calculer mais le manque de sécurité (en cas de rupture d'une conduite principale, tous les abonnés situés à l'aval seront privés d'eau) reste son inconvénient. (2)

IV.3.2 Réseau maillé

Dérive du réseau ramifié par la connexion des extrémités des conduites permettant une alimentation de retour. Il est plus sécurisé (en cas de rupture d'une conduite, il suffit de l'isoler et tous les abonnés situés à l'aval seront alimentés par les autres tronçons) avec une réparation plus uniforme de pression et du débit mais il est quand-même plus coûteux et plus difficile à calculer. (2)

IV.3.3 Réseau mixte

Le réseau mixte lorsque ce dernier est constitué d'une partie ramifiée et une autre maillée permettant d'alimenter quelques zones isolées de l'agglomération. (2)

IV.3.4 Réseau étagé

Il est constitué de réseaux indépendants, permettant d'éviter les hautes pressions au niveau des points bas en cas de reliefs accidentés et des dénivelés importantes. Un réservoir intermédiaire permettant de régler les pressions au niveau des points bas bus réseau doit être installé. (2)

IV.4 Calcul hydraulique du réseau de distribution

Le réseau de distribution de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane est un réseau maillé, donc des calculs seront effectués afin de dimensionner ce réseau.

IV.4.1 Débit spécifique

Le débit spécifique est le rapport entre le débit max horaire (débit de pointe) et la somme des longueurs des tronçons du réseau (formule IV.1).

$$Q_s = \frac{Q_p}{\sum L_i} \text{ (l/s/ml)} \dots\dots\dots \text{ (IV.1)}$$

Avec : Q_s : Débit spécifique (l/s/ml) ;

Q_p : Débit de pointe (l/s) ;

$\sum L_i$: Somme des longueurs des tronçons du réseau (ml).

Tableau IV.1: Détermination du débit spécifique actuel et à long terme

Horizon	Actuel 2022	Long terme 2052
Qp (l/s)	51,163	72,737
ΣLi (ml)	9180	9180
Qs (l/s/ml)	0,0056	0,0079

IV.4.2 Débit en route

Le débit en route est calculé par la relation (IV.2).

$$Q_{ri} = Q_s \times L_i \text{ (l/s)} \dots\dots\dots \text{(IV.2)}$$

Avec: Q_{ri} : Débit en route dans le tronçon I (l/s);

Q_s : Débit spécifique (l/s/ml) ;

L_i : Longueur du tronçon (mm).

IV.4.3 Débit aux nœuds

Le débit aux nœuds est le débit concentré en chaque jonction des conduites du réseau, il est déterminé par la relation (IV.3).

$$Q_{ni} = 0,5 \sum Q_{ri} + \sum Q_{ci} \text{ (l/s)} \dots\dots\dots \text{(IV.3)}$$

Avec: Q_{ni} : Débit au nœud **i** (l/s) ;

$\sum Q_{ri}$: Somme des débits en route des tronçons reliés au nœud **i** (l/s) ;

$\sum Q_{ci}$: Somme des débits concentrés aux nœuds **i** (l/s).

On doit calculer les débits en route et aux nœuds à l'heure de pointe à l'horizon 2052 (tableau IV.2).

Tableau IV.2: Résultats de calcul des débits en route et aux nœuds à l'heure de pointe à l'horizon 2052

Nœud	Tronçon	Linéaire (ml)	Qs (l/s/ml)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
1	R-N1	2700	0,0079	21,33	12,27
	N1-N2	125		0,9875	
2	N2-N1	125		0,9875	2,32
	N2-N75	380		3,002	
	N2-N3	30		0,237	
3	N3-N2	30		0,237	0,826
	N3-N67	95		0,7505	
	N3-N4	65		0,5135	
4	N4-N3	65		0,5135	1,2687
	N4-N66	97		0,7663	
	N4-N5	130		1,027	
5	N5-N4	130		1,027	1,2818
	N5-N65	100		0,79	
	N5-N6	65		0,5135	
6	N6-N5	65		0,5135	1,395
	N6-N64	101		0,5656	
	N6-N6'	40		0,316	
6'	N6'-N6	40		0,316	1,3096
	N6'-N76	145		1,1455	
	N6'-N7	37		0,2923	
7	N7-N6'	37	0,2923	0,73865	
	N7-N63	105	0,8295		
	N7-N8	28	0,2212		
8	N8-N7	28	0,2212	1,2596	
	N8-N62	116	0,9164		
	N8-N9	65	0,5135		
9	N9-N8	65	0,5135	1,386	
	N9-N47'	112	0,8848		
	N9-N61	108	0,8532		
	N9-N10	34	0,2686		
10	N10-N9	34	0,2686	1,291	
	N10-N47	112	0,8848		
	N10-N60	107	0,8453		
	N10-N11	36	0,2844		
11	N11-N10	36	0,2844	1,0583	
	N11-N45	50	0,395		
	N11-N58	80	0,632		
	N11-N12	54	0,4266		
12	N12-N11	54	0,4266	0,962	
	N12-N57	80	0,632		
	N12-N13	67	0,5293		

13	N13-N12	67	0,0079	0,5293	0,6387
	N13-N43	50		0,395	
	N13-N14	30		0,237	
14	N14-N13	30		0,237	0,73293
	N14-N56	80		0,632	
	N14-N15	58		0,4582	
15	N15-N14	58		0,4582	1,151
	N15-N42	50		0,395	
	N15-N55	80		0,632	
	N15-N16	60		0,474	
16	N16-N15	60		0,474	1,6978
	N16-N41	50		0,395	
	N16-N54	77		0,6083	
	N16-N17	60		0,474	
17	N17-N16	60		0,474	1,0565
	N17-N40	40		0,316	
	N17-N53	60		0,474	
	N17-N18	59		0,4661	
18	N18-N17	59		0,4661	1,496
	N18-N39	50		0,395	
	N18-N52	42		0,3318	
	N18-N19	60		0,474	
19	N19-N18	60		0,474	0,91245
	N19-N38	50		0,395	
	N19-N51	40		0,316	
	N19-N20	60		0,474	
20	N20-N19	60	0,474	0,96	
	N20-N37	50	0,395		
	N20-N50	50	0,395		
	N20-N21	60	0,474		
21	N21-N20	60	0,474	1,245	
	N21-N36	50	0,395		
	N21-N49	58	0,4582		
	N21-N22	66	0,5214		
22	N22-N21	66	0,5214	0,8105	
	N22-N48	70	0,553		
	N22-N23	50	0,395		
23	N23-N22	50	0,395	0,612	
	N23-N24	90	0,711		
24	N24-N23	90	0,711	0,709	
	N24-N36	10	0,079		
	N24-N25	60	0,474		
25	N25-N24	60	0,474	0,6083	
	N25-N37	20	0,158		
	N25-N26	60	0,474		
26	N26-N25	60	0,474	0,643	
	N26-N38	28	0,2212		
	N26-N27	60	0,474		

27	N27-N26	60	0,0079	0,474	0,6915
	N27-N39	36		0,2844	
	N27-N28	60		0,474	
28	N28-N27	60		0,474	0,72127
	N28-N40	46		0,3634	
	N28-N29	60		0,474	
29	N29-N28	60		0,474	0,7912
	N29-N41	55		0,4345	
	N29-N30	65		0,5135	
30	N30-N29	65		0,5135	1,1767
	N30-N42	51		0,4029	
	N30-N31	93		0,7347	
31	N31-N30	93		0,7347	2,15
	N31-N43	50		0,395	
	N31-N32	36		0,2844	
32	N32-N31	36		0,2844	0,8274
	N32-N44	60		0,474	
	N32-N33	94		0,7426	
33	N33-N32	94		0,7426	0,825
	N33-N46	46		0,3634	
	N33-N34	50		0,395	
34	N34-N33	50		0,396	0,6135
	N34-N47	45		0,3555	
	N34-N35	46		0,3634	
35	N35-N34	46		0,3634	1,85097
	N35-N47'	58		0,4582	
	N35-N75	322		2,5438	
36	N36-N24	10		0,079	0,5214
	N36-N21	50		0,395	
	N36-N37	60		0,474	
37	N37-N36	60		0,474	0,8255
	N37-N25	20		0,158	
	N37-N20	50		0,395	
	N37-N38	60		0,474	
38	N38-N37	60		0,474	0,86
	N38-N26	28		0,2212	
	N38-N19	50		0,395	
	N38-N39	60		0,474	
39	N39-N38	60		0,474	1,02471
	N39-N27	36	0,2844		
	N39-N18	50	0,395		
	N39-N40	60	0,474		
40	N40-N39	60	0,474	0,965	
	N40-N17	40	0,316		
	N40-N28	46	0,3634		
	N40-N41	60	0,474		
41	N41-N40	60	0,474	0,99	
	N41-N29	55	0,4345		

	N41-N16	50		0,395	
	N41-N42	60		0,474	
42	N42-N41	60		0,474	1,092
	N42-N30	51		0,4029	
	N42-N15	50		0,395	
	N42-N43	90		0,711	
				0,711	
43	N43-N42	90		0,395	1,596
	N43-N31	50		0,395	
	N43-N13	50		0,2765	
	N43-N44	35		0,2765	
44	N44-N43	35		0,474	0,741
	N44-N32	60		0,5688	
	N44-N45	72		0,5688	
45	N45-N44	72		0,395	0,8033
	N45-N11	50		0,474	
	N45-N46	60		0,474	
46	N46-N45	60		0,3634	1,3698
	N46-N33	46		0,395	
	N46-N47	50		0,395	
47	N47-N46	50	0,0079	0,395	1,0515
	N47-N10	112		0,8848	
	N47-N34	45		0,3555	
	N47-N47'	35		0,2765	
47'	N47'-N47	35		0,2765	0,891
	N47'-N9	112		0,8848	
	4N7'-N35	58		0,4582	
48	N48-N22	70		0,553	0,556
	N48-N49	58		0,4582	
49	N49-N48	58		0,4582	0,7728
	N49-N21	58		0,474	
	N49-N50	60		0,474	
50	N50-N49	60		0,395	0,7386
	N50-N20	50		0,474	
	N50-N51	60		0,474	
51	N51-N50	60		0,316	1,0312
	N51-N19	40		0,474	
	N51-N52	60		0,474	
52	N52-N51	60	0,0079	0,474	0,7039
	N52-N18	42		0,3318	
	N52-N53	60		0,474	
53	N53-N52	60		0,474	0,869
	N53-N17	60		0,474	
	N53-N54	60		0,474	
54	N54-N53	60		0,474	1,1859
	N54-N16	77		0,6083	
	N54-N55	60		0,474	
55	N55-N54	60		0,474	1,0977
	N55-N15	80		0,632	

	N55-N56	58		0,4582	
56	N56-N55	58		0,4582	0,99
	N56-N14	80		0,632	
	N56-N57	90		0,711	
57	N57-N56	90		0,711	1,3343
	N57-N12	80		0,632	
	N57-N58	53		0,4187	
58	N58-N57	53		0,4187	0,7667
	N58-N11	80		0,632	
	N58-N59	30		0,2528	
59	N59-N58	30		0,2528	0,3563
	N59-N60	50		0,395	
60	N60-N59	50		0,395	1,17466
	N60-N68	35		0,2765	
	N60-N10	107		0,8453	
	N60-N61	36		0,2844	
61	N61-N60	36		0,2844	0,9168
	N61-N69	35		0,2765	
	N61-N9	108		0,8532	
	N61-N62	32		0,2528	
62	N62-N61	32		0,2528	1,35063
	N62-N71	98		0,7742	
	N62-N8	116		0,9164	
	N62-N63	64		0,5056	
63	N63-N62	64		0,5056	4,124
	N63-N7	105		0,8295	
	N63-N64	70		0,553	
64	N64-N63	70		0,553	1,612
	N64-N72	80		0,632	
	N64-N6	101		0,7979	
	N64-N65	61		0,4819	
65	N65-N64	61	0,0079	0,4819	2,3134
	N65-N73	64		0,5056	
	N65-N5	100		0,79	
	N65-N66	130		1,027	
66	N66-N65	130		1,027	1,3774
	N66-N74	25		0,1975	
	N66-N4	97		0,7663	
	N66-N67	65		0,5135	
67	N67-N66	65		0,5135	0,6952
	N67-N3	95		0,7505	
68	N68-N60	35		0,2765	0,3102
	N68-N69	36		0,2844	
69	N69-N68	36		0,2844	0,57788
	N69-N61	35		0,2765	
	N69-N70	62		0,4898	
70	N70-N69	62		0,4898	0,27473
71	N71-N62	98		0,7742	1,00804

	N71-N72	134		1,0586	
72	N72-N71	134		1,0586	0,92983
	N72-N64	80		0,632	
73	N73-N65	64		0,5056	0,86465
	N73-N74	135		1,0665	
74	N74-N73	135		1,0665	0,6952
	N74-N66	25		0,1975	
75	N75-N2	380		3,002	3,05
	N75-N35	322		2,5438	
76	N76-N6'	145		1,1455	0,63

Les résultats des débits en route et aux nœuds à l'heure de pointe + incendie à l'horizon 2052 sont représentés dans le tableau (IV.3). Le point d'incendie est situé dans le point le plus défavorable avec un débit de 17 l/s.

Tableau IV.3: Résultats de calcul des débits en route et aux nœuds à l'heure de pointe + incendie à l'horizon 2052

Nœud	Tronçon	Linéaire (ml)	Qs (l/s/ml)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
1	R-N1	2700	0,0079	21,33	12,27
	N1-N2	125		0,9875	
2	N2-N1	125		0,9875	2,32
	N2-N75	380		3,002	
	N2-N3	30		0,237	
3	N3-N2	30		0,237	0,826
	N3-N67	95		0,7505	
	N3-N4	65		0,5135	
4	N4-N3	65		0,5135	1,2687
	N4-N66	97		0,7663	
	N4-N5	130	1,027		
5	N5-N4	130	1,027	1,2818	
	N5-N65	100	0,79		
	N5-N6	65	0,5135		
6	N6-N5	65	0,5135	1,395	
	N6-N64	101	0,5656		
	N6-N6'	40	0,316		
6'	N6'-N6	40	0,316	1,3096	
	N6'-N76	145	1,1455		
	N6'-N7	37	0,2923		
7	N7-N6'	37	0,2923	0,73865	
	N7-N63	105	0,8295		
	N7-N8	28	0,2212		
8	N8-N7	28	0,2212	1,2596	
	N8-N62	116	0,9164		
	N8-N9	65	0,5135		
9	N9-N8	65	0,5135	1,386	

	N9-N47'	112		0,8848	
	N9-N61	108		0,8532	
	N9-N10	34		0,2686	
10	N10-N9	34	0,0079	0,2686	18,291
	N10-N47	112		0,8848	
	N10-N60	107		0,8453	
	N10-N11	36		0,2844	
11	N11-N10	36		0,2844	1,0583
	N11-N45	50		0,395	
	N11-N58	80		0,632	
	N11-N12	54		0,4266	
12	N12-N11	54		0,4266	0,962
	N12-N57	80		0,632	
	N12-N13	67		0,5293	
13	N13-N12	67	0,0079	0,5293	0,6387
	N13-N43	50		0,395	
	N13-N14	30		0,237	
14	N14-N13	30		0,237	0,73293
	N14-N56	80		0,632	
	N14-N15	58		0,4582	
15	N15-N14	58		0,4582	1,151
	N15-N42	50		0,395	
	N15-N55	80		0,632	
	N15-N16	60		0,474	
16	N16-N15	60	0,0079	0,474	1,6978
	N16-N41	50		0,395	
	N16-N54	77		0,6083	
17	N16-N17	60		0,474	1,0565
	N17-N16	60		0,474	
	N17-N40	40		0,316	
	N17-N53	60		0,474	
18	N17-N18	59		0,4661	1,496
	N18-N17	59		0,4661	
	N18-N39	50		0,395	
	N18-N52	42		0,3318	
19	N18-N19	60		0,474	0,91245
	N19-N18	60		0,474	
	N19-N38	50		0,395	
	N19-N51	40		0,316	
20	N19-N20	60		0,474	0,96
	N20-N19	60		0,474	
	N20-N37	50		0,395	
	N20-N50	50		0,395	
21	N20-N21	60		0,474	1,245
	N21-N20	60		0,474	
	N21-N36	50		0,395	
	N21-N49	58		0,4582	
	N21-N22	66		0,5214	

22	N22-N21	66	0,0079	0,5214	0,8105
	N22-N48	70		0,553	
	N22-N23	50		0,395	
23	N23-N22	50		0,395	0,612
	N23-N24	90		0,711	
24	N24-N23	90		0,711	0,709
	N24-N36	10		0,079	
	N24-N25	60		0,474	
25	N25-N24	60		0,474	0,6083
	N25-N37	20		0,158	
	N25-N26	60		0,474	
26	N26-N25	60		0,474	0,643
	N26-N38	28		0,2212	
	N26-N27	60		0,474	
27	N27-N26	60		0,474	0,6915
	N27-N39	36		0,2844	
	N27-N28	60		0,474	
28	N28-N27	60		0,474	0,72127
	N28-N40	46		0,3634	
	N28-N29	60		0,474	
29	N29-N28	60		0,474	0,7912
	N29-N41	55		0,4345	
	N29-N30	65		0,5135	
30	N30-N29	65		0,5135	1,1767
	N30-N42	51		0,4029	
	N30-N31	93		0,7347	
31	N31-N30	93		0,7347	2,15
	N31-N43	50		0,395	
	N31-N32	36		0,2844	
32	N32-N31	36		0,2844	0,8274
	N32-N44	60		0,474	
	N32-N33	94		0,7426	
33	N33-N32	94		0,7426	0,825
	N33-N46	46	0,3634		
	N33-N34	50	0,395		
34	N34-N33	50	0,396	0,6135	
	N34-N47	45	0,3555		
	N34-N35	46	0,3634		
35	N35-N34	46	0,3634	1,85097	
	N35-N47'	58	0,4582		
	N35-N75	322	2,5438		
36	N36-N24	10	0,079	0,5214	
	N36-N21	50	0,395		
	N36-N37	60	0,474		
37	N37-N36	60	0,474	0,8255	
	N37-N25	20	0,158		
	N37-N20	50	0,395		
	N37-N38	60	0,474		

38	N38-N37	60		0,474	0,86
	N38-N26	28		0,2212	
	N38-N19	50		0,395	
	N38-N39	60		0,474	
39	N39-N38	60		0,474	1,02471
	N39-N27	36		0,2844	
	N39-N18	50		0,395	
	N39-N40	60		0,474	
40	N40-N39	60		0,474	0,965
	N40-N17	40		0,316	
	N40-N28	46		0,3634	
	N40-N41	60		0,474	
41	N41-N40	60		0,474	0,99
	N41-N29	55		0,4345	
	N41-N16	50		0,395	
	N41-N42	60		0,474	
42	N42-N41	60	0,0079	0,474	1,092
	N42-N30	51		0,4029	
	N42-N15	50		0,395	
	N42-N43	90		0,711	
43	N43-N42	90		0,711	1,596
	N43-N31	50		0,395	
	N43-N13	50		0,395	
	N43-N44	35		0,2765	
44	N44-N43	35		0,2765	0,741
	N44-N32	60		0,474	
	N44-N45	72		0,5688	
45	N45-N44	72		0,5688	0,8033
	N45-N11	50		0,395	
	N45-N46	60		0,474	
46	N46-N45	60		0,474	1,3698
	N46-N33	46		0,3634	
	N46-N47	50		0,395	
47	N47-N46	50		0,395	1,0515
	N47-N10	112		0,8848	
	N47-N34	45		0,3555	
	N47-N47'	35		0,2765	
47'	N47'-N47	35		0,2765	0,891
	N47'-N9	112		0,8848	
	4N7'-N35	58		0,4582	
48	N48-N22	70		0,553	0,556
	N48-N49	58		0,4582	
49	N49-N48	58		0,4582	0,7728
	N49-N21	58		0,4582	
	N49-N50	60		0,474	
50	N50-N49	60		0,474	0,7386
	N50-N20	50		0,395	
	N50-N51	60		0,474	

51	N51-N50	60	0,0079	0,474	1,0312
	N51-N19	40		0,316	
	N51-N52	60		0,474	
52	N52-N51	60		0,474	0,7039
	N52-N18	42		0,3318	
	N52-N53	60		0,474	
53	N53-N52	60		0,474	0,869
	N53-N17	60		0,474	
	N53-N54	60		0,474	
54	N54-N53	60		0,474	1,1859
	N54-N16	77		0,6083	
	N54-N55	60		0,474	
55	N55-N54	60		0,474	1,0977
	N55-N15	80		0,632	
	N55-N56	58		0,4582	
56	N56-N55	58		0,4582	0,99
	N56-N14	80		0,632	
	N56-N57	90		0,711	
57	N57-N56	90		0,711	1,3343
	N57-N12	80		0,632	
	N57-N58	53		0,4187	
58	N58-N57	53		0,4187	0,7667
	N58-N11	80		0,632	
	N58-N59	30		0,2528	
59	N59-N58	30		0,2528	0,3563
	N59-N60	50		0,395	
60	N60-N59	50		0,395	1,17466
	N60-N68	35		0,2765	
	N60-N10	107		0,8453	
	N60-N61	36		0,2844	
61	N61-N60	36	0,2844	0,9168	
	N61-N69	35	0,2765		
	N61-N9	108	0,8532		
	N61-N62	32	0,2528		
62	N62-N61	32	0,2528	1,35063	
	N62-N71	98	0,7742		
	N62-N8	116	0,9164		
	N62-N63	64	0,5056		
63	N63-N62	64	0,5056	4,124	
	N63-N7	105	0,8295		
	N63-N64	70	0,553		
64	N64-N63	70	0,553	1,612	
	N64-N72	80	0,632		
	N64-N6	101	0,7979		
	N64-N65	61	0,4819		
65	N65-N64	61	0,4819	2,3134	
	N65-N73	64	0,5056		
	N65-N5	100	0,79		

	N65-N66	130		1,027	
66	N66-N65	130		1,027	1,3774
	N66-N74	25		0,1975	
	N66-N4	97		0,7663	
	N66-N67	65		0,5135	
67	N67-N66	65		0,5135	0,6952
	N67-N3	95		0,7505	
68	N68-N60	35		0,2765	0,3102
	N68-N69	36		0,2844	
69	N69-N68	36		0,2844	0,57788
	N69-N61	35		0,2765	
	N69-N70	62		0,4898	
70	N70-N69	62		0,4898	0,27473
71	N71-N62	98		0,7742	1,00804
	N71-N72	134		1,0586	
72	N72-N71	134		1,0586	0,92983
	N72-N64	80		0,632	
73	N73-N65	64		0,5056	0,86465
	N73-N74	135		1,0665	
74	N74-N73	135		1,0665	0,6952
	N74-N66	25		0,1975	
75	N75-N2	380		3,002	3,05
	N75-N35	322		2,5438	
76	N76-N6'	145		1,1455	0,63

Les résultats de calculs précédents mentionnés dans les tableaux (IV.2) et (IV.3) nous aident à lancer une simulation afin de vérifier l'état des nœuds (pressions) et des arcs (vitesses) avec le logiciel EPANET.

Avant de lancer la simulation sur EPANET, on doit tracer le réseau de distribution avec SIG, plus précisément, avec le logiciel Mapinfo 8.0, puis on fait le couplage SIG-EPANET.

IV.5 Tracé du réseau d'AEP

Le tracé du réseau d'AEP de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane est extrait du plan de distribution qui est fait en 1985 (figure IV.1) et qui nous avons l'actualisé et confirmé avec le gestionnaire de la subdivision d'hydraulique de Sour El-Ghozlane, puis le réseau a été digitalisé sous SIG Mapinfo 8.0 en créant une base de donnée relative au réseau. La figure (IV.2) montre l'étape du tracé du réseau d'AEP de la zone d'étude sous SIG ainsi la figure (IV.3) montre le résultat.

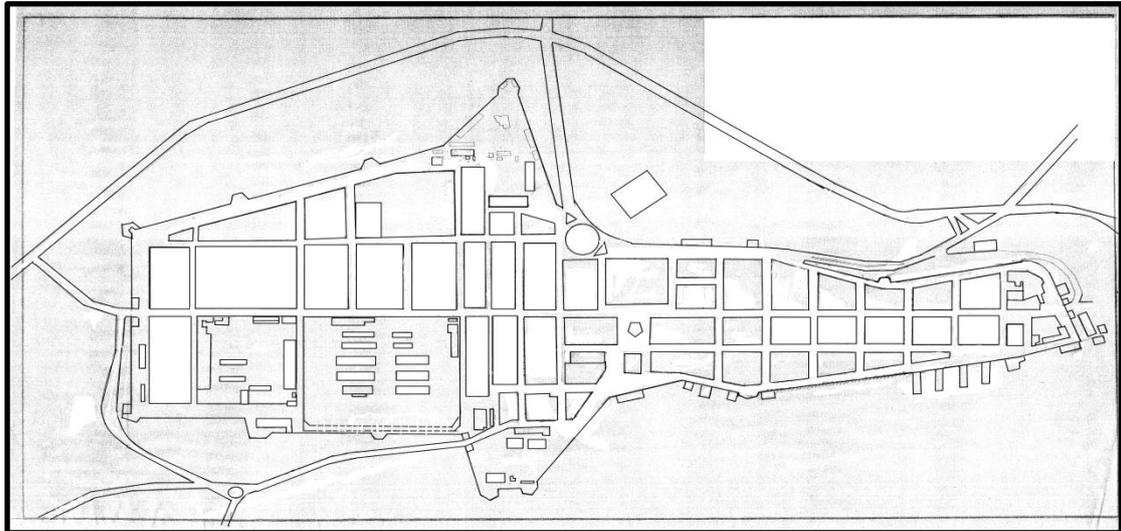


Figure IV.1: Plan de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane

IV.5.1 Présentation du logiciel Mapinfo 8.0

Mapinfo est un système d'information géographique (SIG) à l'origine bureautique créé dans les années 1980 aux Etats-Unis. C'est un logiciel qui permet de réaliser des cartes en format numérique. Mapinfo est conçu autour d'un moteur d'édition de cartes qui permet la superposition de couches numériques. Il permet de représenter à l'aide d'un système de couches des informations géo-localisées : points, polygones, image raster... Il incorpore un grand nombre de format de données. (3)

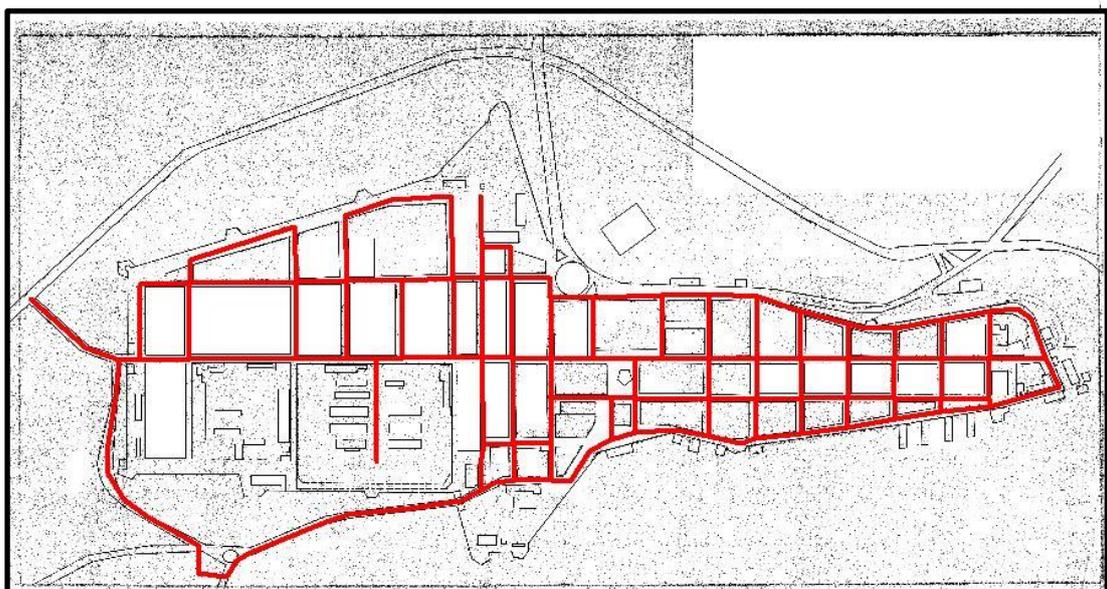


Figure IV.2: Tracé du réseau d'AEP sous SIG

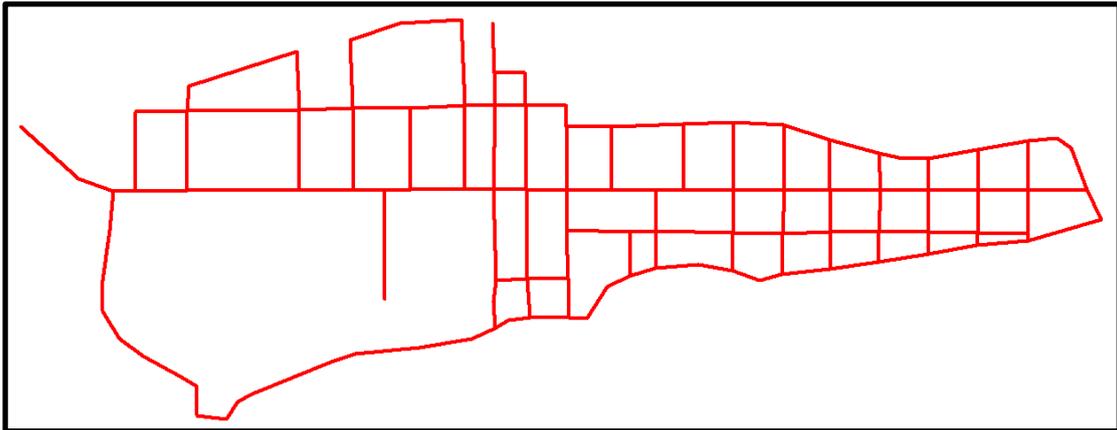


Figure IV.3: Résultat du tracé du réseau d'AEP sous SIG

IV.6 Modélisation et simulation du réseau de distribution d'AEP

Après le traçage du réseau de distribution d'AEP de la région d'étude, il nous reste de lancer la simulation à l'aide du logiciel EPANET et avant cela, on doit avoir un fichier compatible à ce dernier.

IV.6.1 Présentation du logiciel EPANET 2.0

EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression. Il a pour objectif une meilleure compréhension de l'écoulement et de l'usage de l'eau dans les systèmes de distribution. (4)

IV.6.2 Couplage SIG-EPANET

Cette étape consiste à faire une série de conversion de formats des fichiers afin d'obtenir des formats compatibles à la simulation tout en passant par des logiciels qui nous aident à réaliser ces étapes.

IV.6.2.1 Passage SIG-AutoCad

Après le traçage de notre réseau sur SIG (Mapinfo), on a traduit notre travail vers le logiciel AutoCad afin d'avoir un fichier DXF qui nous facilite la tâche de conversion par la suite (figure IV.4).

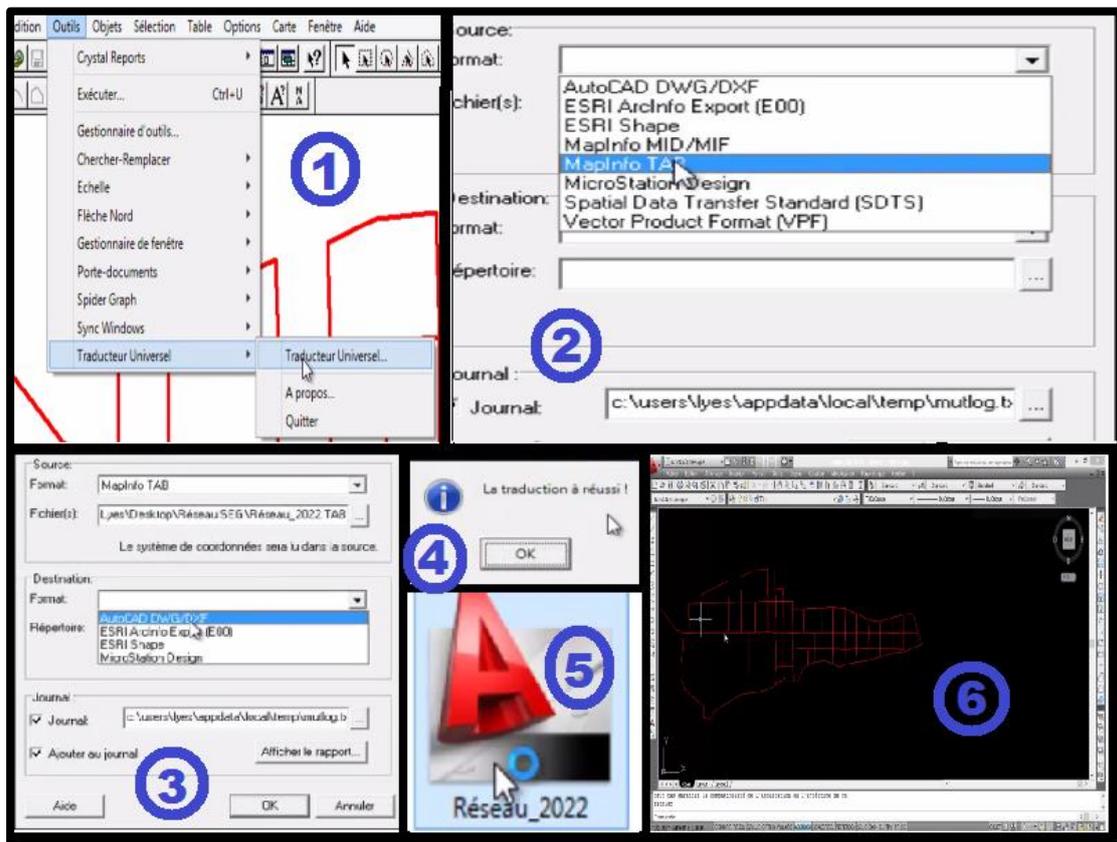


Figure IV.4: Passage SIG-AutoCad

IV.6.2.2 Utilisation d'outil DXF2EPA

L'outil DXF2EPA : c'est un programme qui convertit tous les éléments de classe lignes et polygones en un ensemble de canalisation et raccords sous EPANET. Des éléments supplémentaires doivent-êtr ajoutés manuellement au modèle sous EPANET tels que les réservoirs, les pompes et vannes (figure IV.5). (5)

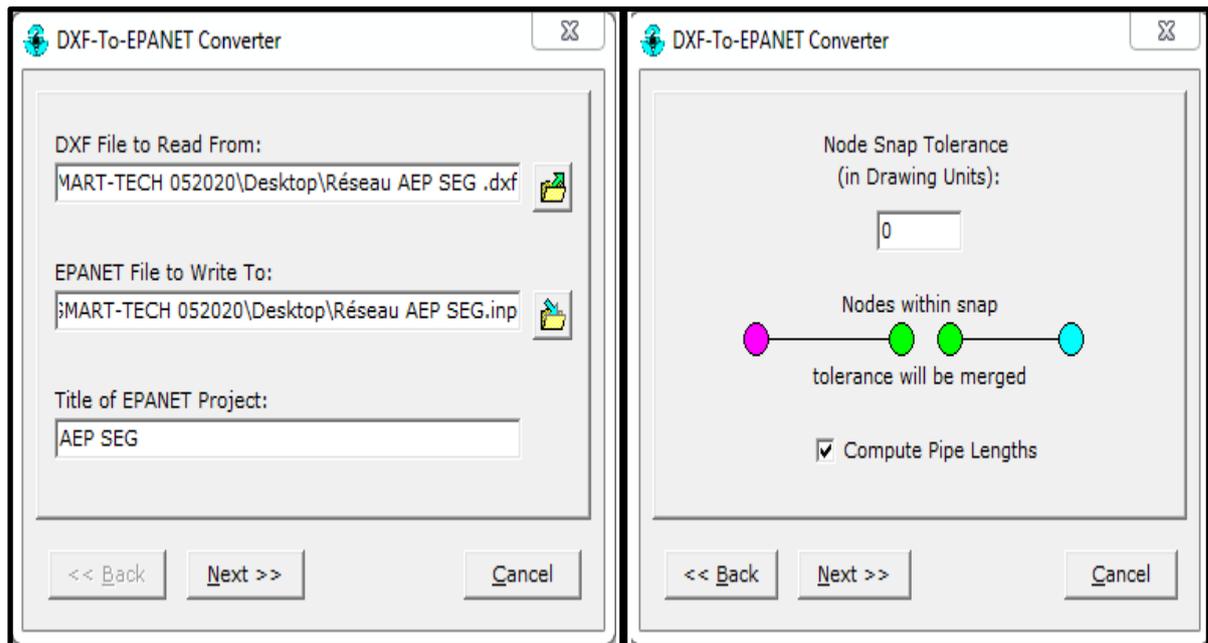


Figure IV.5: Passage DXF-EPANET

IV.7 Résultats de simulation

IV.7.1 Etat des nœuds et des arcs du nouveau réseau dimensionné à l’heure de pointe :

La simulation du nouveau réseau dimensionné à l’heure de pointe qui a été faite par le logiciel EPANET, nous a donné les résultats résumés dans les tableaux (IV.4) et (IV.5) et montrés dans la figure (IV.6).

Tableau IV.4: Etat des nœuds du nouveau réseau dimensionné à l'heure de pointe

ID Noeud	Altitude m	Demande LPS	Charge m	Pression m
Noeud n1	907,5	12,27	930,78	23,28
Noeud n2	907	2,32	930,07	23,07
Noeud n75	877,1	3,05	928,25	51,15
Noeud n3	906,75	0,83	929,89	23,14
Noeud n67	909,85	0,70	923,52	13,67
Noeud n4	903,4	1,27	929,52	26,12
Noeud n66	904,8	1,38	919,50	14,70
Noeud n5	899,1	1,28	928,83	29,73
Noeud n65	896,8	2,31	928,29	31,49
Noeud n6	895,68	1,39	928,55	32,87
Noeud n64	893,8	1,61	926,26	32,46
Noeud n6	892,43	1,31	928,40	35,97
Noeud n76	898,1	0,63	923,97	25,87
Noeud n7	892,2	0,74	928,27	36,07
Noeud n63	891,35	4,12	924,62	33,27
Noeud n8	889,2	1,26	928,20	39,00
Noeud n62	888,6	1,35	922,94	34,34
Noeud n9	889	1,39	928,03	39,03
Noeud n61	888,5	0,92	926,20	37,70
Noeud n47	888,5	0,89	918,78	30,28
Noeud n10	888,54	1,29	927,96	39,42
Noeud n60	887,6	1,17	924,68	37,08
Noeud n47	887,7	1,05	919,94	32,24
Noeud n11	887,19	1,06	927,77	40,58
Noeud n58	885	0,77	922,48	37,48
Noeud n59	885	0,36	922,04	37,04
Noeud n12	886,2	0,96	927,53	41,33
Noeud n57	882,5	1,33	919,73	37,23

ID Noeud	Altitude m	Demande LPS	Charge m	Pression m
Noeud n13	885,1	0,64	927,11	42,01
Noeud n14	885,23	0,73	926,90	41,67
Noeud n43	885,95	1,60	925,32	39,37
Noeud n56	880	0,99	922,31	42,31
Noeud n15	883,95	1,15	926,31	42,36
Noeud n55	878,95	1,10	912,63	33,68
Noeud n42	887,3	1,09	923,58	36,28
Noeud n16	882,44	1,70	920,25	37,81
Noeud n54	877,45	1,19	915,36	37,91
Noeud n41	886,5	0,99	922,54	36,04
Noeud n17	881	1,06	918,54	37,54
Noeud n53	876,25	0,87	911,09	34,84
Noeud n40	885,1	0,96	921,15	36,05
Noeud n18	879,65	1,50	915,85	36,20
Noeud n52	875,85	0,70	913,76	37,91
Noeud n39	883,9	1,02	914,48	30,58
Noeud n19	879	0,91	914,72	35,72
Noeud n51	876,55	1,03	908,64	32,09
Noeud n38	883,10	0,86	916,04	32,94
Noeud n20	881,1	0,96	910,95	29,85
Noeud n50	877,9	0,74	904,22	26,32
Noeud n37	883,85	0,83	908,04	24,19
Noeud n21	882,85	1,25	909,27	26,42
Noeud n49	880	0,77	900,62	20,62
Noeud n22	881,45	0,81	899,90	18,45
Noeud n48	880,7	0,56	897,73	17,03
Noeud n35	880,9	1,85	927,18	46,28
Noeud n34	881	0,61	927,07	46,07
Noeud n46	885,45	1,37	923,83	38,38

ID Noeud	Altitude m	Demande LPS	Charge m	Pression m
Noeud n33	881,5	0,82	926,97	45,47
Noeud n45	885,4	0,80	927,41	42,01
Noeud n44	885,6	0,74	925,96	40,36
Noeud n32	884,55	0,83	924,13	39,58
Noeud n31	885,55	2,15	923,79	38,24
Noeud n30	888,35	1,18	922,23	33,88
Noeud n24	884,85	0,71	905,64	20,79
Noeud n25	883,85	0,61	910,76	26,91
Noeud n23	884,45	0,61	896,43	11,98
Noeud n74	904,65	0,70	916,80	12,15
Noeud n73	893,35	0,86	921,51	28,16
Noeud n72	890,2	0,93	924,57	34,37
Noeud n71	884,75	1,01	918,36	33,61
Noeud n69	886	0,58	925,31	39,31
Noeud n68	886,7	0,31	924,11	37,41
Noeud n29	888,75	0,79	921,42	32,67
Noeud n28	887,25	0,72	919,05	31,80
Noeud n27	885,7	0,69	918,27	32,57
Noeud n26	883,7	0,64	916,48	32,78
Noeud n70	884,35	0,27	921,01	36,66
Noeud n36	884,8	0,52	905,63	20,83

Tableau IV.5: Etat des arcs du nouveau réseau dimensionné à l'heure de pointe

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit m/km
Tuyau p1	125	280	1,35	5,68
Tuyau p2	380	160	0,86	4,79
Tuyau p3	30	250	1,29	6,01
Tuyau p4	95	32	1,19	66,99
Tuyau p5	65	250	1,26	5,69
Tuyau p6	97	32	1,49	103,23
Tuyau p7	130	250	1,21	5,26
Tuyau p8	100	90	0,63	5,40
Tuyau p9	65	250	1,10	4,40
Tuyau p10	101	63	1,06	22,65
Tuyau p11	40	250	1,00	3,69
Tuyau p12	145	32	0,78	30,55
Tuyau p13	37	250	0,96	3,42
Tuyau p14	105	63	1,32	34,77
Tuyau p15	28	250	0,86	2,78
Tuyau p16	116	20	0,70	45,31
Tuyau p17	65	250	0,83	2,60
Tuyau p18	108	75	1,02	16,95
Tuyau p19	112	20	0,96	82,53
Tuyau p20	34	250	0,71	1,90
Tuyau p21	107	20	0,57	30,71
Tuyau p22	112	20	0,89	71,62
Tuyau p23	36	200	1,05	5,31
Tuyau p24	80	40	1,37	66,14
Tuyau p25	30	20	0,58	14,71
Tuyau p26	54	125	0,71	4,49
Tuyau p27	80	20	1,05	97,51
Tuyau p28	67	110	0,78	6,30

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit m/km
Tuyau p29	30	90	0,71	6,75
Tuyau p30	50	50	1,15	35,80
Tuyau p31	80	40	1,27	57,43
Tuyau p32	58	63	0,70	10,27
Tuyau p33	80	20	1,41	170,99
Tuyau p34	50	20	0,77	54,55
Tuyau p35	60	20	1,07	100,90
Tuyau p36	77	40	1,34	63,53
Tuyau p37	50	75	1,49	45,75
Tuyau p38	60	75	1,34	28,58
Tuyau p39	60	20	1,19	124,14
Tuyau p40	40	20	0,85	65,17
Tuyau p41	59	63	1,46	45,66
Tuyau p42	42	40	1,18	49,61
Tuyau p43	50	20	0,53	27,40
Tuyau p44	60	50	0,82	18,73
Tuyau p45	40	25	1,50	152,07
Tuyau p46	50	75	1,28	26,32
Tuyau p47	60	63	1,47	62,82
Tuyau p48	50	25	1,45	134,63
Tuyau p49	50	20	0,80	58,32
Tuyau p50	60	63	1,18	28,06
Tuyau p51	58	25	1,50	149,15
Tuyau p53	66	32	1,47	141,99
Tuyau p54	70	25	0,66	30,90
Tuyau p55	58	20	0,73	49,72
Tuyau p56	60	20	0,81	60,05
Tuyau p57	60	20	0,90	73,64
Tuyau p58	60	25	1,14	85,38

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit m/km
Tuyau p59	60	20	0,69	44,52
Tuyau p60	60	20	0,89	71,19
Tuyau p61	60	20	0,70	45,55
Tuyau p62	58	20	1,39	166,91
Tuyau p63	90	20	0,54	28,68
Tuyau p64	53	32	1,04	51,92
Tuyau p65	58	20	1,29	144,77
Tuyau p66	322	160	0,71	3,32
Tuyau p67	35	20	0,59	33,05
Tuyau p68	45	20	1,35	158,44
Tuyau p69	46	160	0,60	2,40
Tuyau p70	50	25	1,08	77,79
Tuyau p71	46	20	0,87	68,25
Tuyau p72	50	160	0,55	2,02
Tuyau p73	72	125	1,46	20,15
Tuyau p74	60	20	0,56	30,47
Tuyau p75	94	90	1,45	30,20
Tuyau p76	35	125	1,48	18,32
Tuyau p77	50	20	0,56	30,62
Tuyau p78	36	110	0,97	9,56
Tuyau p79	90	125	1,42	19,29
Tuyau p80	51	20	0,52	26,43
Tuyau p81	93	90	1,14	16,70
Tuyau p82	60	125	1,44	17,32
Tuyau p83	60	50	0,92	23,25
Tuyau p84	60	20	1,12	111,18
Tuyau p85	60	20	0,52	26,03
Tuyau p86	60	20	1,23	133,35
Tuyau p89	60	32	1,34	85,18

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit m/km
Tuyau p90	90	20	1,07	102,33
Tuyau p91	50	20	0,87	69,25
Tuyau p92	25	20	1,11	108,17
Tuyau p93	135	25	0,71	34,86
Tuyau p94	64	32	1,50	106,04
Tuyau p95	80	50	0,87	21,15
Tuyau p96	134	32	0,98	46,32
Tuyau p97	98	20	0,71	46,72
Tuyau p98	36	20	0,59	33,24
Tuyau p99	35	20	0,50	16,09
Tuyau p100	50	160	1,07	7,24
Tuyau p101	60	40	1,30	59,66
Tuyau p102	50	20	0,76	52,75
Tuyau p103	36	40	1,08	42,22
Tuyau p104	32	32	1,47	101,74
Tuyau p105	64	20	0,54	26,28
Tuyau p106	70	20	0,55	23,40
Tuyau p107	61	20	0,65	33,33
Tuyau p108	130	20	0,86	67,61
Tuyau p109	65	20	0,82	61,83
Tuyau p110	55	75	1,17	20,42
Tuyau p111	65	90	0,98	12,53
Tuyau p112	46	20	0,70	45,54
Tuyau p113	60	90	1,48	39,44
Tuyau p114	36	20	1,09	105,42
Tuyau p115	60	110	1,14	13,01
Tuyau p116	28	90	1,11	15,94
Tuyau p117	60	90	1,44	29,78
Tuyau p118	20	20	1,25	135,96

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit m/km
Tuyau p119	60	40	1,46	95,47
Tuyau p120	62	20	0,87	69,36
Tuyau p121	35	40	0,83	25,32
Tuyau 1	60	20	0,65	40,02
Tuyau 2	50	20	0,90	72,67
Tuyau 3	10	20	0,51	0,95
Tuyau 4	300	315	1,22	4,08

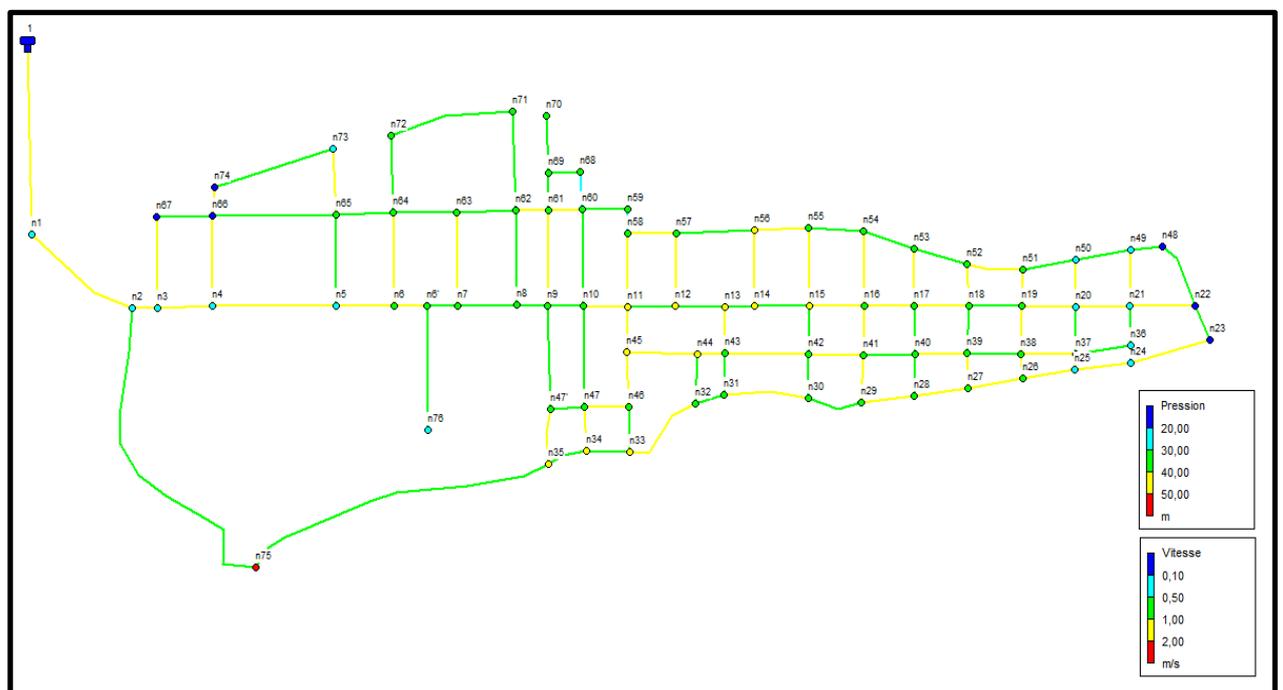


Figure IV.6: Etat des nœuds et des arcs du nouveau réseau dimensionné à l'heure de pointe

Après la réhabilitation du réseau de distribution, en changeant les conduites d'amiante-ciment en PEHD, ainsi leurs diamètres et après l'analyse des résultats de la simulation, nous avons trouvé que le réseau d'alimentation en eau potable à l'heure de pointe fonctionne normalement avec des pressions au sol sont suffisantes et les vitesses sont acceptables, de ce fait, tous les abonnés de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane seront alimentés en eau potable.

IV.7.2 Etat des nœuds et des arcs du nouveau réseau dimensionné à l'heure de pointe + incendie :

La simulation du nouveau réseau dimensionné à l'heure de pointe plus incendie qui a été faite par le logiciel EPANET, nous a donné les résultats résumés dans les tableaux (IV.6) et (IV.7) et montrés dans la figure (IV.7).

Tableau IV.6: Etat des nœuds du nouveau réseau dimensionné à l'heure de pointe + incendie

ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud n1	907,5	12,27	930,35	22,85
Noeud n2	907	2,32	929,35	22,35
Noeud n75	877,1	3,05	927,45	50,35
Noeud n3	906,75	0,826	929,08	22,33
Noeud n67	909,85	0,6952	922,63	12,78
Noeud n4	903,4	1,2687	928,51	25,11
Noeud n66	904,8	1,3774	918,42	13,62
Noeud n5	899,1	17,2818	927,44	28,34
Noeud n65	896,8	2,3134	926,90	30,10
Noeud n6	895,68	1,395	927,16	31,48
Noeud n64	893,8	1,612	924,87	31,07
Noeud n6'	892,43	1,3096	927,01	34,58
Noeud n76	898,1	0,63	922,58	24,48
Noeud n7	892,2	0,73865	926,89	34,69
Noeud n63	891,35	4,124	923,23	31,89
Noeud n8	889,2	1,2596	926,81	37,61
Noeud n62	888,6	1,35063	921,56	32,96
Noeud n9	889	1,386	926,64	37,64
Noeud n61	888,5	0,9168	924,81	36,31
Noeud n47'	888,5	0,891	917,65	29,15
Noeud n10	888,54	1,291	926,58	38,04
Noeud n60	887,6	1,17466	923,29	35,69
Noeud n47	887,7	1,0515	918,78	31,08
Noeud n11	887,19	1,0583	926,39	39,20
Noeud n58	885	0,7667	921,11	36,11
Noeud n59	885	0,3563	920,67	35,67
Noeud n12	886,2	0,962	926,16	39,96
Noeud n57	882,5	1,3343	918,37	35,87

ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud n13	885,1	0,6387	925,74	40,64
Noeud n14	885,23	0,73293	925,55	40,32
Noeud n43	885,95	1,596	924,01	38,06
Noeud n56	880	0,99	921,00	41,00
Noeud n15	883,95	1,151	924,97	41,02
Noeud n55	878,95	1,0977	911,76	32,81
Noeud n42	887,3	1,092	922,33	35,03
Noeud n16	882,44	1,6978	919,97	37,53
Noeud n54	877,45	1,1859	914,94	37,49
Noeud n41	886,5	0,99	921,33	34,83
Noeud n17	881	1,0565	918,07	37,07
Noeud n53	876,25	0,869	910,50	34,25
Noeud n40	885,1	0,965	920,16	35,06
Noeud n18	879,65	1,496	915,05	35,40
Noeud n52	875,85	0,7039	912,97	37,12
Noeud n39	883,9	1,02471	912,45	28,55
Noeud n19	879	0,91245	913,62	34,62
Noeud n51	876,55	1,0312	907,66	31,11
Noeud n38	883,10	0,86	914,84	31,74
Noeud n20	881,1	0,96	909,85	28,75
Noeud n50	877,9	0,7386	903,15	25,25
Noeud n37	883,85	0,8255	906,87	23,02
Noeud n21	882,85	1,245	908,16	25,31
Noeud n49	880	0,7728	899,52	19,52
Noeud n22	881,45	0,8105	898,79	17,34
Noeud n48	880,7	0,556	896,63	15,93
Noeud n35	880,9	1,85097	926,32	45,42
Noeud n34	881	0,6135	926,20	45,20
Noeud n46	885,45	1,3698	922,57	37,12

ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud n33	881,5	0,825	926,09	44,59
Noeud n45	885,4	0,8033	926,04	40,64
Noeud n44	885,6	0,741	924,64	39,04
Noeud n32	884,55	0,8274	923,03	38,48
Noeud n31	885,55	2,15	922,66	37,11
Noeud n30	888,35	1,1767	920,95	32,60
Noeud n24	884,85	0,709	904,48	19,63
Noeud n25	883,85	0,6083	909,56	25,71
Noeud n23	884,45	0,612	895,31	10,86
Noeud n74	904,65	0,6952	915,62	10,97
Noeud n73	893,35	0,86465	920,18	26,83
Noeud n72	890,2	0,92983	923,18	32,98
Noeud n71	884,75	1,00804	916,97	32,22
Noeud n69	886	0,57788	923,93	37,93
Noeud n68	886,7	0,3102	922,73	36,03
Noeud n29	888,75	0,7912	920,04	31,29
Noeud n28	887,25	0,72127	917,74	30,49
Noeud n27	885,7	0,6915	916,98	31,28
Noeud n26	883,7	0,643	915,26	31,56
Noeud n70	884,35	0,27473	919,63	35,28
Noeud n36	884,8	0,5214	904,47	19,67

Tableau IV.7: Etat des arcs du nouveau réseau dimensionné à l'heure de pointe + incendie

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit m/km
Tuyau p1	125	280	1,35	5,68
Tuyau p2	380	160	0,86	4,79
Tuyau p3	30	250	1,29	6,01
Tuyau p4	95	32	1,19	66,99
Tuyau p5	65	250	1,26	5,69
Tuyau p6	97	32	1,49	103,23
Tuyau p7	130	250	1,21	5,26
Tuyau p8	100	90	0,63	5,40
Tuyau p9	65	250	1,10	4,40
Tuyau p10	101	63	1,06	22,65
Tuyau p11	40	250	1,00	3,69
Tuyau p12	145	32	0,78	30,55
Tuyau p13	37	250	0,96	3,42
Tuyau p14	105	63	1,32	34,77
Tuyau p15	28	250	0,86	2,78
Tuyau p16	116	20	0,70	45,31
Tuyau p17	65	250	0,83	2,60
Tuyau p18	108	75	1,02	16,95
Tuyau p19	112	20	0,96	82,53
Tuyau p20	34	250	0,71	1,90
Tuyau p21	107	20	0,57	30,71
Tuyau p22	112	20	0,89	71,62
Tuyau p23	36	200	1,05	5,31
Tuyau p24	80	40	1,37	66,14
Tuyau p25	30	20	0,58	14,71
Tuyau p26	54	125	0,71	4,49
Tuyau p27	80	20	1,05	97,51
Tuyau p28	67	110	0,78	6,30

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit m/km
Tuyau p29	30	90	0,71	6,75
Tuyau p30	50	50	1,15	35,80
Tuyau p31	80	40	1,27	57,43
Tuyau p32	58	63	0,70	10,27
Tuyau p33	80	20	1,41	170,99
Tuyau p34	50	20	0,77	54,55
Tuyau p35	60	20	1,07	100,90
Tuyau p36	77	40	1,34	63,53
Tuyau p37	50	75	1,49	45,75
Tuyau p38	60	75	1,34	28,58
Tuyau p39	60	20	1,19	124,14
Tuyau p40	40	20	0,85	65,17
Tuyau p41	59	63	1,52	45,66
Tuyau p42	42	40	1,18	49,61
Tuyau p43	50	20	0,53	27,40
Tuyau p44	60	50	0,82	18,73
Tuyau p45	40	25	1,50	152,07
Tuyau p46	50	75	1,28	26,32
Tuyau p47	60	63	1,80	62,82
Tuyau p48	50	25	1,45	134,63
Tuyau p49	50	20	0,80	58,32
Tuyau p50	60	63	1,18	28,06
Tuyau p51	58	25	1,50	149,15
Tuyau p53	66	32	1,47	141,99
Tuyau p54	70	25	0,66	30,90
Tuyau p55	58	20	0,73	49,72
Tuyau p56	60	20	0,81	60,05
Tuyau p57	60	20	0,90	73,64
Tuyau p58	60	25	1,14	85,38

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit m/km
Tuyau p59	60	20	0,69	44,52
Tuyau p60	60	20	0,89	71,19
Tuyau p61	60	20	0,70	45,55
Tuyau p62	58	20	1,39	166,91
Tuyau p63	90	20	0,54	28,68
Tuyau p64	53	32	1,04	51,92
Tuyau p65	58	20	1,29	144,77
Tuyau p66	322	160	0,71	3,32
Tuyau p67	35	20	0,59	33,05
Tuyau p68	45	20	1,35	158,44
Tuyau p69	46	160	0,60	2,40
Tuyau p70	50	25	1,08	77,79
Tuyau p71	46	20	0,87	68,25
Tuyau p72	50	160	0,55	2,02
Tuyau p73	72	125	1,46	20,15
Tuyau p74	60	20	0,56	30,47
Tuyau p75	94	90	1,55	30,20
Tuyau p76	35	125	1,48	18,32
Tuyau p77	50	20	0,56	30,62
Tuyau p78	36	110	0,97	9,56
Tuyau p79	90	125	1,52	19,29
Tuyau p80	51	20	0,52	26,43
Tuyau p81	93	90	1,14	16,70
Tuyau p82	60	125	1,44	17,32
Tuyau p83	60	50	0,92	23,25
Tuyau p84	60	20	1,12	111,18
Tuyau p85	60	20	0,52	26,03
Tuyau p86	60	20	1,23	133,35
Tuyau p89	60	32	1,34	85,18

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit m/km
Tuyau p90	90	20	1,07	102,33
Tuyau p91	50	20	0,87	69,25
Tuyau p92	25	20	1,11	108,17
Tuyau p93	135	25	0,71	34,86
Tuyau p94	64	32	1,51	106,04
Tuyau p95	80	50	0,87	21,15
Tuyau p96	134	32	0,98	46,32
Tuyau p97	98	20	0,71	46,72
Tuyau p98	36	20	0,59	33,24
Tuyau p99	35	20	0,50	16,09
Tuyau p100	50	160	1,07	7,24
Tuyau p101	60	40	1,30	59,66
Tuyau p102	50	20	0,76	52,75
Tuyau p103	36	40	1,08	42,22
Tuyau p104	32	32	1,47	101,74
Tuyau p105	64	20	0,54	26,28
Tuyau p106	70	20	0,55	23,40
Tuyau p107	61	20	0,65	33,33
Tuyau p108	130	20	0,86	67,61
Tuyau p109	65	20	0,82	61,83
Tuyau p110	55	75	1,17	20,42
Tuyau p111	65	90	0,98	12,53
Tuyau p112	46	20	0,70	45,54
Tuyau p113	60	90	1,48	39,44
Tuyau p114	36	20	1,09	105,42
Tuyau p115	60	110	1,14	13,01
Tuyau p116	28	90	1,11	15,94
Tuyau p117	60	90	1,54	29,78
Tuyau p118	20	20	1,25	135,96

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit m/km
Tuyau p119	60	40	1,46	95,47
Tuyau p120	62	20	0,87	69,36
Tuyau p121	35	40	0,83	25,32
Tuyau 1	60	20	0,65	40,02
Tuyau 2	50	20	0,90	72,67
Tuyau 3	10	20	0,51	0,95
Tuyau 4	300	315	1,22	4,08

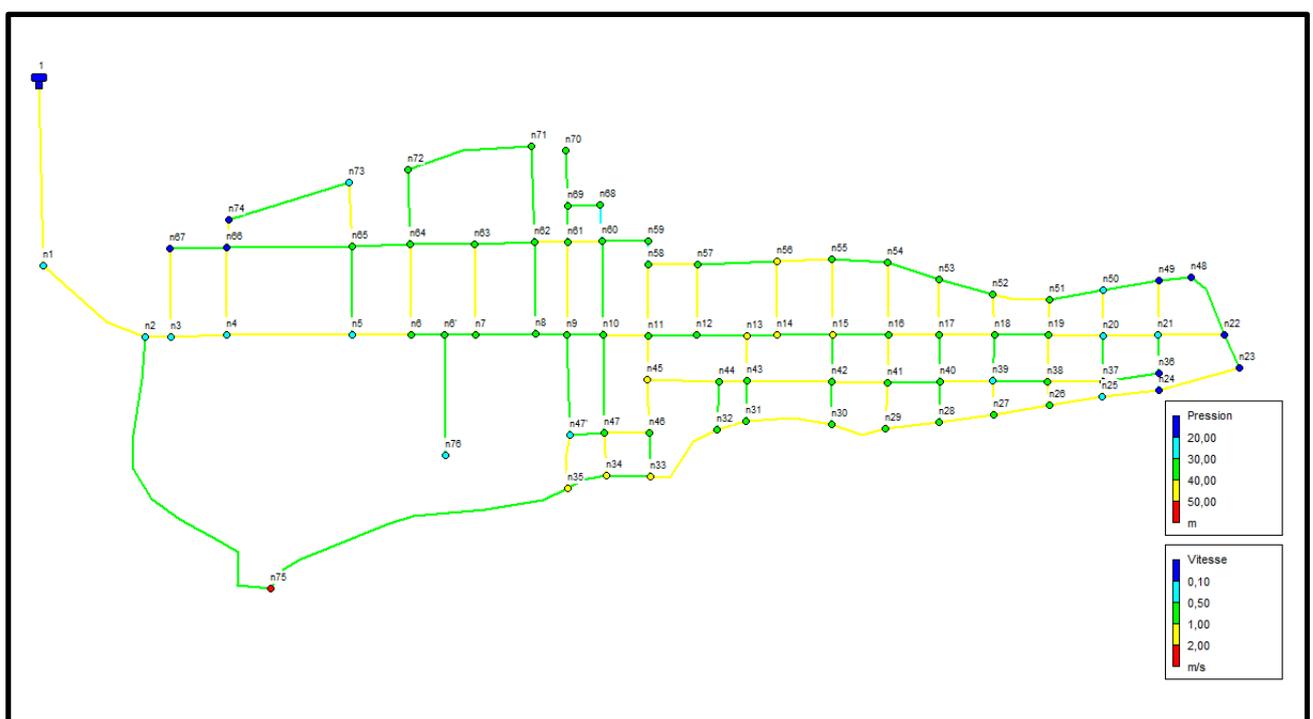


Figure IV.7: Etat des nœuds et des arcs du nouveau réseau dimensionné à l'heure de pointe + incendie

Les résultats montrent que les conduites du réseau de distribution dimensionné peuvent fournir à l'heure de pointe plus incendie avec des pressions et des vitesses acceptables dans le cas d'extraction du débit d'incendie qui est de 17 l/s pour l'extinction de feux, et dans cas, les abonnés seront alimentés normalement en eau potable sachant qu'en cas d'incendie, on peut tolérer à une vitesse de 2,5 m/s.

IV.8 Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons réhabilité le réseau de distribution de la zone d'étude dont le réseau est de type maillé. Après avoir calculé des différents débits (Q_{sp} , Q_r et Q_n) et après avoir introduit dans le logiciel EPANET, les altitudes, les débits aux nœuds ainsi que les longueurs et les diamètres des tronçons de conduites, nous avons lancé la simulation à l'heure de pointe et à l'heure de pointe plus incendie à l'horizon 2052.

Après la réhabilitation de notre réseau de distribution, en redimensionnant les diamètres des conduites d'amiante-ciment en celles en PEHD, on a obtenu des résultats à l'heure de pointe qui montrent le bon fonctionnement du réseau d'AEP étudié. Les vitesses dans pratiquement tous les tronçons du réseau sont acceptables (entre 0,5 et 1,5 m/s). Les pressions dans tous les nœuds du réseau sont suffisantes (elles varient entre 10 et 60 m) aux robinets, par conséquent, tous les habitants de la région d'étude seront alimentés en eau potable.

Les résultats trouvés montrent également à l'heure de pointe plus incendie, les vitesses de l'écoulement de l'eau et les pressions au sol sont aussi acceptables, de ce fait, l'extinction de feux n'entrave pas le bon fonctionnement de notre réseau de distribution.



Chapitre V
Accessoires et pièces
spéciales du réseau de
distribution



Chapitre V : Accessoires et pièces spéciales du réseau de distribution

V.I Introduction

Notre réseau de distribution d'alimentation en eau potable favorise l'écoulement de l'eau dans les conduites et pour cela, il est obligatoire d'ajouter des pièces spéciales avec ses accessoires dans le but de sécuriser ce réseau et assurer le bon écoulement d'eau.

Ce présent chapitre a pour but de faire un schéma de chaque nœud mentionné dans le réseau afin de détailler les pièces spéciales et leurs accessoires utilisé dans notre réseau.

V.2 Eléments de robinetterie

Ce sont des composants intercalés dans les tuyauteries, employés pour régler le flux d'eau qui circule dans le réseau afin d'optimiser son exploitation.

Les appareils de robinetterie d'un réseau peuvent se subdiviser en :

- Vannes de sectionnement ;
- Ventouses ;
- Bouches et poteaux d'incendie ;
- Vannes de régulation hydraulique ;
- Clapets de non-retour. (6)

V.2.1 Vannes de sectionnement

Ce sont des dispositifs hydromécaniques destinés à couper le flux d'eau dans une conduite grâce à un obturateur. Leur fonctionnement sera de type tout ou rien : ouverture ou fermeture totales : les positions intermédiaires correspondent à des situations provisoires ou exceptionnelles. Dans ce groupe les plus utilisées sont: le robinet vanne et la vanne à papillon. (6)

V.2.1.1 Robinet-vanne

La **vanne de sectionnement opercule** ou plus communément appelée **robinet vanne à passage direct** est un produit permettant de contrôler, de modifier ou même de stopper le débit de l'eau potable. Le passage direct de ce robinet permet un passage intégral du fluide en question, avec une faible perte de charge lorsqu'elle est en position ouverte. (6) (Figure V.1).



Figure V.1: Robinet-vanne

V.2.1.2 Vanne à papillon

La vanne à papillon s'utilise dans le sectionnement de fluides sous pression, grâce à un obturateur en forme de disque ou lentille. L'obturateur dit papillon se déplace dans le fluide par rotation autour d'un axe orthogonal à l'axe d'écoulement du fluide. Son fonctionnement normal est l'ouverture ou la fermeture totale. Tout comme les robinets-vannes, les vannes papillon ne doivent pas être utilisées en régulation. (7) (Figure V.2).

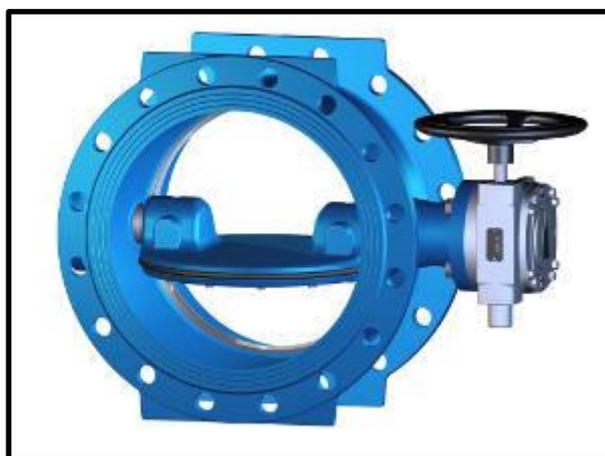


Figure V.2: Vanne à papillon

V.2.2 Ventouses

Les ventouses sont positionnées sur les points hauts des conduites et tous les 600 m, sur des conduites très longues (8). (Figure V.3).

Les ventouses ont une triple fonction :

- Evacuation d'air à haut débit lors de la mise en eau des canalisations ;

Chapitre V Accessoires et pièces spéciales du réseau de distribution

- Admission d'air à grand débit lors de la vidange des canalisations (protection du réseau contre la mise en dépression des canalisations en cas de rupture de conduite) ;
- Dégazage à faible débit en exploitation. (9)



Figure V.3: Ventouse

V.2.3 Bouches et poteaux d'incendie

Les bouches et poteaux d'incendie sont des points de prélèvement d'eau sur le réseau, permettant le raccordement du matériel de lutte contre l'incendie. Ils sont fabriqués en fonte ductile revêtue de poudre époxy. (Figure 4).



Figure V.4: Poteau d'incendie

V.2.4 Vannes de régulation hydraulique

Les différentes fonctions des vannes de régulation hydraulique les plus couramment utilisées sont : (10)

– Régulation de pression aval: réduction et stabilisation de la pression dans un réseau situé en aval à partir d'une conduite à pression plus élevée quelles que soient les variations de la pression dans la conduite amont et quel que soit le débit demandé en aval.

– Régulation de pression amont (montage en ligne) : maintien en priorité de la pression d'eau dans un réseau amont à une valeur prédéterminée quels que soient la pression en aval et le débit demandé. La partie aval du réseau sera alimentée si la pression minimale en amont est atteinte.

– Régulation de pression amont par vanne de décharge (montage en dérivation) : décharge d'une pression excessive ou d'une surpression hors phénomènes transitoires. Limiter la pression d'un réseau amont par ouverture à la pression de consigne et évacuation des excédents vers un réseau de plus faible pression ou un réservoir. Cette vanne se referme dès que la pression dans le réseau amont revient à sa valeur de consigne. Supprime et canalise les sauts de pression du réseau.

– Limiteur de débit : limitation des débits quelles que soient les variations de pression dans le réseau amont et dans le réseau aval.



Figure V.5: Vanne de régulation de débit



Figure V.6: Vanne de régulation amont et de réduction de pression

V.2.5 Clapet de non-retour

Le **clapet de non-retour** est un appareil de **robinetterie industrielle** installé sur une tuyauterie qui permet de contrôler le sens de circulation d'un fluide. L'obturateur du clapet de non-retour laisse passer le fluide dans un sens mais il est bloqué si celui-ci vient à s'inverser.

Deux types d'obturateurs, celui à déplacement linéaire et celui à déplacement angulaire. Le clapet anti retour est un appareil unidirectionnel. (11) (Figure V.7).



Figure V.7: Clapet de non-retour

V.3 Dimensionnement des pièces spéciales dans le réseau de distribution de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane

Le réseau de distribution dimensionné de la zone d'étude doit contenir les différents éléments de robinetterie afin d'assurer le bon fonctionnement de ce dernier. (Figure V.8).

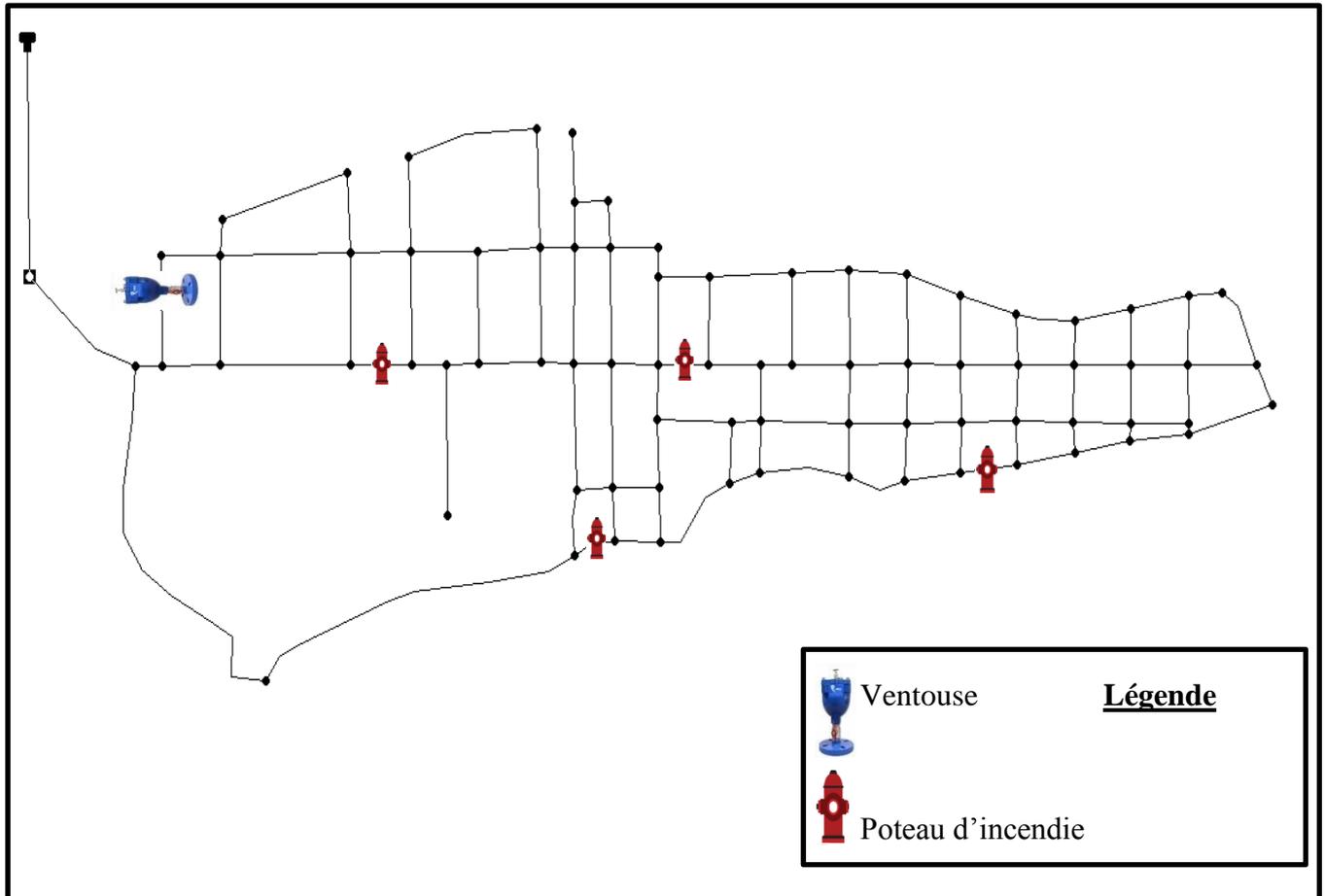
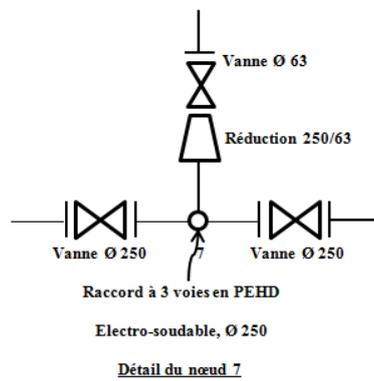
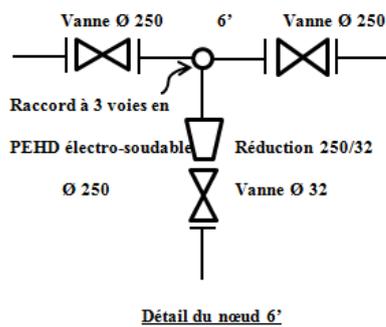
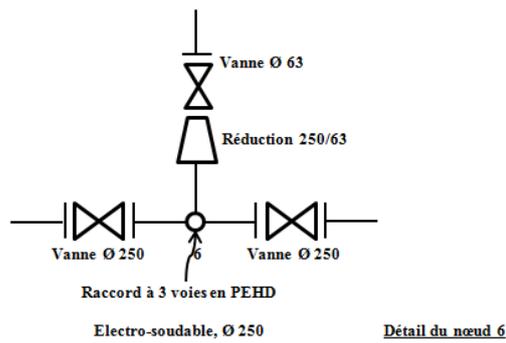
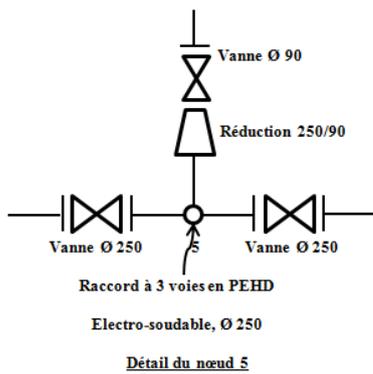
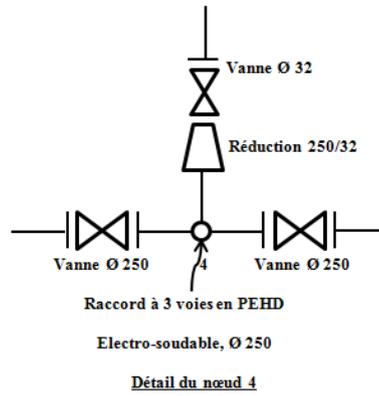
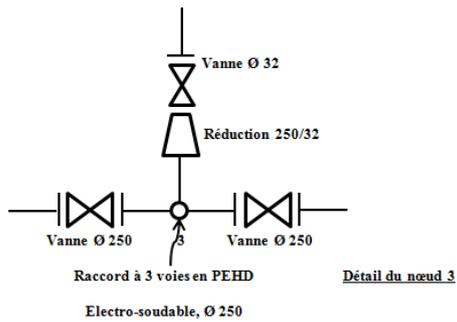
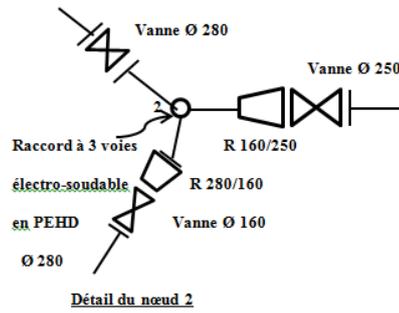
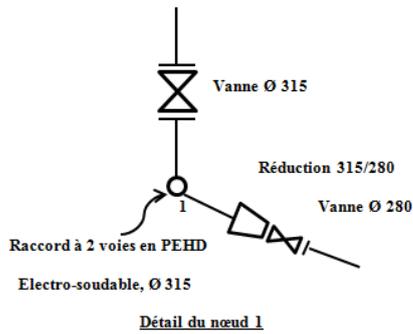


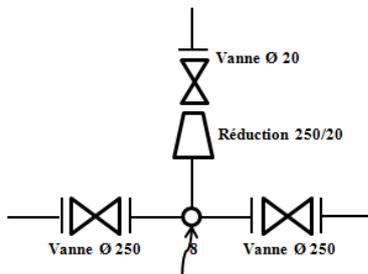
Figure V.8: Emplacement des poteaux d'incendie et de ventouse dans le réseau de distribution dimensionné

V.3.1 Détails des nœuds du réseau de distribution dimensionné

Chaque nœud mentionné dans le réseau de distribution de notre zone d'étude est détaillé dans les schémas suivants :

Chapitre V Accessoires et pièces spéciales du réseau de distribution

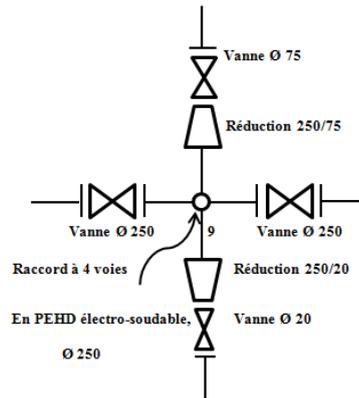




Raccord à 3 voies en PEHD

Electro-soudable, Ø 250

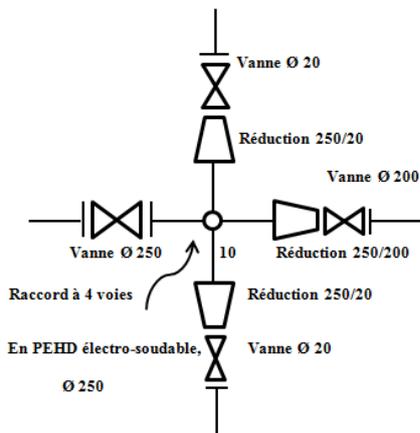
Détail du nœud 8



Raccord à 4 voies

En PEHD électro-soudable, Ø 250

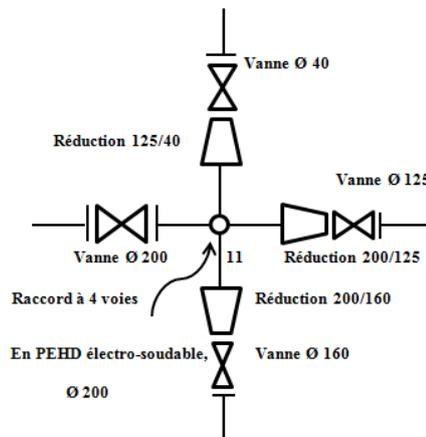
Détail du nœud 9



Raccord à 4 voies

En PEHD électro-soudable, Ø 250

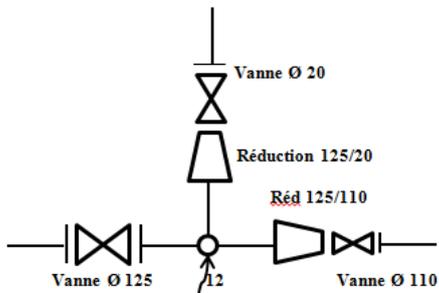
Détail du nœud 10



Raccord à 4 voies

En PEHD électro-soudable, Ø 200

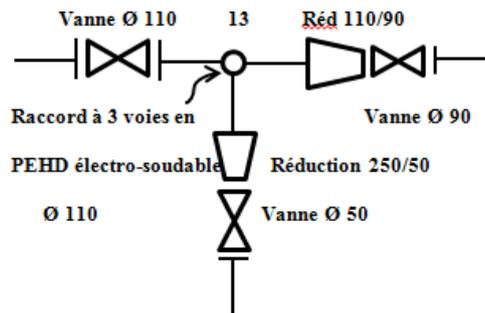
Détail du nœud 11



Raccord à 3 voies en PEHD

Electro-soudable, Ø 125

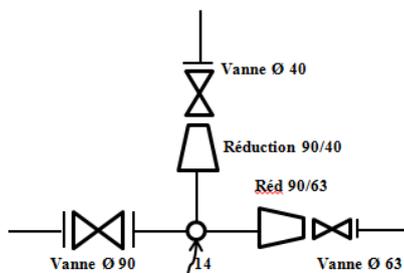
Détail du nœud 12



Raccord à 3 voies en

PEHD électro-soudable, Ø 110

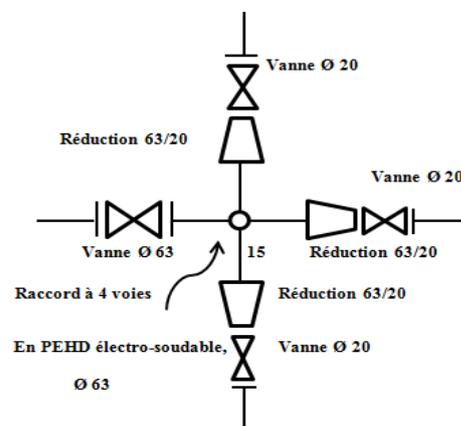
Détail du nœud 13



Raccord à 3 voies en PEHD

Electro-soudable, Ø 90

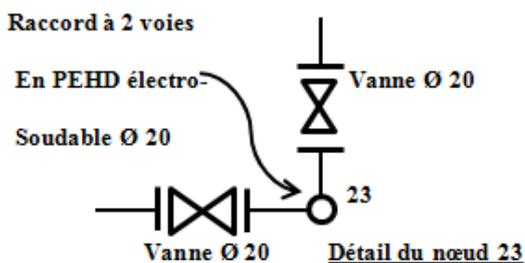
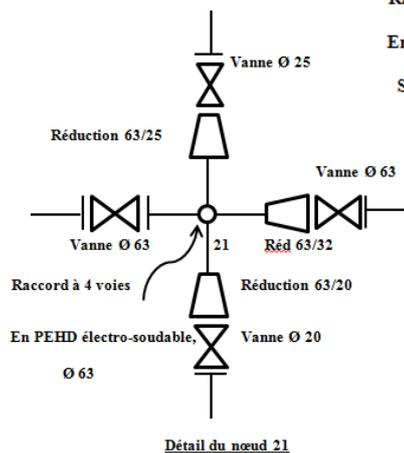
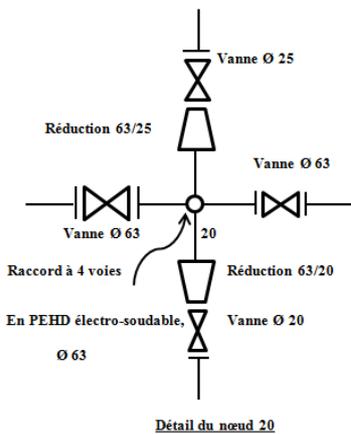
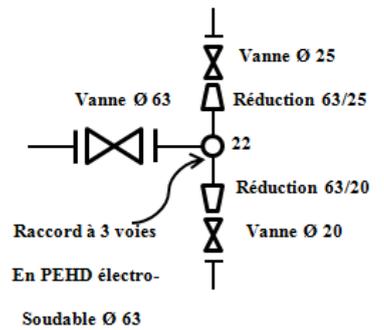
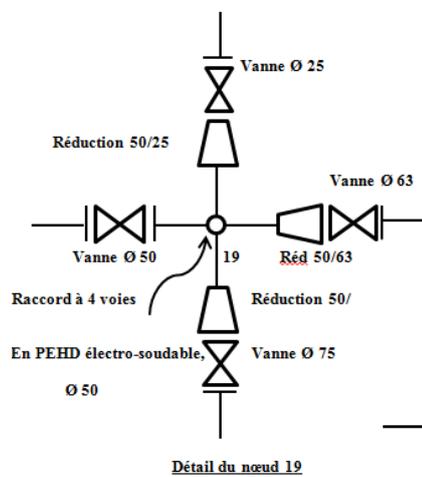
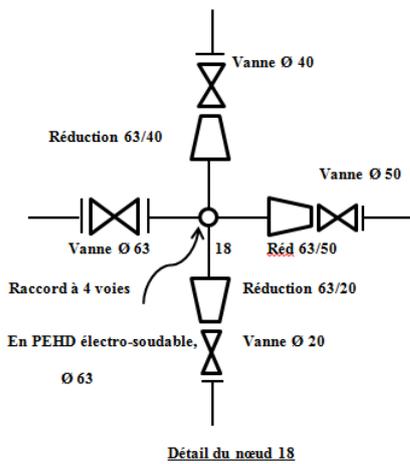
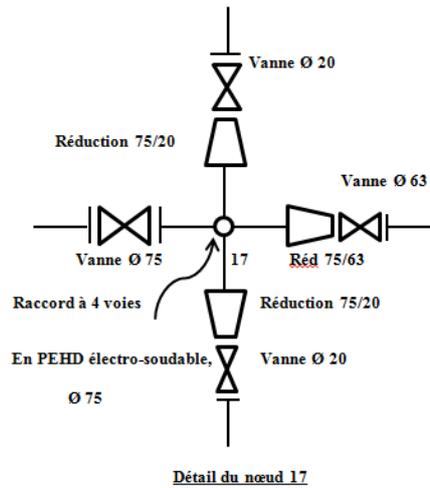
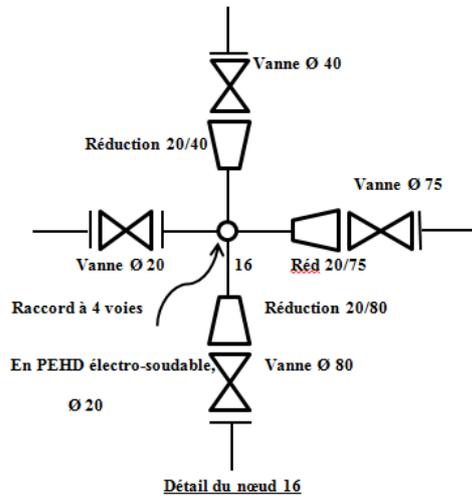
Détail du nœud 14

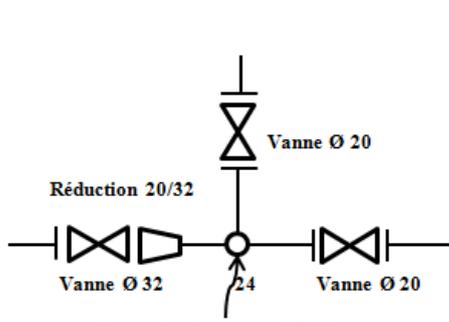


Raccord à 4 voies

En PEHD électro-soudable, Ø 63

Détail du nœud 15

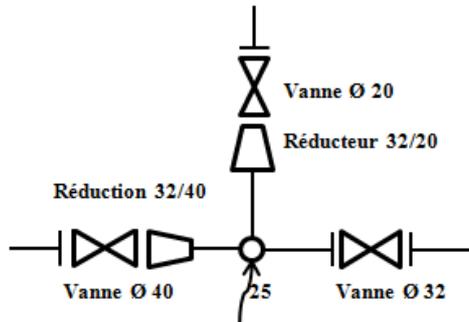




Raccord à 3 voies en PEHD

Electro-soudable, Ø 20

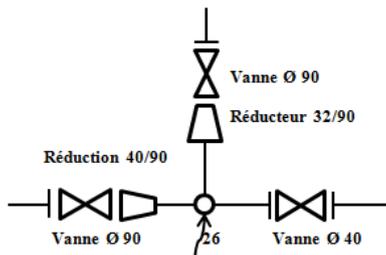
Détail du nœud 24



Raccord à 3 voies en PEHD

Electro-soudable, Ø 32

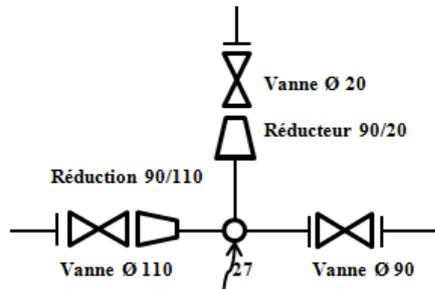
Détail du nœud 25



Raccord à 3 voies en PEHD

Electro-soudable, Ø 40

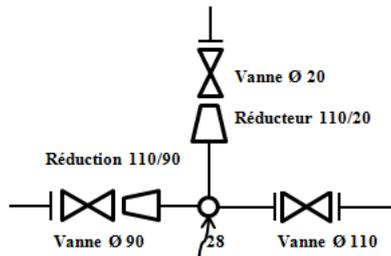
Détail du nœud 26



Raccord à 3 voies en PEHD

Electro-soudable, Ø 90

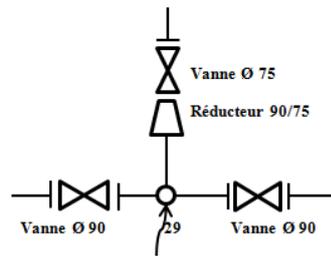
Détail du nœud 27



Raccord à 3 voies en PEHD

Electro-soudable, Ø 110

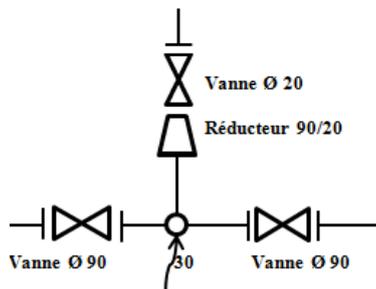
Détail du nœud 28



Raccord à 3 voies en PEHD

Electro-soudable, Ø 90

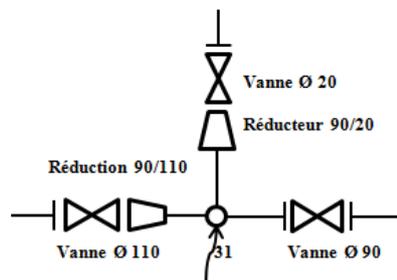
Détail du nœud 29



Raccord à 3 voies en PEHD

Electro-soudable, Ø 90

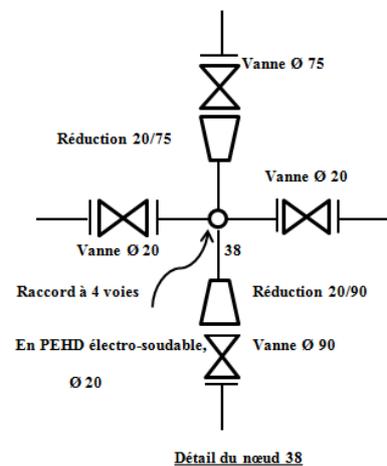
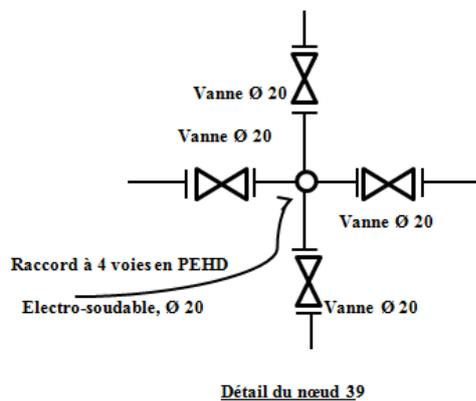
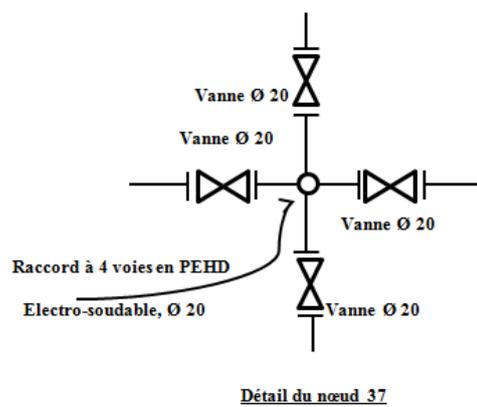
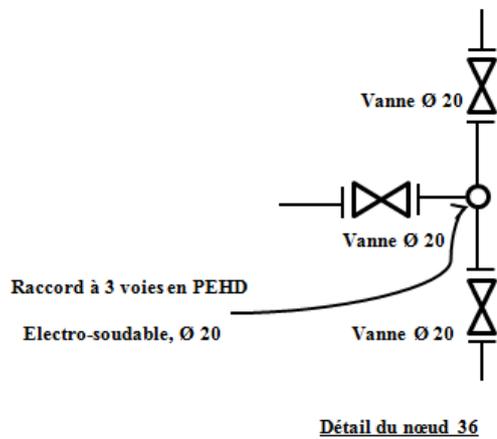
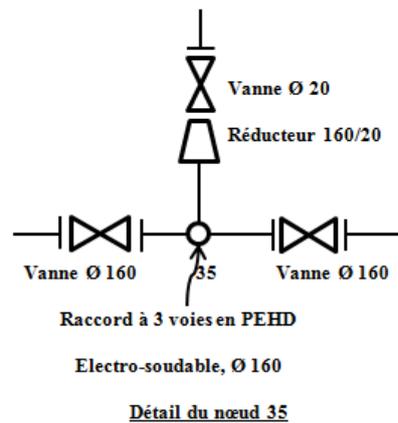
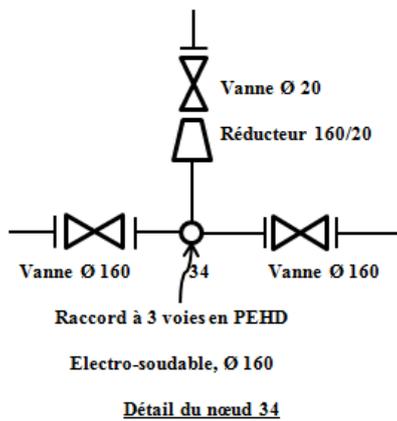
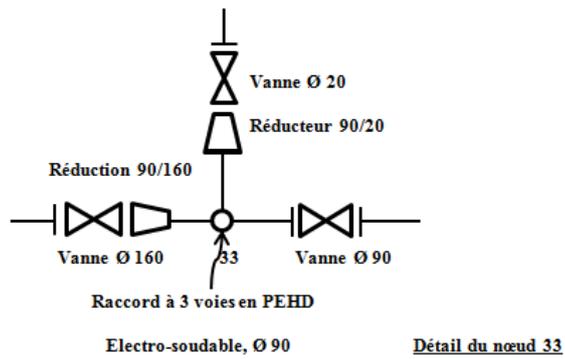
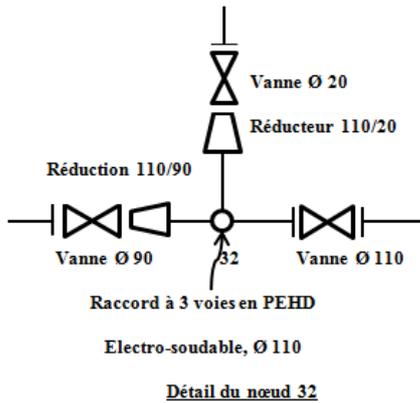
Détail du nœud 30



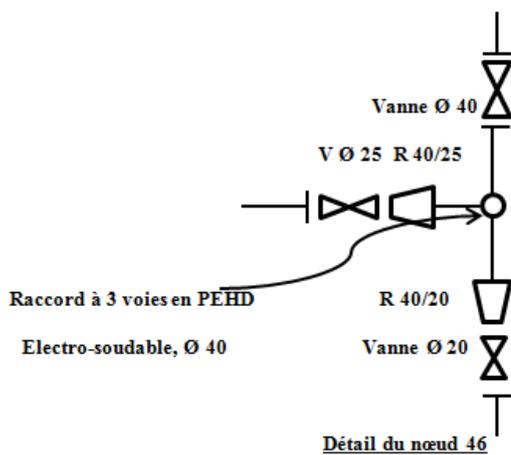
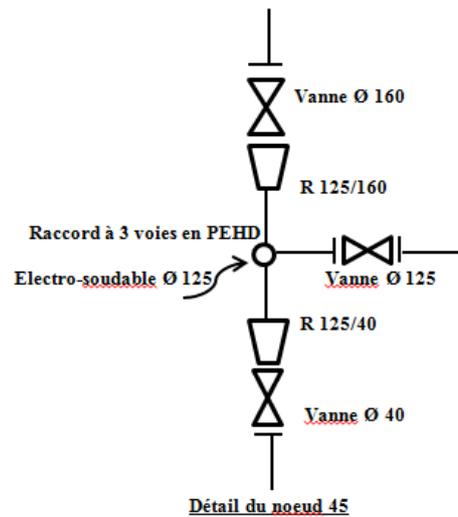
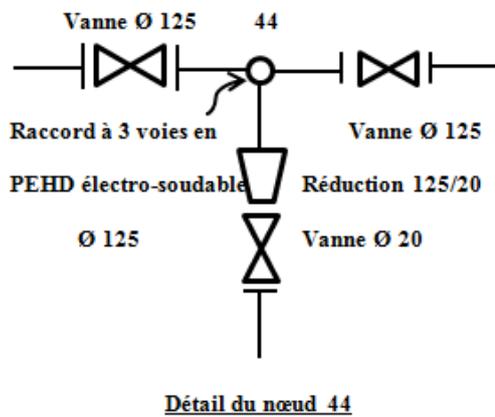
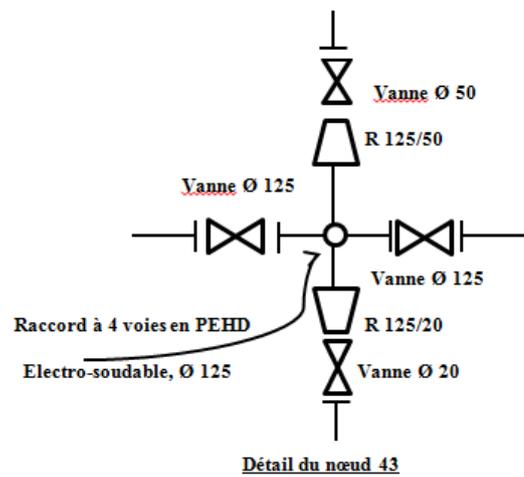
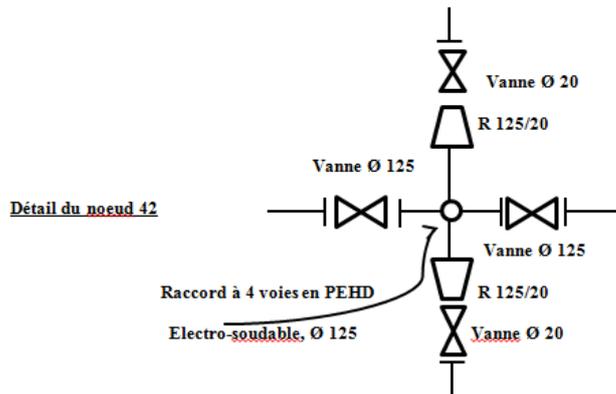
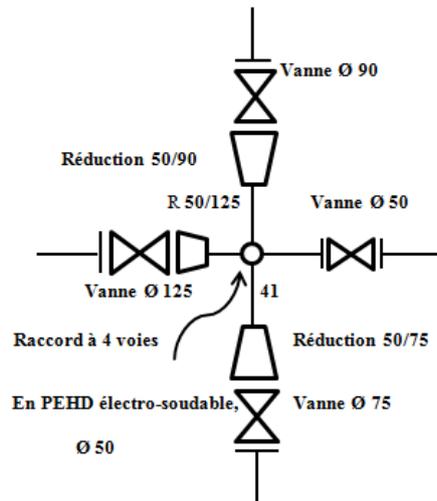
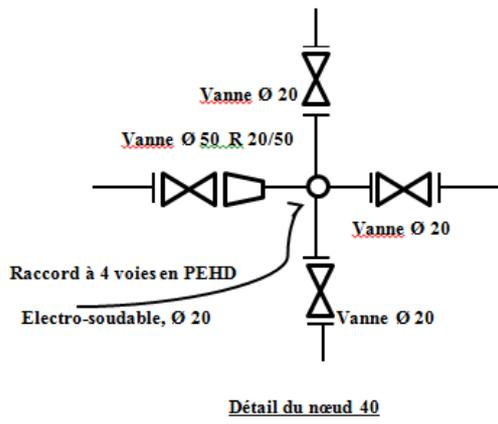
Raccord à 3 voies en PEHD

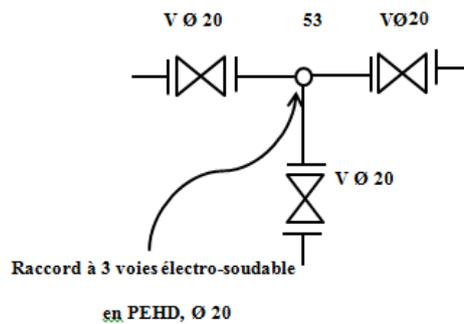
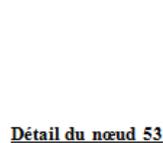
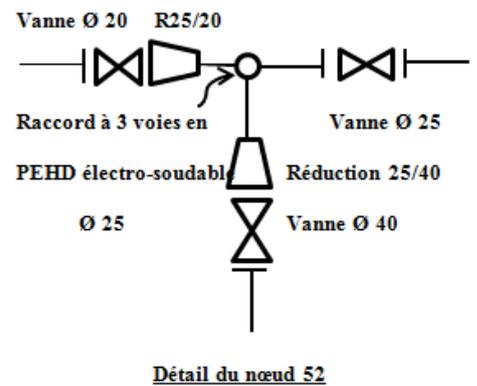
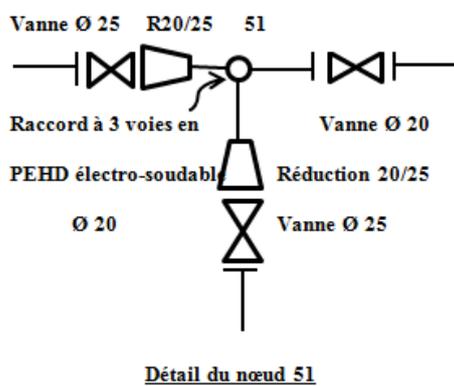
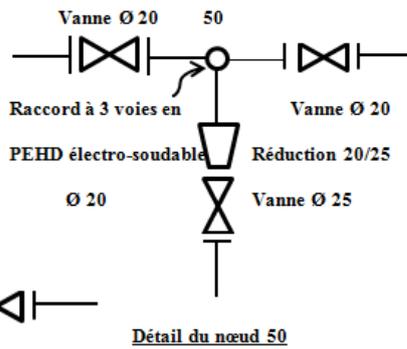
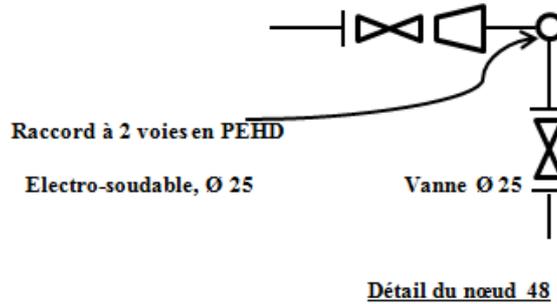
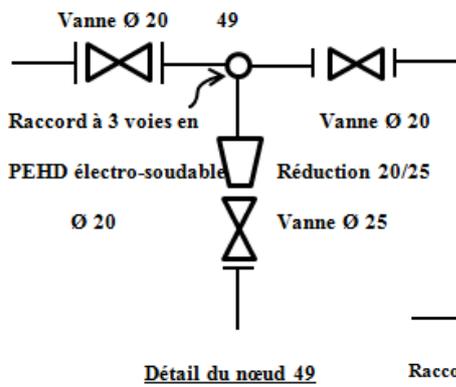
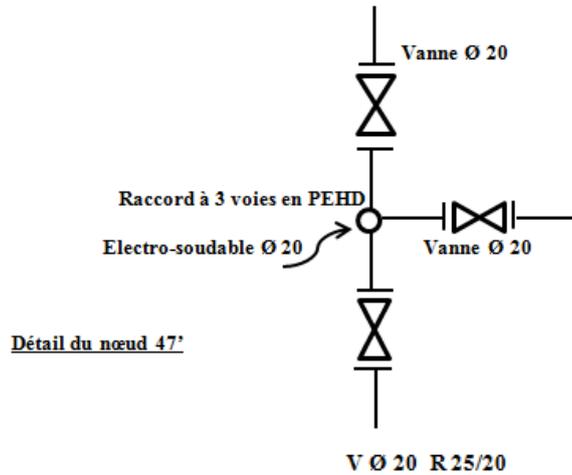
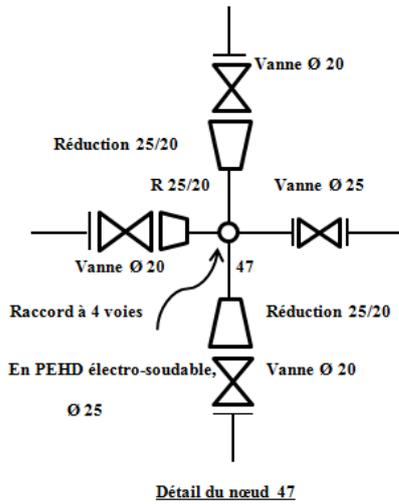
Electro-soudable, Ø 90

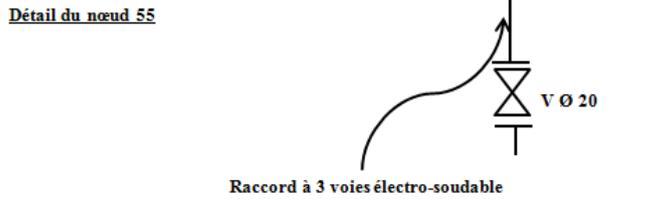
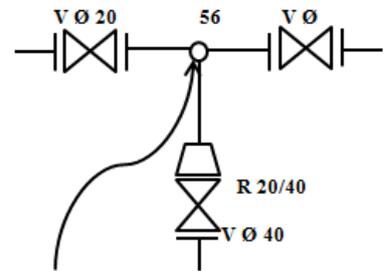
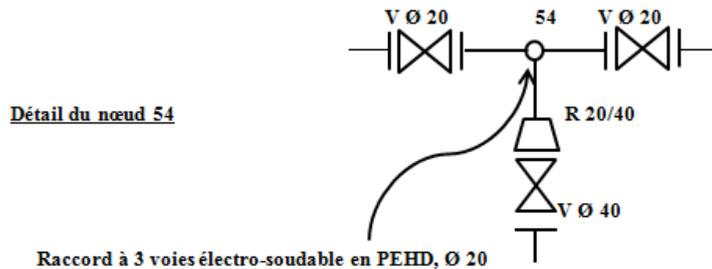
Détail du nœud 31



Chapitre V Accessoires et pièces spéciales du réseau de distribution

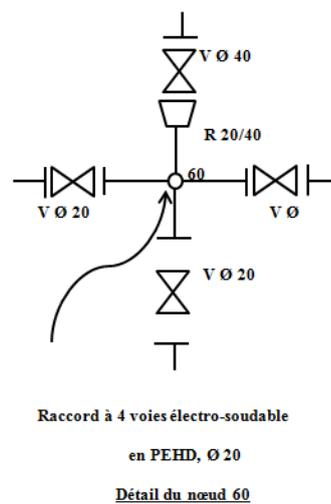
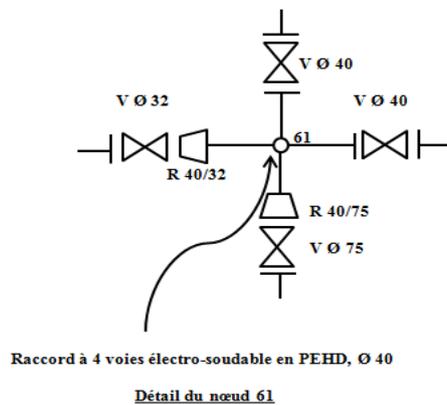
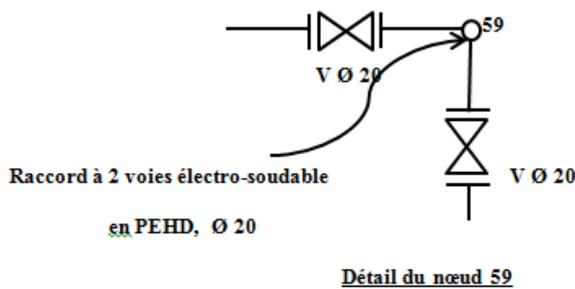
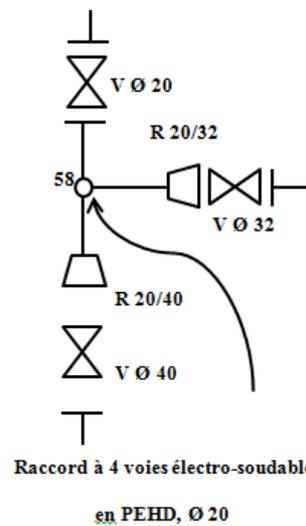
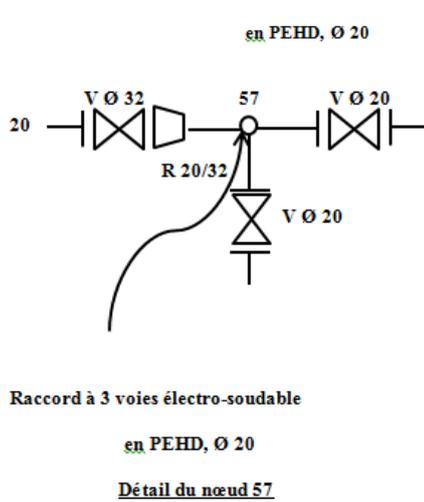


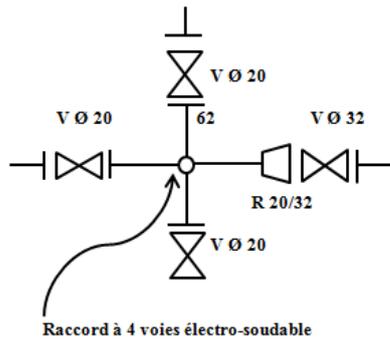




Raccord à 3 voies électro-soudable en PEHD, Ø 20

Détail du nœud 56

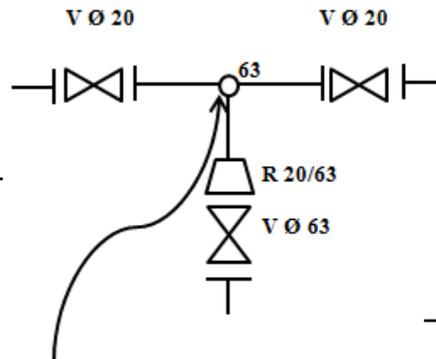




Raccord à 4 voies électro-soudable

en PEHD, Ø 20

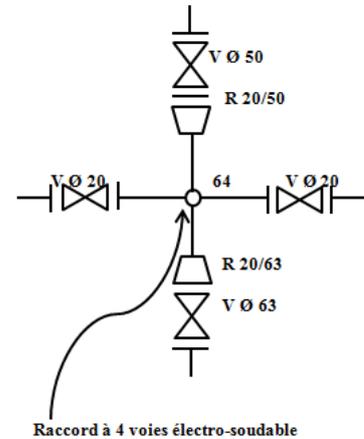
Détail du nœud 62



Raccord à 3 voies électro-soudable

en PEHD, Ø 20

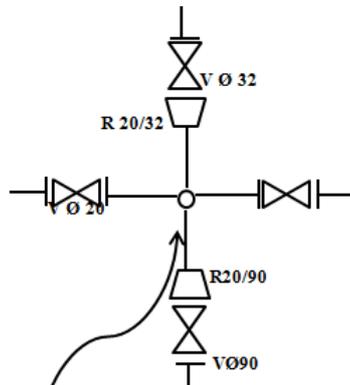
Détail du nœud 63



Raccord à 4 voies électro-soudable

en PEHD, Ø 20

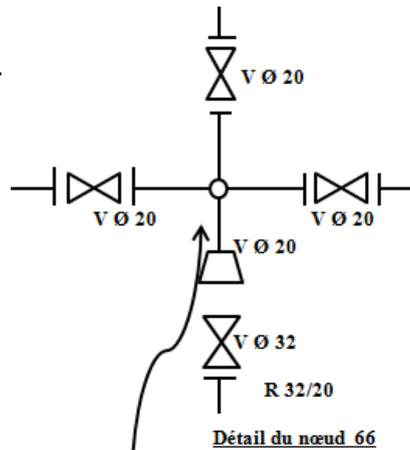
Détail du nœud 64



Raccord à 4 voies électro-soudable

en PEHD, Ø 20

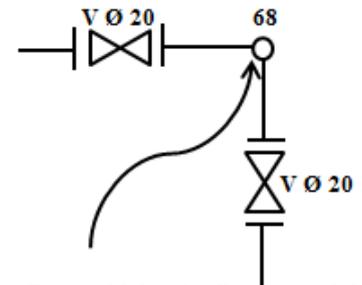
Détail du nœud 65



Raccord à 4 voies électro-soudable

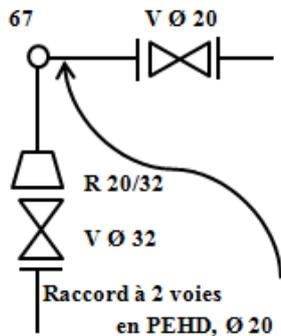
en PEHD, Ø 20

Détail du nœud 66



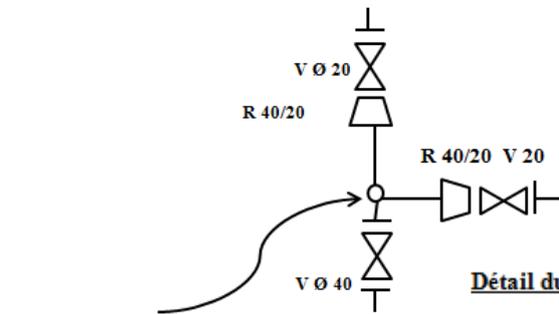
Raccord à 2 voies électro-soudable
électro-soudable en PEHD, Ø 20

Détail du nœud 68



Raccord à 2 voies
en PEHD, Ø 20

Détail du nœud 67

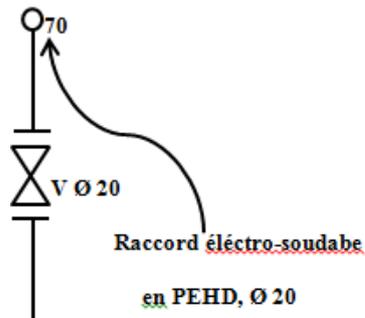


Raccord à 3 voies électro-soudable

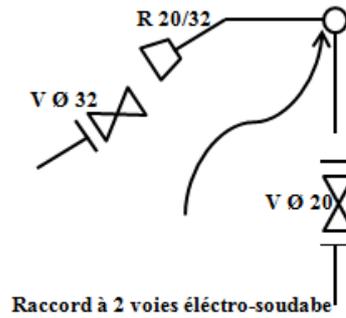
en PEHD, Ø 40

Détail du nœud 69

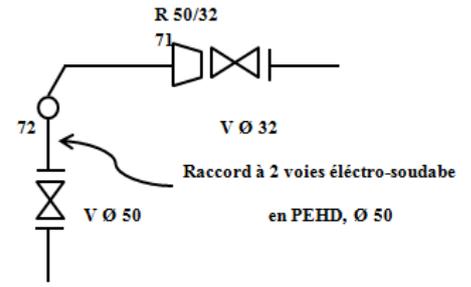
Chapitre V Accessoires et pièces spéciales du réseau de distribution



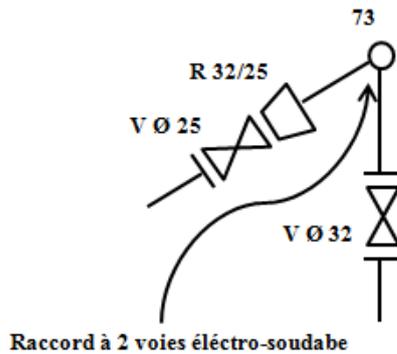
Détail du nœud 70



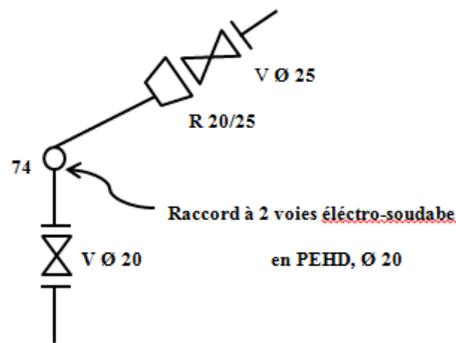
Détail du nœud 71



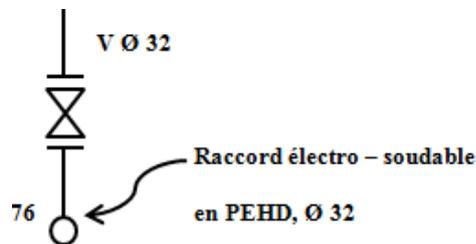
Détail du nœud 72



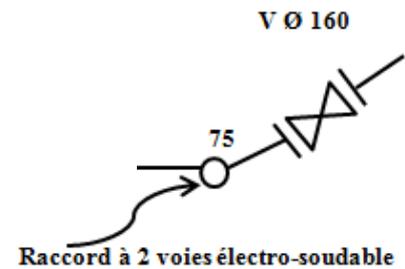
Détail du nœud 73



Détail du nœud 74



Détail du nœud 76



Détail du nœud 75

V.4 Conclusion

En conclusion, ce chapitre nous a permis de dimensionner les différentes pièces spéciales trouvées dans le réseau de distribution de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane qui nous assure le bon fonctionnement de notre réseau.

On a mis les poteaux d'incendie dans les points bas du réseau et les ventouses dans le point le plus haut afin de réguler l'extraction de l'air. Nous avons fait le détail de chaque nœud en mettant des vannes pour la bonne gestion de l'écoulement de l'eau.

A dynamic splash of clear water against a light blue background, with droplets and ripples visible. The splash is contained within a rounded rectangular frame with a blue border.

Chapitre VI
Ouvrages de stockage

A faded, semi-transparent version of the water splash image from the top section, serving as a background for the text.

Ouvrages de stockage

Chapitre VI : Ouvrages de stockage**VI.1 Introduction**

Les ouvrages de stockage s'agissent d'un réservoir qui est un ouvrage hydraulique permettant l'accumulation de l'eau avant sa distribution. Il peut être alimenté par refoulement ou gravitairement.

Ce présent chapitre assure une étude technique sur le réservoir qui doit alimenter l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane dans des meilleures conditions d'ici à l'horizon 2052.

VI.2 Rôle des réservoirs

Les réservoirs assurent les fonctions suivantes :

- Régularisation de la distribution après pompage d'eau : l'eau doit stocker dans le réservoir puis elle sera distribuée et ce stockage est due au fait que la consommation n'est pas régulière.
- Assurance d'une sécurité partielle de la distribution : lorsqu'une panne est survenue au niveau de la pompe ou un accident sur la conduite de refoulement, le réservoir continue toujours à distribuer l'eau mais cette sécurité peut durer seulement le temps correspondant au volume d'eau existant dans le réservoir.
- Ce sont des organes régulateurs de pression et du débit dans le réseau de distribution.
- C'est un milieu de traitement d'eau à l'aide du chlore.
- Ils assurent une réserve d'incendie.
- Ils peuvent être une brise charge dans le cas d'une distribution étagée.
- Ils préservent l'eau contre les variations de températures.
- Ils maintiennent l'eau à l'abri des risques de contamination et de pollution. (2)

VI.3 Types des réservoirs

Il existe deux grands types de réservoirs : les réservoirs enterrés ou semi-enterrés et les réservoirs surélevés. (2)

VI.3.1 Réservoirs enterrés ou semi-enterrés

L'idéal c'est les réservoirs entièrement enterrés car ils mettent l'eau à l'abri des variations de températures. Néanmoins, la topographie ne permet pas généralement cette solution, de plus, ils nécessitent des tassements importants pour la pose des conduites de distribution et de vidange, et puisque les murs aussi sont soumis à des pressions importantes, les réservoirs semi-enterrés sont préférables.

Ce grand type de réservoirs est généralement de forme circulaire mais dans certains cas, on adopte des formes rectangulaires. (2)

VI.3.2 Réservoirs surélevés

Ce deuxième grand type de réservoirs « sur tour » appelé aussi château d'eau convient mieux pour des agglomérations à topographie homogène (relativement plate) et il a plusieurs formes : conique, circulaire, champignon. (2)

VI.4 Matériaux utilisés

Les premiers réservoirs ont été construits à base de maçonnerie (pierres, argile, brique, ciment,...). Depuis 1988, ils sont construits à base de béton et lorsque la capacité de la cuve est comprise entre 500 et 1000 m³, on utilise le béton armé ; au-delà de cette capacité, le béton précontraint devient plus économique. (2)

VI.5 Choix des réservoirs

Il y a plusieurs facteurs qui interviennent dans la détermination du type de réservoir :

- La condition topographique de la région à desservir ;
- Les conditions hydrauliques (capacité ou volume du réservoir et pression) ;
- Les décideurs (maître de l'ouvrage : commune, ADE, DRE,...) ;
- Les facteurs économiques ;
- La sécurité d'approvisionnement et la facilité d'exploitation ;
- La possibilité d'adaptation au réseau. (2)

VI.6 Exigences techniques pour la construction des réservoirs

Pour la construction des réservoirs, on doit déterminer trois points essentiels qui sont :

- Le type de réservoir ;
- La capacité du réservoir ;
- La hauteur du réservoir.

Pour la bonne réalisation de cet ouvrage, il doit répondre aux exigences techniques suivantes : (2)

VI.6.1 Résistance de l'ouvrage

Le réservoir doit dans toutes ses parties équilibrer les efforts auxquels il est soumis (poids propre, charge due au liquide, forces sismiques, effets climatiques). (2)

VI.6.2 Etanchéité

L'étanchéité doit toujours assurer dans l'ouvrage pour éviter les fuites du réservoir. Elle est assurée par des matériaux ou produits spéciaux sans influence sur la qualité de l'eau. (2)

VI.6.3 Durabilité

Le réservoir doit durer dans le temps c'est-à-dire le matériau doit conserver ses propriétés initiales après un contact prolongé avec le liquide. (2)

VI.6.4 Isolation thermique

Pour les réservoirs enterrés, l'isolation naturelle est généralement suffisante. Pour les réservoirs semi-enterrés et surélevé, l'isolation est obtenue par une couche de gravillon sur le couvercle. Les parois latérales peuvent être isolées en montant parallèlement à la paroi un rang de briques qui retient ainsi une couche d'air. (2)

VI.7 Hauteur utile du réservoir

Théoriquement, la hauteur d'eau utile « h » dans le réservoir varie entre 3 et 6 m. Elle peut dans des cas exceptionnels atteindre 8 m et descendre jusqu'à 2,5 m.

Quand « h » est assez importante, l'ouvrage va nécessiter une grande étanchéité, d'où le mur doit être assez épais et pour éviter cela, on essaye de prendre une hauteur de 4 m à 5 m. (2)

VI.8 Capacité des réservoirs

Il existe plusieurs méthodes pour la détermination de la capacité du réservoir selon que l'on dispose des statistiques sur la consommation ou non. (2)

VI.8.1 Cas où l'on dispose des statistiques sur la consommation

La capacité du réservoir doit être estimée en tenant compte des variations du débit à l'entrée comme à la sortie (adduction, distribution). Ces statistiques sont généralement difficiles à obtenir, ce qui nous laisse adopter des coefficients horaires K_h (qui est en % de Q_{maxj}) du débit de distribution en fonction de la taille de l'agglomération. (2)

VI.8.1.1 Méthode analytique

On adopte un modèle linéaire pour la détermination du volume « V » du réservoir de la forme :

$$V = A.X + B$$

$$\Rightarrow V = \frac{R_{max}}{100} Q_{maxj} + V_{inc}$$

Avec : V : Volume du réservoir ;

V_{inc} : Volume d'incendie (120 m^3) ;

A : Coefficient de dimensionnement (%) ;

R_{max} : Résidu maximal du réservoir (m^3) ;

$Q_{\max j}$: Débit maximal journalier (m^3/j).

Cette méthode consiste à établir un tableau dans lequel figurent les débits de consommation horaires (en % du débit maximal journalier) et les débits horaires de la station de pompage (en % de $Q_{\max j}$) et à partir de ces deux régimes « apport-distribution », on détermine le résidu maximal dans le réservoir.

VI.8.1.2 Méthode graphique

Le réservoir doit pouvoir emmagasiner la différence de volume maximum et la différence minimale entre l'apport et la consommation. Le volume du réservoir sera au moins égal à la somme de ces deux différences en valeur absolue plus la réserve d'incendie.

Il s'agit de se référer à un repère orthonormé avec comme abscisse les heures (de 0 h à 24 h) et comme ordonnées, les débits cumulés avec une échelle bien déterminée. On reporte sur le graphique apport et le cumul distribution pour chaque heure (en % du $Q_{\max j}$). On lira ensuite les différences maximales « d » et « d' » entre les deux courbes. (2)

Le volume du réservoir sera donc :

$$V = \frac{d+d'}{100} Q_{\max j} + V_{\text{inc}} \text{ ou bien : } V = |\Delta V^+| + |\Delta V^-| + V_{\text{inc}}$$

$$\Rightarrow V = V_r + V_{\text{inc}}$$

Avec : $|\Delta V^+|$: Surplus maximum (m^3) ;

$|\Delta V^-|$: Déficit maximum (m^3)

V_r : Volume réel du réservoir (m^3).

VI.8.2 Cas où l'on ne dispose pas de statistiques sur la consommation

Il est à noter que lorsque les données n'existent pas, on est obligé de recourir au principe largement mis en pratique dans divers pays du monde c'est-à-dire de stocker un volume V tel que : (2)

$$V = \alpha Q_{\max j}$$

Avec : $\alpha = 0,5$ à 1.

VI.9 Emplacement des réservoirs

L'implantation du réservoir doit tenir compte du relief permettant d'obtenir les dépenses minimales des frais d'investissement et d'exploitation, il faut tenir compte des facteurs suivants : (2)

- Une pression minimale de 10 m dans le réseau de distribution (il faut tenir compte du point le plus éloigné à alimenter, du point le plus haut à alimenter) ;
- Les pertes de charges à partir du réservoir jusqu'au point le plus défavorable ;
- Si le terrain est accidenté (pas de réservoir surélevé), on choisit un site de côte dépassant celle des maisons les plus hautes d'une valeur de 10 à 20 m. on installe une brise charge pour la sécurité de l'équipement si la charge est trop importante ;
- Choisir un point idéal pour diminuer les pertes de charge (augmenter le diamètre) ;
- L'étude comparative du prix des canalisations montre qu'il y a intérêt à placer le réservoir au centre de gravité de la consommation.

VI.10 Equipements du réservoir

Le réservoir comporte généralement cinq types de conduites et d'autres équipements tel que : Robinet vanne (Rv) et vanne by-pass (Vbp), compteurs (Cpt), réducteur de pression (Rp), ventouse (Vt), robinet à flotteur, crépine, fenetre d'accès, fenetre et grille d'aération (figure V.1) (2).

VI.10.1 Conduite d'arrivée

C'est l'arrivée de l'adduction. Cette conduite débouche dans le réservoir à sa partie supérieure, elle peut provenir à la partie inférieure. On prévoit l'arrêt automatique de la pompe lorsque le réservoir est plein. Pour éviter la surveillance constante pendant le remplissage, on prévoit un robinet à flotteur tel qu'aussitôt que le réservoir est plein le robinet se ferme automatiquement : c'est le flotteur de niveau. (2)

VI.10.2 Conduite de distribution

Le départ de la conduite de distribution s'effectue à 0,2 m au-dessus du radier pour éviter l'introduction des dépôts décantés et du sable dans la conduite.

Elle est munie à son origine d'une crépine constituée d'un corps cylindrique terminé par un collet, d'une bride de serrage et de ses boulons. La crépine se place à 0,15 m au-dessus du fond du réservoir afin que les dépôts ne puissent pénétrer dans la conduite. (2)

VI.10.3 Conduite de trop-plein

La conduite trop-plein est mise pour l'évacuation de l'excédent d'eau.

VI.10.4 Conduite de vidange (au fond)

Elle est disposée au fond (au point le plus bas) pour permettre l'inspection et la maintenance du réservoir, il est nécessaire de pouvoir le vidanger au moyen d'une conduite généralement raccordée à la conduite de trop-plein. (2)

VI.10.5 Conduite de by-pass entre adduction et distribution

Cette conduite est utile en cas d'indisponibilité du réservoir : nettoyage, entretien, réparation... (2)

VI.10.6 Système à siphon

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

Le premier est placé avant le siphon, le deuxième à sa sortie et le troisième sur le tronçon de conduite entre les deux bouts du siphon.

Quand le niveau d'eau dans le réservoir atteint le niveau de la réserve d'incendie, le système se désamorce grâce à l'évent tout en laissant le premier et le deuxième robinet ouverts. Le troisième robinet vanne doit être ouverte en cas de déclenchement d'un incendie. (2)

VI.10.7 Fenêtre d'aération

Son rôle principal est d'assurer l'entrée et la sortie de l'air lors du remplissage et de la vidange. (2)

VI.10.8 Fenêtre d'accès

Cette fenêtre constitue un accès pour le nettoyage de la cuve et éventuels traitements et maintenance. Pour accéder au réservoir, on utilise soit une échelle ou des escaliers métalliques ou en béton armé. (2)

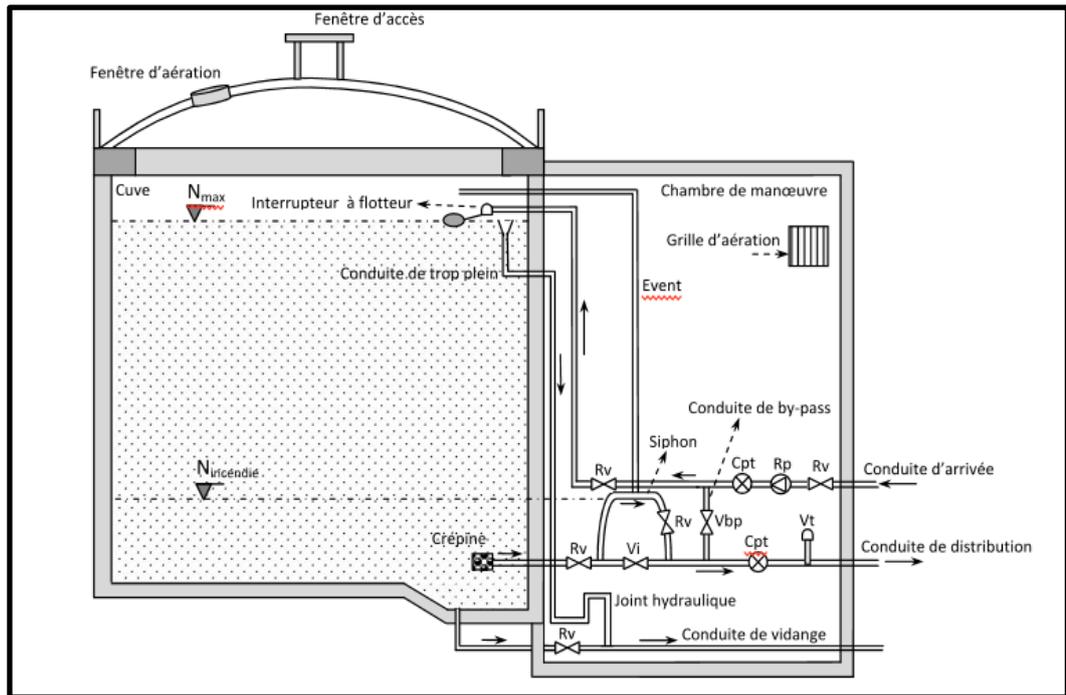


Figure VI.1 : Equipements du réservoir (2)

VI.10.9 Chambre de vanne

La chambre de vanne est un abri pour l'ensemble des vannes et tuyauterie. (2)

VI.11 Détermination de la capacité du réservoir

Dans notre cas, on doit calculer la capacité du réservoir qui doit alimenter l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane et cette dernière soit déterminée en fonction du débit d'apport et celui de sortie.

On a procédé les deux méthodes pour calculer la capacité du réservoir.

VI.11.1 Méthode analytique

Cette méthode consiste à établir le tableau (VI.1).

Tableau VI. 1: Méthode analytique

Heure	Q consommé %	Q arrivé %	(Q arrivé – Q consommé) %	(Q arrivé – Q consommé) cumulé
0-1	1	4,167	3,167	9,668
1-2	1		3,167	12,835
2-3	1		3,167	16,002
3-4	1		3,167	19,169
4-5	2		2,167	21,336
5-6	3		1,167	22,503
6-7	5		-0,833	21,67
7-8	6,5	4,167	-2,333	19,337
8-9	6,5		-2,333	17,004
9-10	5,5		-1,333	15,671
10-11	4,5		-0,333	15,338
11-12	5,5		-1,333	14,005
12-13	7		-2,833	11,172
13-14	7		-2,833	8,339
14-15	5,5		-1,333	7,006
15-16	4,5		-0,333	6,673
16-17	5		-0,833	5,84
17-18	6,5		-2,333	3,507
18-19	6,5		-2,333	1,174
19-20	5		-0,833	0,341
20-21	4,5		-0,333	0,000
21-22	3		1,167	1,167
22-23	2	2,167	3,334	
23-00	1	3,167	6,167	
Somme	100	100	0	-

Sachant que :

$$V = \frac{R_{\max}}{100} Q_{\max j} + V_{\text{inc}}$$

$$\text{AN : } V = \frac{22,503}{100} 2912,1768 + 120$$

$$V = 775,3271453 \text{ m}^3$$

VI.11.2 Méthode graphique

Cette méthode consiste à établir le tableau VI.2 ainsi la figure VI.2.

Tableau VI.2: Méthode graphique

Heure	Q consommé %	Q arrivé %	Q consommé cumulé %	Q arrivé cumulé %	(Q arrivé cumulé – Q consommé cumulé) %
0-1	1	4,167	1	4,167	3,167
1-2	1		2	8,333	6,333
2-3	1		3	12,500	9,500
3-4	1		4	16,667	12,667
4-5	2		6	20,835	14,833
5-6	3		9	25,000	16,000
6-7	5		14	29,167	15,167
7-8	6,5		20,5	33,333	12,833
8-9	6,5		27	37,500	10,500
9-10	5,5		32,5	41,667	9,167
10-11	4,5		37	45,833	8,833
11-12	5,5		42,5	50,000	7,500
12-13	7		4,167	49,5	54,167
13-14	7	56,5		58,333	1,833
14-15	5,5	62		62,500	0,500
15-16	4,5	66,5		66,667	0,167
16-17	5	71,5		70,833	-0,667
17-18	6,5	78		75,000	-3,000
18-19	6,5	84,5		79,167	-5,333
19-20	5	89,5		83,333	-6,167
20-21	4,5	94		87,500	-6,500
21-22	3	97		91,667	-5,333
22-23	2	99		95,833	-3,167
23-00	1	100	100	0,000	
Somme	100	100	-	-	-

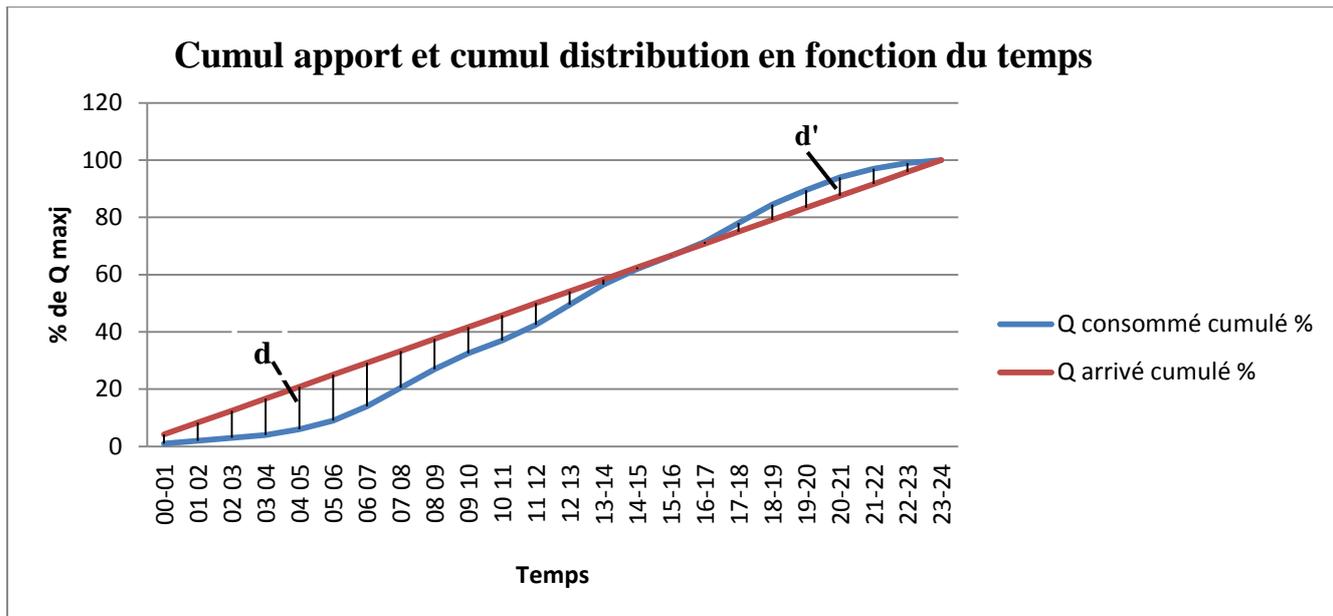


Figure VI.2: Cumul apport et cumul distribution en fonction du temps

Sachant que :

$$V = \frac{d+d'}{100} Q_{maxj} + V_{inc}$$

AN: $V = \frac{16+6,5}{100} 2912,1768 + 120$

$$V = 775,240 \text{ m}^3$$

VI.12 Dimensionnement du réservoir projeté R1000

Dans notre cas, on opte à réaliser un réservoir circulaire d’une capacité de 1000 m³, pour cela, on peut prendre **H = 4m**.

Alors : $V = S \times H$

$$V = \pi R^2 \times H$$

$$\Rightarrow R = \sqrt{\frac{V}{\pi H}} \Rightarrow R = 8,92 \text{ m}$$

Donc : **D = 17,84 m**

Le tableau VI.3 résume les dimensions du réservoir R1000 projeté.

Tableau VI.3: Dimensions du réservoir R1000 projeté

Réservoir	Volume (m ³)	Superficie (m ²)	Hauteur (m)	Diamètre (m)
R1000	1000	249,838	4	17,84

VI.13 Conclusion

D'après les résultats obtenus des deux méthodes analytique et graphique, on opte à réaliser un réservoir semi-enterré normalisé d'une capacité de 1000 m³, sa hauteur $H = 4$ m et son diamètre $D = 17,84$ m qui devrait alimenter gravitairement l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane en eau potable durant les trente prochaines années.

A dynamic splash of clear water against a light blue background, with droplets and ripples visible. The splash is contained within a rounded rectangular frame with a white border and a soft blue shadow.

Chapitre VII
Etude d'adduction

A faded, semi-transparent version of the water splash image from the top section, mirroring its composition and colors.

Etude d'adduction

Chapitre VII : Etude d'adduction**VII.1 Introduction**

L'adduction est le transfert de l'eau de la source naturelle ou de la station de traitement vers les réservoirs de distribution et l'acheminement de cette eau se fait par des conduites ou par des aqueducs.

Dans ce présent chapitre, on va voir l'ensemble des techniques à procéder afin d'assurer le transport de l'eau entre la station de pompage et le réservoir qui doit alimenter l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane.

VII.2 Types d'adduction

On distingue généralement deux types d'adduction : (2)

- **Adduction gravitaire** : ce type d'adduction est utilisé pour l'écoulement à surface libre ou en charge. On la trouve quand la côte de la source est supérieure à la côte du réservoir.
- **Adduction par refoulement** : ce type d'adduction est utilisé pour l'écoulement en charge seulement. Elle se fait par pompage en s'aidant à une station de pompage.

VII.2.1 Comparaison entre les aqueducs et les conduites en charge

Avec les aqueducs (canaux à ciel ouvert), l'écoulement est à surface libre c'est-à-dire sous pression atmosphérique grâce à la pente, il est généralement uniforme sur tout le parcours.

Avec des conduites en charge, l'écoulement est à section pleine, c'est-à-dire sous pression ; en ce fait, a les avantages suivants :

- Permet d'avoir des vitesses plus grandes que dans le cas des aqueducs ;
- L'eau est isolée du milieu extérieur, autrement dit moins de pertes et pas de risque de pollution ;
- Pas de contraintes en ce qui concerne la pente de la conduite.

Il est évident que dans ces conduites en charge, la perte de charge est plus importante que dans les aqueducs. (2)

VII.3 Types de tuyaux d'adduction

Les tuyaux les plus couramment utilisés pour l'adduction sont les tuyaux en fonte et en acier. Ensuite, les tuyaux en béton armé, en béton précontraint et les tuyaux en matière plastique. (2)

VII.3.1 Tuyaux en fonte

La fonte grise est le matériau le mieux adapté à l'établissement des conduites enterrés par sa longévité. Les tuyaux en fonte sont très robustes, résistants à la corrosion mais fragiles. Ensuite, la fonte ductile a été découverte (nouveau procédé de fabrication avec addition au moment de la coulée d'une très faible quantité de Magnésium), qui n'est plus fragile. Ce métal a des résistances analogues aux tuyaux en acier. Ces tuyaux nécessitent aussi un revêtement intérieur (à base de bitume ou de ciment) et un revêtement extérieur (par la soie de verre noyée dans un bitume de houille : anti corrosion).

Les diamètres normalisés des tuyaux en fonte sont les suivants : 60, 80, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1250.

La longueur utile des tuyaux est de 6 m à partir de 800 mm de diamètre. La pression de service varie de 40 à 60 bars. Ces tuyaux ont une rugosité (Ks) de 0,1 mm et sont assemblés par joints. (2)

VII.3.2 Tuyaux en acier

C'est de l'acier doux soudable, il nécessite un revêtement intérieur (à base de bitume ou de ciment) et un revêtement extérieur (par la soie de verre noyée dans un bitume de houille : anticorrosion).

Les tubes sont fournis en longueurs de 6 à 16 m. Les diamètres disponibles sont de 100 à 1000 mm avec des épaisseurs de 3 à 9 mm. La pression de service varie de 40 à 60 bars. (2)

VII.3.3 Tuyaux en béton armé

Ces tuyaux sont fabriqués par centrifugation ou coulés debout (seulement pour les grands diamètres). Les longueurs de tuyaux varient de 4 à 6 m. les diamètres disponibles sont de 300 à 1000 mm. La pression de service varie de 1,5 à 2 bars. (2)

VII.3.4 Tuyaux en béton précontraint

Ces tuyaux ont une longueur qui varie entre 3 à 6 m selon les diamètres. Le plus petit diamètre de ces tuyaux est de 400 mm et le plus grand pouvant atteindre 300 mm. La pression de service pouvant atteindre 20 bars. (2)

VII.3.5 Tuyaux en matière plastique

On distingue les tuyaux rigides et les tuyaux semi-rigides. (2)

- **Les tuyaux rigides** : sont en polychlorure de vinyle non plastifié (PVC). Ils sont fabriqués par longueurs de 5 à 6 m et en 3 classes de pression : 6, 10 et 16 bars.

- **Les tuyaux semi-rigides** : sont en polyéthylène à haute densité (PEHD) et se présentent sous forme de couronnes de 25, 50, et 100 m de longueur et en trois classes de pression : 10, 16 et 20 bars. Ces tuyaux sont de plus en plus utilisés grâce à leur souplesse, leur légèreté, leur facilité à poser et leur faible rugosité.

VII.3.6 Tuyaux en amiante-ciment

Dans ce type de tuyaux, les fibres d'amiante remplissent le rôle d'armatures d'une manière analogue aux armatures en acier d'un tuyau en béton armé. Toutefois, ces tuyaux quoique très résistants restent fragile. Ils sont fabriqués par enroulement continu, avec compression de couches successives très minces (0,2 mm) composées d'un mélange d'amiante en fibres et de ciment autour d'un mandrin d'acier. La longueur utile des tuyaux en amiante-ciment varie de 4 à 5 m. les diamètres disponibles sont de 40 mm à 800 mm. La pression de service varie de 5 à 25 bars suivant la classe de résistance (4 classes sont fournies : 0 à 5 bars, 5 à 8 bars, 8 à 12 bars et 12 à 25 bars). Ces tuyaux ont aussi une rugosité (Ks) inférieure à 0,1 mm. (2)

VII.4 Calcul hydraulique

VII.4.1 Adduction en refoulement

L'étude technico-économique de l'adduction (refoulement) consiste à déterminer le diamètre de la conduite de refoulement qui est calculé soit par application de relations empiriques, soit après une étude économique. (2)

VII.4.1.1 Relations empiriques

Il y a plusieurs formules donnant le diamètre économique, mais les plus utilisées sont celles données par : (2)

Bonin : $D = \sqrt{Q}$(VII.1)

Bress : $D = 1,5\sqrt{Q}$ (VII.2)

VII.4.1.2 Etude technique

Cette étude a pour but de définir les caractéristiques techniques de la conduite; comme la vitesse, le régime d'écoulement, les pertes de charge totale et la puissance délivrée à la pompe. (2)

VII.4.1.2.1 La vitesse

Pour calculer la vitesse de l'écoulement, on dispose à l'équation de continuité :

$Q = V \times S$ (VII.3)

Avec :

$$S = \frac{\pi D^2}{4} \text{ (Puisqu'il s'agit d'une conduite à section circulaire).....(VII.4)}$$

Donc :

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} \text{ (Exprimé en m/s).....(VII.5)}$$

La vitesse doit être comprise entre 0,6 m/s et 1,2 m/s pour les eaux potables.

VII.4.1.2.2 Le nombre de Reynolds

Le nombre de Reynolds donné par la formule :

$$Re = \frac{VD}{\nu} \text{(VII.6)}$$

Avec :

V : vitesse (m/s)

D : diamètre (m)

ν : viscosité cinématique de l'eau = 10^{-6} (m²/s)

VII.4.1.2.3 Pertes de charge totale

Les pertes de charge totale sont la somme des pertes de charge linéaires (ΔH_L) et des pertes de charge singulières (ΔH_S).

VII.4.1.2.3.1 Pertes de charge linéaires

Sont observées sur toute la longueur du courant, sont proportionnelles à la longueur des tronçons des conduites et sont engendrées par les forces de frottement.

Elles sont exprimées par la formule suivante :

$$\Delta H_L = \lambda \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \text{ (m).....(VII.7)}$$

Avec :

L : Longueur de la conduite (m) ;

D : Diamètre de la section d'écoulement (m) ;

V : Vitesse d'écoulement (m/s) ;

λ : Coefficient de frottement (sans unité).

Les valeurs du coefficient de frottement λ peuvent être déterminées par la formule d'Altchule (VII.8):

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{K_s}{D} + \frac{68}{Re} \right) \dots\dots\dots(VII.8)$$

Avec :

K_s : Coefficient de rugosité (m) ;

D : Diamètre de la conduite (m) ;

Re : Nombre de Reynolds.

VII.4.1.2.3.2 Pertes de charge singulières

Sont dues aux différent éléments de construction et aux obstacles locaux dans le courant, elles sont exprimées par la formule :

$$\Delta H_s = \lambda \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots(VII.9)$$

D'une façon générale, les pertes de charge singulières représentent 10% des pertes de charge linéaires.

VII.4.1.2.4 Calcul de la hauteur manométrique totale (HMT)

La hauteur manométrique totale est la somme de pertes de charge et de la hauteur géométrique donnée par la formule (VII.10).

$$HMT = H_g + \Delta H_T \dots\dots\dots(VII.10)$$

Avec :

H_g : Hauteur géométrique en (m) ;

ΔH_T : Perte de charge totale (m).

VII.4.1.2.5 Puissance délivrée à la pompe

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

$$P = \frac{g \times Q \times HMT}{\eta} \dots\dots\dots(VII.11)$$

Avec :

η : Rendement de la pompe en (%) ;

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

g : pesanteur.

VII.4.1.2.6 Energie consommée par la pompe

L'énergie consommée par la pompe est calculée par l'expression suivante :

$$E = P \times t \times 365 \dots\dots\dots(VII.12)$$

Avec :

E : Energie consommée en une année en (Kwh) ;

t: Temps de pompage par jour en (heure) ;

P: Puissance absorbée par la pompe en (kW).

VII.4.1.3 Etude économique

Du point de vue économique, la conduite de refoulement et la station de pompage sont liées. Pour élever le débit à une hauteur donnée on peut, à priori, utiliser une conduite de diamètre quelconque, il suffit de faire varier la puissance de la station de pompage. En effet, plus le diamètre est petit, plus la perte de charge sera grande, plus la puissance fournie par la pompe est grande. Il existe donc un diamètre économique pour la conduite de refoulement résultant d'un compromis entre les deux tendances contradictoires suivantes :

- Les frais d'achat et de pose de la conduite augmentent quand le diamètre de la conduite augmente, aussi les frais d'amortissement augmentent quand le diamètre augmente.
- Les frais d'exploitation (ou de fonctionnement) de la station de pompage qui décroissent quand le diamètre augmente, par suite de la diminution de la perte de charge. (2)

VII.4.1.3.1 Frais d'exploitation

Les frais d'exploitation sont définis comme suit :

$$F_{ex} = E \times e \dots\dots\dots(VII.13)$$

Avec :

F_{ex} : Frais d'exploitation en (DA) ;

E: Energie consommée par la pompe en (Kwh) ;

e: Prix unitaire d'un Kwh imposé par la SONELGAZ.

VII.4.1.3.2 Frais d'amortissement

Les frais d'amortissement sont donnés comme suit:

$$F_{am} = P_{rc} \times A \dots\dots\dots(VII.14)$$

Avec :

F_{am} : Frais d'amortissement en (DA) ;

P_{rc} : Prix de revient de la conduite en (DA/ml) ;

A: Annuité. Elle est donnée par la formule suivante:

$$A = \left[\frac{i}{(i+1)^n - 1} \right] + i \dots\dots\dots(VII.15)$$

Avec :

i: Taux d'annuité annuel, $i = 8 \%$;

n: Nombre d'années d'amortissement, $n = 30$ ans.

Donc :

$$A = \frac{0,08}{(0,08 + 1)^{30} - 1} + 0,08 = 0,0888 = 8.88 \% \Rightarrow A = 8.88 \%$$

VII.4.1.3.3 Frais totaux (bilan total)

Les frais totaux sont calculés par la somme des frais d'exploitation et de ceux-ci d'amortissement :

$$F_t = F_{exp} + F_{am} \dots\dots\dots(VII.16)$$

Avec:

F_{ex} : Frais d'exploitation en (DA);

F_{am} : Frais d'amortissement en (DA);

F_t : Frais totaux en (DA).

Ce qu'on peut conclure que ; si le diamètre est grand, les frais d'achat sont grands et les frais d'exploitation sont faibles. Au contraire, si on adopte un petit

diamètre, les frais d'achat sont plus faibles mais les frais d'exploitation sont plus grands. Le diamètre le plus économique (ou optimal) correspond alors aux dépenses totales minimales.

On choisira donc, le diamètre le plus économique qui correspond au prix le plus bas. (2)

VII.4.2 Adduction gravitaire

La formule la plus utilisée pour le calcul du diamètre d'une conduite pour adduction gravitaire est celle de Darcy-Weisbech :

$$D_{av} = \sqrt[m]{\frac{K' \times L \times Q^\beta}{\Delta HT}} \dots\dots\dots (VII.17)$$

Avec :

- D_{av} : Diamètre avantageux calculé de la conduite (m) ;
- m : Exposant tenant compte du régime d'écoulement ;
- β : Exposant tenant compte du régime d'écoulement ;
- K' : Exposant tenant compte du régime d'écoulement ;
- L : Longueur de la conduite (m) ;
- ΔHT : Perte de charge totale (m).

Selon le type du matériau de la conduite, les coefficients m , β et K' sont donnés dans le tableau (VII.1).

Tableau VII.1: Coefficients m , β et K' pour différents types des tuyaux

Type de tuyau	m	β	K'
Acier et fonte	0,00179 - 0,001735	5,1 – 5,3	1,9 – 2
Amiante-ciment	0,00118	4,89	1,85
Plastique	0,001052	4,772	2

VII.5 Etude de l'adduction de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane

L'eau potable qui devrait alimenter l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane sera pompée par deux variantes :

1^{ère} variante : soit de la station de pompage SP10 dont la côte radier de sa bête à eau est de 835 m et celle de trop plein est de 840 m vers le réservoir projeté R1000

dont sa côte radier est de l'ordre de 930 m avec une conduite de refoulement qui a un linéaire de 7130 m.

2^{ème} variante : soit du réservoir existant 2×6000 en le considérant comme une station de reprise dont sa côte radier est de 959 m vers le réservoir projeté R1000 dont sa côte radier est de l'ordre de 930 m avec une conduite gravitaire qui a un linéaire de 2710 m.

Le dimensionnement de ces tronçons se fera par la détermination du diamètre économique.

VII.5.1 Variante n°1 : Alimentation du réservoir projeté R1000 à partir de la station de pompage SP10

Cette variante est représentée dans la figure (VII.1).

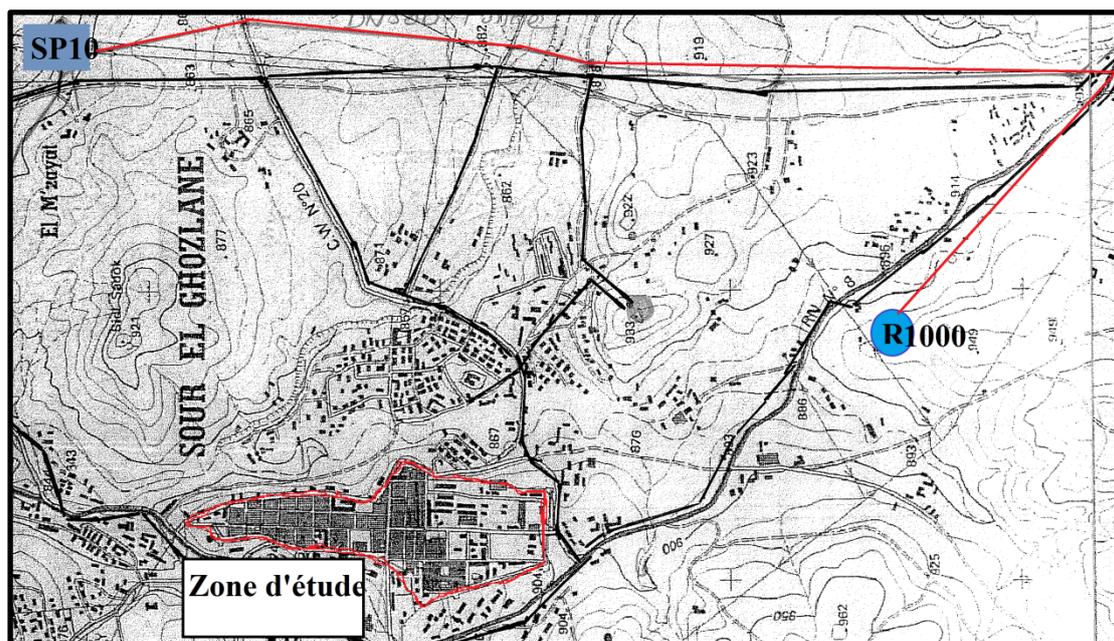


Figure VII.1: Tracé de la variante n°1

VII.5.1.1 Diamètre économique de l'adduction

- Selon Bonin :

$$D = \sqrt{Q} = \sqrt{\frac{2912,1768}{24} / 3600} = 0,18359 \text{ m} = 183,59 \text{ mm}$$

- Selon Bress :

$$D = 1,5 \sqrt{Q} = 1,5 \sqrt{\frac{2912,1768}{24} / 3600} = 0,275386 \text{ m} = 275,386 \text{ mm}$$

Donc, les diamètres proposés sont : 180, 200, 225, 250 et 280 mm.

Les frais d'exploitation, les frais d'amortissement et le bilan total sont résumés dans les tableaux (VII.2), (VII.3), (VII.4) et la figure (VII.2).

Tableau VII.2: Frais d'amortissement du tronçon (SP10-R1000)

D _{ext} (mm)	Epaisseur (mm)	D _{int} (mm)	Longueur (ml)	Prix unitaire (DA)	F _{inv} (DA)	A	Fa=F _{inv} ×A (DA)
180	16,4	163,6	7130	6065,69	43248369,7	0,0888	3840455,229
200	18,2	181,8	7130	7425,44	52943387,2	0,0888	4701372,783
225	20,5	204,5	7130	9325,97	66494166,1	0,0888	5904681,95
250	22,7	227,3	7130	11411,94	81367132,2	0,0888	7225401,339
280	25,4	254,6	7130	14235,80	101501254	0,0888	9013311,355

Tableau VII.3: Frais d'exploitation du tronçon (SP10-R1000)

D _{ext} (mm)	D _{int} (mm)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Re	λ	ΔHT (m)	HMT (m)	Puissance (kW)	Energie (kWh)	F _{exp} (DA)
180	163,6	0,0337	1,60	262275115,53	0,0169	110,89	205,89	68,07	496877,35	2399917,60
200	181,8	0,0337	1,30	236018750,83	0,0165	63,74	158,74	52,48	383091,30	1850330,98
225	204,5	0,0337	1,03	209820092,42	0,0160	34,37	129,37	42,77	312206,44	1507957,12
250	227,3	0,0337	0,83	188773466,35	0,0156	19,73	114,73	37,93	276890,09	1337379,13
280	254,6	0,0337	0,66	168531849,57	0,0151	10,88	105,88	35,00	255524,78	1234184,71

Tableau VII.4: Bilan total du tronçon (SP10-R1000)

D_{ext} (mm)	D_{int} (mm)	F_a (DA)	F_{exp} (DA)	Frais totaux (bilan total) (DA)
180	163,6	3840455,229	2399917,60	6240372,829
200	181,8	4701372,783	1850330,98	6551703,761
225	204,5	5904681,95	1507957,12	7412639,074
250	227,3	7225401,339	1337379,13	8562780,469
280	254,6	9013311,355	1234184,71	10247496,07

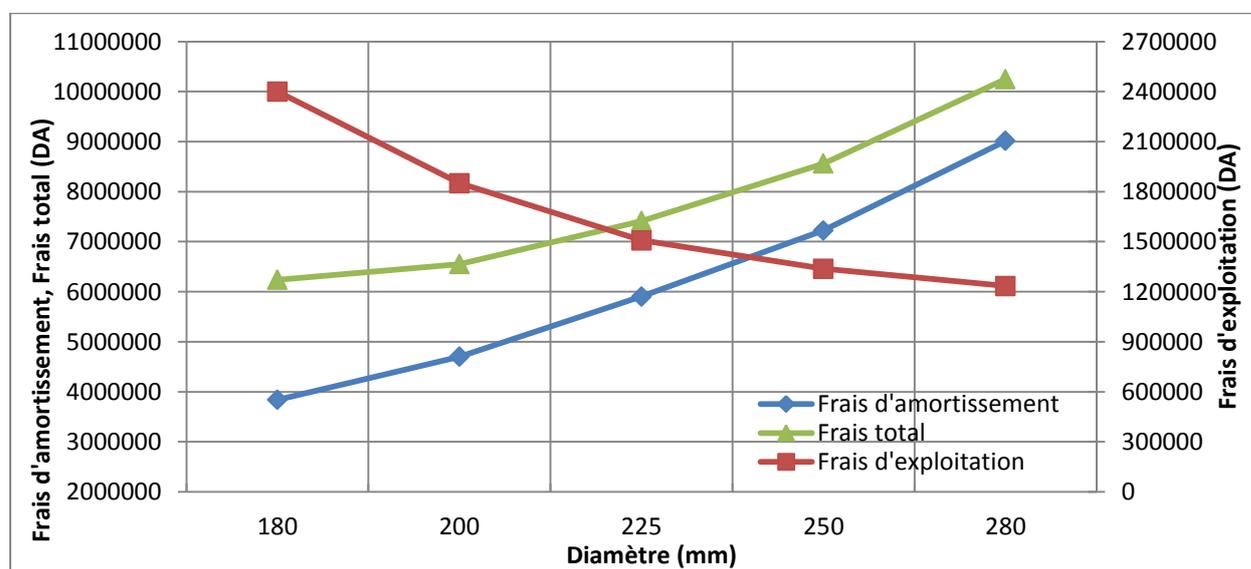


Figure VII.2: Bilan total du tronçon (SP10-R1000)

VII.5.2 Variante n°2 : Alimentation du réservoir projeté R1000 à partir du réservoir existant R2×6000 (station de reprise)

La variante n°2 contient deux étapes :

- L'eau potable est pompée de la station de pompage (SP10) sa côte radier est 835 m vers le réservoir existant 2×6000 (station de reprise) sa côte radier est 959 m à l'aide d'une conduite de refoulement sur un linéaire de 4720 ml dont le diamètre est de l'ordre de 500 mm en fonte comme matériau (conduite existante).

- Du réservoir existant R2×6000 (station de reprise), l'eau sera acheminée vers le réservoir projeté R1000 dont sa côte radier est 930 m à l'aide d'une conduite gravitaire d'un linéaire de 2710 m (figure VII.3).

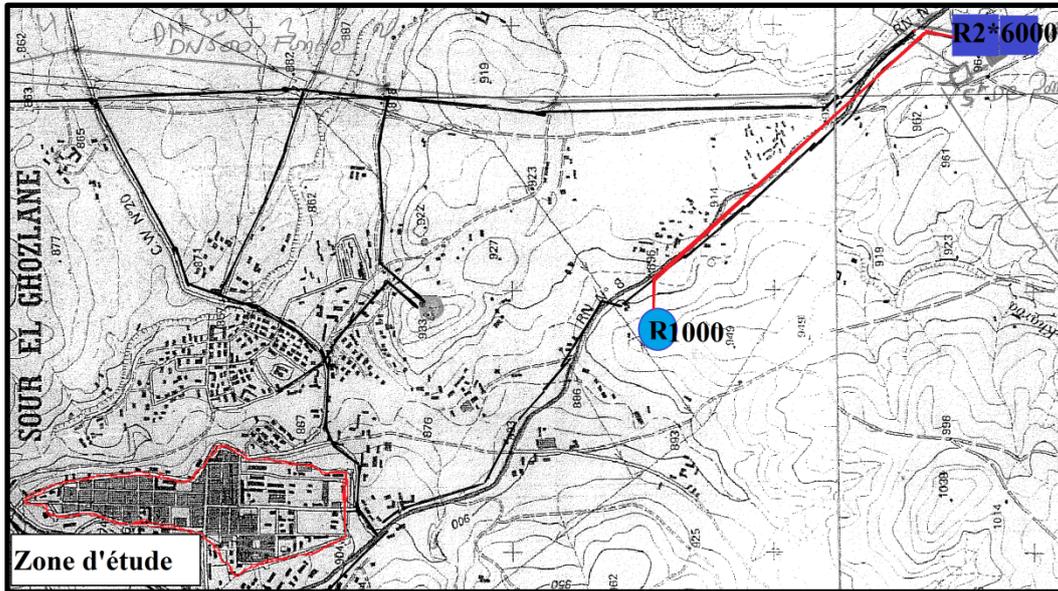


Figure VII.3: Tracé de la variante n°2

La deuxième étape consiste à dimensionner le tronçon (SR2×6000-R1000) qui sera fait par le biais de la détermination du diamètre le plus avantageux mais de sorte à éviter l'écrêtement de la ligne de charge et d'avoir des surpressions dans les points bas de l'adduction gravitaire. Le diamètre de l'adduction étant inconnu, donc on va se baser sur le calcul de ce dernier par l'intermédiaire de la charge disponible Hd, telle que $H_d = 959 - 930$ est égale à 29 m. mais par hypothèse, on suppose que la charge disponible est égale à la perte de charge engendrée dans la conduite. D'où : $\Delta H = H_d$.

En appliquant la formule de Darcy-Weisbach approchée (formule VII.17).

Avec :

$$m = 4,772, \beta = 2 \text{ et } K' = 0,001052 \text{ (conduite en PEHD).}$$

On aura :

$$D_{av} = \sqrt[4,772]{\frac{0,001052 \times 2710 \times 0,0337^2}{29}}$$

$$D_{av} = 0,16455 \text{ m} \Rightarrow D_{av} = 164,55 \text{ mm}$$

Donc, on opte à une conduite de caractéristiques représentées dans le tableau (VII.5).

Tableau VII.5: Caractéristiques du tronçon (SR2×6000-R1000)

Adduction	Matériau	D _{ext} (mm)	D _{int} (mm)	Linéaire (m)	Vitesse (m/s)
Gravitaire	PEHD PN16	200	181,8	2710	1,07

VII.6 Conclusion

En conclusion, on peut dire que ce chapitre a fait l'objet d'une étude de l'adduction qui devrait alimenter l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane. Cette étude est basée sur deux variantes :

- Variante 1 : Alimentation du réservoir projeté R1000 à partir de la station de pompage SP10 : dans ce cas, on a fait l'étude technico-économique de l'adduction du tronçon (SP10-R1000) dont la longueur est L= 7130m et le débit de refoulement Q= 33,7l/s. Pour cette adduction par refoulement on a opté le PEHD PN16 comme matériau de conduite. Le diamètre économique de l'adduction est D_{éc}= 225mm, il a été choisi de façon à assurer une vitesse d'écoulement proche de 1m/s. La HMT correspondante de la pompe à installer au niveau de la station de pompage est HMT=129,37≈130m.
- Variante 2 : Alimentation du réservoir projeté R1000 à partir du réservoir existant 2×6000 (station de reprise) : dans ce cas, on a fait l'étude de l'adduction du tronçon (SR2×6000-R1000) dont la longueur est L=2710m et le débit Q= 33,7l/s. Pour cette adduction on a opté le PEHD PN16 comme matériau de conduite. Le diamètre économique de l'adduction est D_{av}=200mm, il a été choisi de façon à assurer une vitesse d'écoulement de 1,07m/s.

A dynamic splash of clear water against a light blue background, with droplets and ripples visible. The image is framed within a rounded rectangular shape with a white border and a slight drop shadow.

Chapitre VIII
Choix des pompes

A faded, semi-transparent version of the water splash image from the top section, serving as a background for the text.

Choix des pompes

*Chapitre VIII : Choix des pompes***VIII.1 Introduction**

La difficulté de transporter l'eau d'un niveau bas à un niveau haut, nous incite à créer une machine qui transforme l'énergie électrique en énergie hydraulique qui est la pompe.

Ce chapitre a pour but de choisir la pompe idéale qui sert à notre projet et répond à leurs exigences.

VIII.2 Définition de la pompe

La pompe est une machine qui sert à transmettre l'énergie d'une source extérieure au fluide dans le but de le déplacer d'un endroit à un autre par l'augmentation de l'énergie de celui-ci. (12)

VIII.3 Choix du type de pompe

Pour choisir une pompe, il faut s'intéresser aux :

- Caractéristiques hydrauliques du système de pompage.
- Caractéristiques physiques et chimiques. (12)

VIII.4 Classification des pompes**VIII.4.1 Classification selon le principe de fonctionnement****VIII.4.1.1 Pompes volumétriques**

Dans ces machines volumétriques (à déplacement positif), un certain volume de fluide est dans une première étape, forcé dans un espace fini où il est enfermé sous pression par un moyen mécanique. Il est ensuite, dans une seconde étape, relâché ou forcé en dehors de cet espace et le cycle reprend de nouveau. On distingue deux groupes des pompes volumétriques : (12)

VIII.4.1.2 Pompes volumétriques rotatives

Elles sont constituées par une pièce mobile animée d'un mouvement de rotation circulaire autour d'un axe qui tourne dans une enveloppe (le corps) et crée le mouvement du fluide pompé par déplacement d'un volume depuis l'aspiration jusqu'au refoulement. Les principaux types de ces pompes sont les suivants :

- Pompes à palettes libres.
- Pompes à palettes flexibles.
- Pompes à palettes guidées.
- Pompes à engrenages extérieurs.
- Pompes à vis. (12)

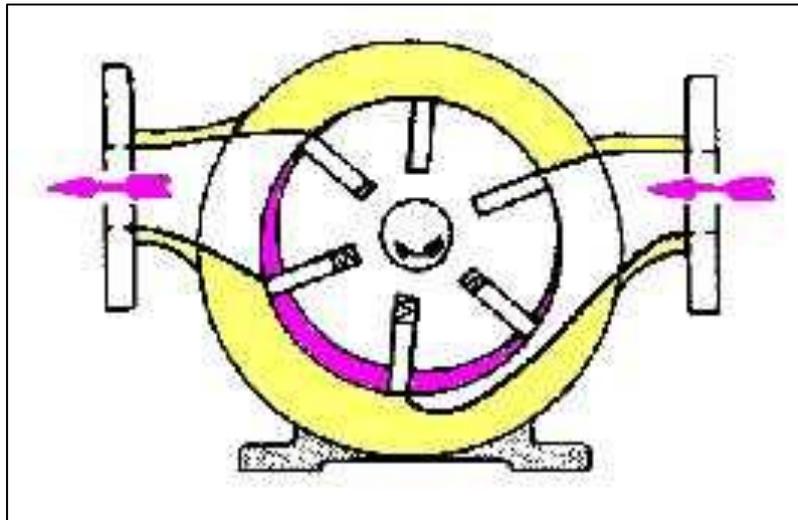


Figure VIII.1: Pompe volumétrique rotative à un arbre

VIII.4.1.3 Pompes volumétriques alternatives

Ces pompes sont caractérisées par le fait que la pièce mobile est animée d'un mouvement alternatif. Les principaux types de ces pompes sont les suivants :

- Pompes à membranes.
- Pompes à piston. (12)

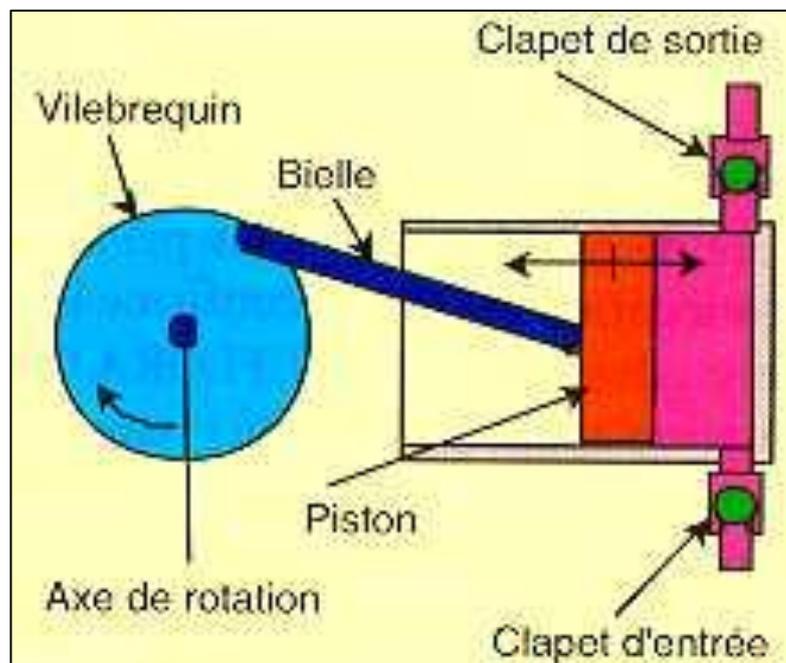


Figure VIII.2: Pompe volumétrique alternative

VIII.4.1.4 Pompes roto-dynamiques (turbomachines)

Dans ces machines, le fluide trouve un passage libre entre l'entrée et la sortie de la machine. Toutes ces pompes de ce type possèdent un organe tournant appelé roue, impulseur ou rotor capable de tourner librement et de façon continue au sein du fluide et permettre en même temps au fluide de traverser de manière régulière. (12)

VIII.4.2 Classification selon le transfert d'énergie

Le sens de transfert de l'énergie entre la machine et le fluide peut aussi définir un type de classification de turbomachines :

- Dans le cas où la machine transmet de l'énergie au fluide (transfert d'énergie mécanique en énergie hydraulique), la machine est motrice (pompes, compresseur).
- Dans le cas inverse (transfert de l'énergie hydraulique en énergie mécanique), la machine est réceptrice (turbines). (12)

VIII.4.3 Classification selon le type de rotor et son mode d'action

Suivant le type de rotor et son mode d'action, il faut distinguer dans la catégorie des turbopompes : pompes hélices, pompes hélico-centrifuges et pompes centrifuges. (12)

VIII.4.3.1 Pompes centrifuges

Sont des machines rotatives qui pompent un liquide en le forçant à travers d'une roue à aube ou d'une hélice appelée impulseur. C'est le type de pompe industrielle le plus commun. Par l'effet de rotation de l'impulseur, le fluide pompé est aspiré axialement, puis accéléré radialement et refoulé tangentiellement. (12)

VIII.4.3.1.1 Classification

Ces pompes centrifuges sont classées selon :

- Nombre de roue (mono, multicellulaire).
- Forme des aubes de la roue.
- Vitesse spécifique.
- Direction d'axe (horizontale, verticale).
- Position de la pompe par rapport à l'aspiration.
- Mouvement d'eau dans la pompe.
- Installation du corps de pompe par rapport à l'aspiration. (12)

VIII.4.3.1.2 Composantes

- **Distributeur** : il sert à distribuer l'eau avec une vitesse et une direction convenables dans l'axe de la pompe « ouïe » ou « œillard » précédé à l'amont par la canalisation d'aspiration.

- **Roue, turbine, rotor ou mobile** : constitué par un moyen porté par un arbre et muni d'aubes tournant à l'intérieur de deux coquilles formant le corps de la pompe.
- **Diffuseur** : cet organe fixe collecte le fluide à la sortie de l'impulseur pour l'amener dans la section de sortie de la machine avec la vitesse désirée.
- **Volute** : c'est le collecteur du liquide venant du diffuseur, elle assure la transformation d'énergie cinétique en pression et canalise le liquide vers la section de sortie de la pompe. (12)

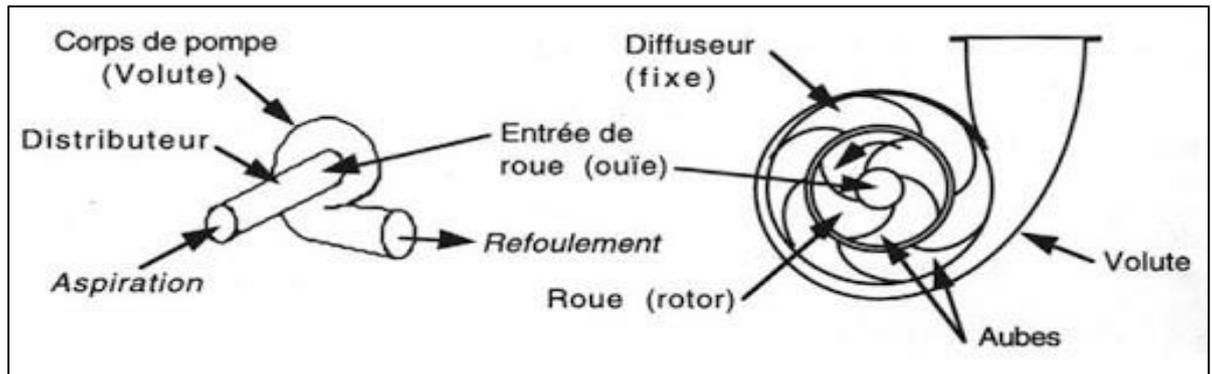


Figure VIII.3: Pompe centrifuge

VIII.4.3.1.3 Grandeurs caractéristiques

- Débit volumétrique.
- Hauteur effective.
- Hauteur de barbotage.
- Hauteur nette ou hauteur manométrique totale. (12)

VIII.4.3.1.4 Courbes caractéristiques

- Courbe débit-hauteur,
- Courbe de rendement,
- Courbe de puissance.
- Courbe de NPSH. (12)

VIII.5 Couplage des pompes

Le couplage des pompes s'effectue en série ou en parallèle. (12)

VIII.5.1 En série : c'est un couplage utilisé pour l'accroissement de la hauteur manométrique, l'aspiration de la seconde pompe est reliée au refoulement de la première. Dans ce cas, on a :

$$Q_t = Q_1 = Q_2 \dots \dots \dots (VIII. 1)$$

$H_t = H_1 + H_2 \dots \dots \dots (VIII. 2)$

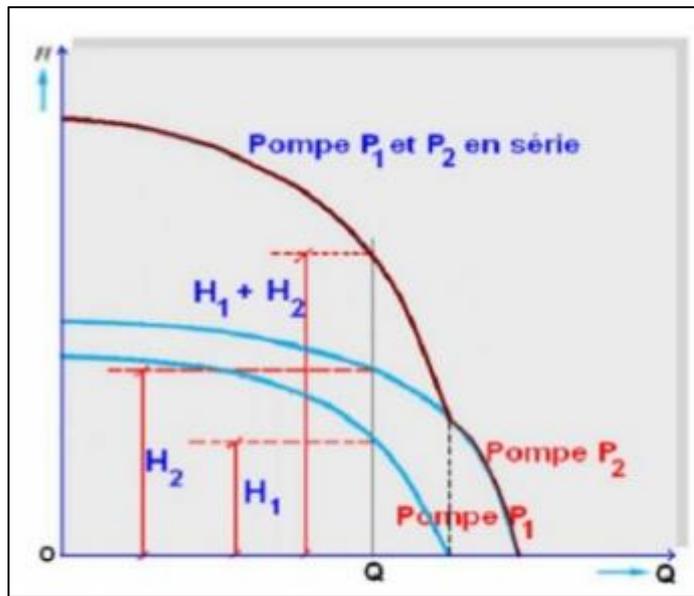


Figure VIII.4: Couplage des pompes en série

VIII.5.2 En parallèle : c'est utilisé pour augmenter le débit refoulé en gardant la même hauteur initiale. Ce couplage peut s'effectuer pour deux pompes identiques et même non identiques. Dans ce cas, on a :

$Q_t = Q_1 + Q_2 \dots \dots \dots (VIII. 3)$

$H_t = H_1 = H_2 \dots \dots \dots (VIII. 4)$

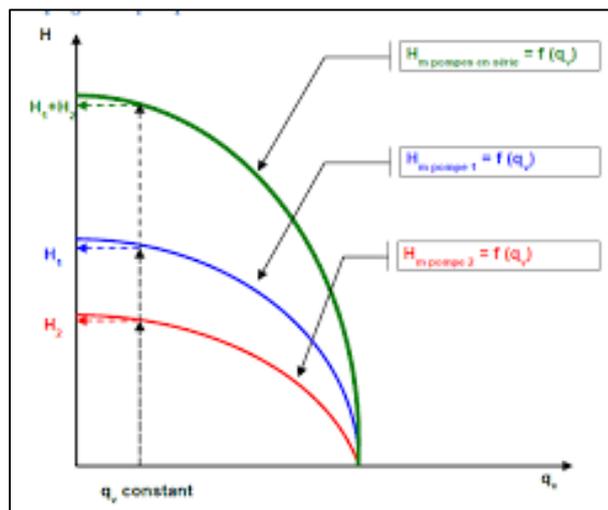


Figure VIII.5: Couplage des pompes en parallèle

VIII.6 Point de fonctionnement

Le point de fonctionnement est le point d'intersection de courbe caractérisé le réseau et celle caractérisée la pompe. (12)

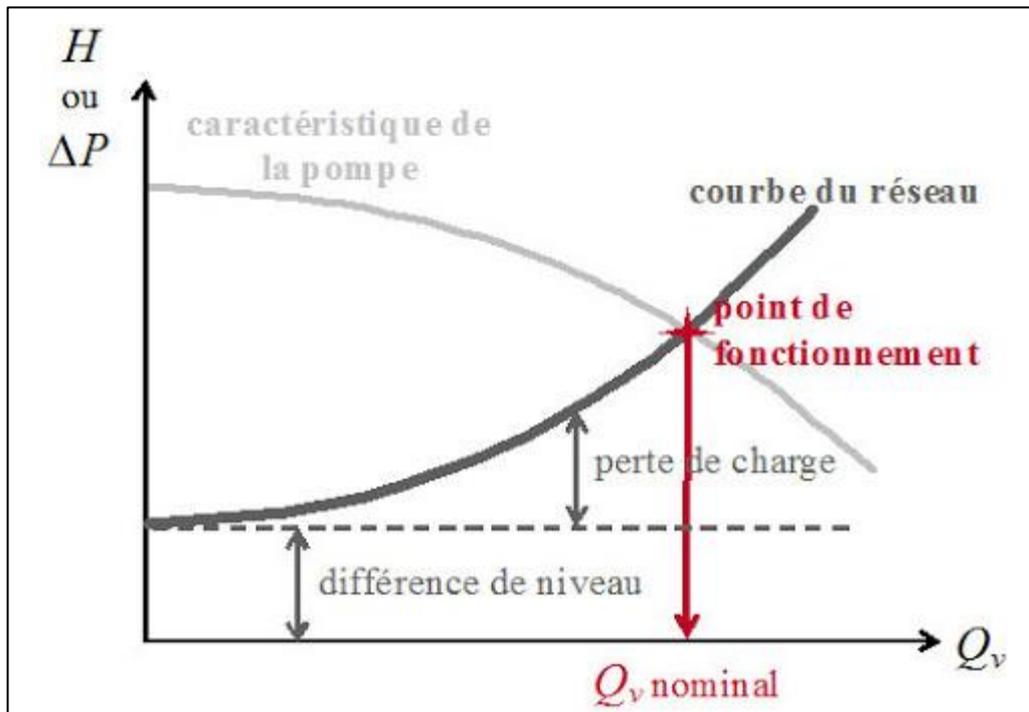


Figure VIII.6: Point de fonctionnement d'une pompe

VIII.7 Phénomène de cavitation

Mécaniquement, la cavitation est la rupture du milieu continu de liquide sous l'effet de contraintes excessives. Physiquement, c'est la vaporisation d'un fluide soumis à une pression inférieure à sa pression de vapeur. Elle se représente par la notion de « NPSH » = (Net Positive Suction Head) on la traduit par (la charge nette à l'aspiration). (14)

$$NPSH_d = \frac{P_a - P_v}{\gamma} + H_{asp} - \frac{Vb^2}{2g} - \Delta h_{asp} \dots\dots\dots (VIII.5)$$

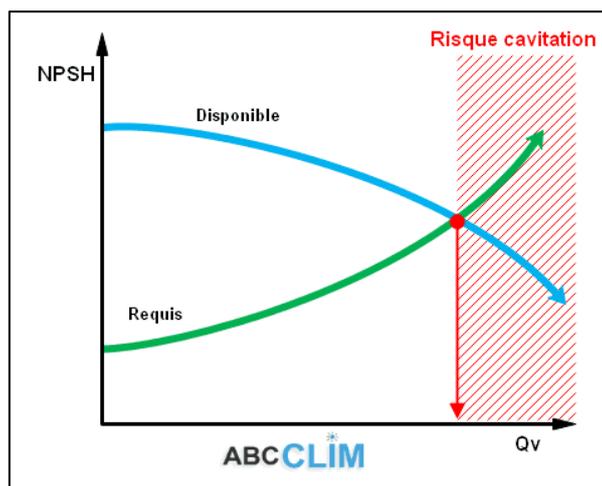


Figure VIII.7: Phénomène de cavitation

VIII.8 Choix des pompes

L'adduction de l'eau potable de la station de pompage SP10 au réservoir R1000 consiste des pompes de refoulement dans lesquelles doivent répondre aux exigences hydrauliques vue dans l'étude technico-économique. En effet, on a utilisé le logiciel CAPRARI qui est un catalogue numérique sert à choisir le type de pompes.

VIII.8.1 Caractéristiques de la conduite d'adduction

- $L = 7130\text{m}$;
- $Q = 33,7\text{l/s}$;
- $HMT = 130\text{m}$;
- $H_g = 95\text{m}$.

VIII.8.2 Caractéristiques de la pompe choisie

D'après le logiciel CAPRARI, nous optons pour deux pompes identiques en parallèle + une pompe en secours du type (PM 100/7 A) dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Type : PM 100/7 A ;
- Pompe : Centrifuge multicellulaire pour hautes pressions à axe horizontal ;
- Débit : $16,9\text{ l/s}$;
- Hauteur de refoulement : 130 m.c.e ;
- Puissance absorbée : $28,5\text{ kW}$;
- Rendement : $75,6\%$;
- Hauteur manométrique : 145 m.c.e ;

- Orifice de refoulement : 100 mm.

VIII.8.2.1 Courbes caractéristiques de la pompe

Les courbes caractéristiques des pompes sont représentées dans la figure (VIII.8).

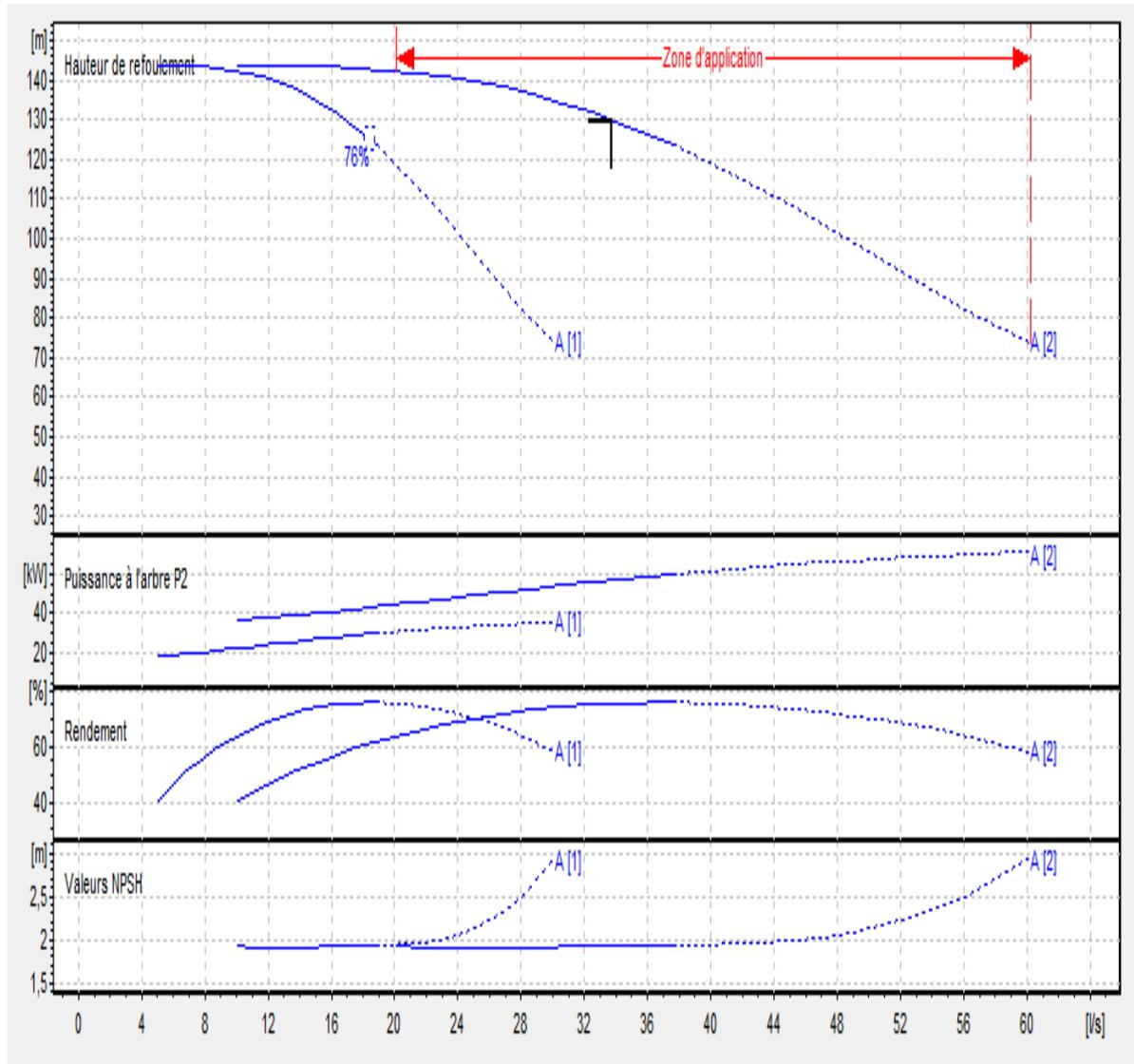


Figure VIII.8: Courbes caractéristiques de pompes

VIII.9 Vérification de cavitation

De la formule (VIII.5), on peut calculer la $NPSH_d$ sachant que $NPSH_r=3m.c.e$; $NPSH_d = \frac{Pa-Pv}{\gamma} + Hasp - \frac{Vb^2}{2g} - \Delta hasp = 13,838 m.c.e$;

$\Rightarrow NPSH_d > NPSH_r$

Donc, la pompe est installée correctement et fonctionne sans risque de cavitation.



Modena - Italy

COMPANY
WITH QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001

PM 100/ 7 A

Caractéristiques requises

Débit	33,7 l/s
Hauteur de refoulement	130 m
Fluide	Eau potable
Température	290 K
Type d'installation	Pompes identiques en parallèle
N.be de pompes	3

Caractéristiques de la pompe

Débit	16,9 l/s
Hauteur de refoulement	130 m
Puissance absorbée	28,5 kW
Rendement	75,6%
Hauteur manométrique H(Q=0)	145 m
Orif. de refoulement	100 mm

Caractéristiques moteur

Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	1450 1/min
Nombre de pôles	4
Puissance nominale P2	30 kW
Courant nominal	- A
Type de moteur	3~
Classe d'isolation	F
Degré de protection	IP 55

Limites opérationnelles

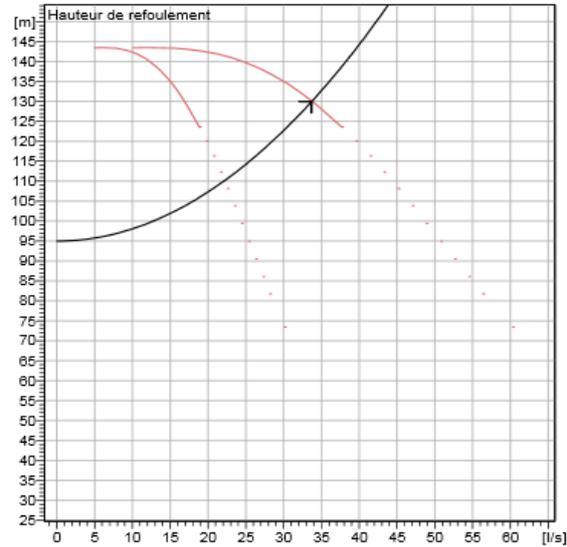
Démarrages / h max.	5
Température maxi. du liquide pompé	363 K
Teneur maximum en matières solides	40 g/m ³
Densité max.	998 kg/m ³
Viscosité maxi.	1 mm ² /s

Caractéristiques générales

Poids	612 kg
-------	--------

Matériaux

Corps de pompe	Fonte
Corps d'aspiration	Fonte
Roue	Fonte
Bague d'usure	Fonte
Corps d'étage	Fonte
Chemise	Fonte
Arbre	Acier inox
Douille arbre	Acier inox
Anneau d'étanchéité	Caoutchouc au nitrile
Roulements a billes	Acier
Presse-Etoupe	Fonte
Etoupe	Tresse graphitée

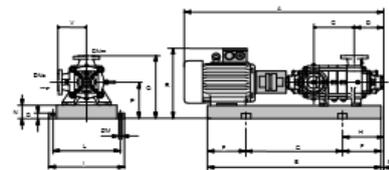


Caractéristiques de fonctionnement Courbes des performances indicatives

Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]

Dimensions mm

- A = 1915
- B = 1630
- C = 545
- D = 293
- DNa = 125
- DNm = 100
- E = 210
- F = 250
- G = 1130
- H = 460
- I = 600
- L = 550
- M = 20
- N = 120
- O = 42
- P = 345
- Q = 815
- R = 595
- V = 270



Notes:

Date 03.06.2022	Page 1	Offre n°	Pos.N°
--------------------	-----------	----------	--------

PumpTutor Version 2.0 - 05.05.2008 (Build 464)

Figure VIII.9: Fiche technique de la pompe choisie par CAPRARI

VIII.10 Conclusion

En conclusion, on peut dire que ce chapitre a fait l'objet d'une étude de pompage et le choix des pompes pour le tronçon de refoulement SP10-R1000. Le choix du type de pompe a été fait par l'utilisation du catalogue numérique qui est le logiciel CAPRARI.

Nous avons opté pour deux pompes identiques en parallèles du type (PM 100/7 A) dont les caractéristiques principales sont : vitesse de rotation $N=1450\text{tr/min}$, rendement $\eta=75,6\%$, puissance absorbée $P_a=28,5\text{ kW}$, $NPSH_r=3\text{m.c.e}$ et le point de fonctionnement $P(Q,H) = (33,7\text{ l/s}, 130\text{ m})$. En outre, la condition de non cavitation a été vérifiée, alors on n'a pas un risque de formation et implosion de bulles d'air.

Enfin, nous avons pris en considération l'interruption de pompage d'eau en cas de panne ou d'une réparation éventuelle d'une des pompes principales par l'ajout d'une troisième pompe comme une pompe de secours.



Conclusion

générale



Conclusion générale

Conclusion générale

Après avoir fourni un travail rigoureux, nous avons pu atteindre nos objectifs fixés auparavant. Notre recherche nous a aidé à cerner les différentes phases d'alimentation en eau potable de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane.

La collecte des données nécessaires à l'étude hydraulique concernant notre région d'étude, nous a permis de calculer le débit de pointe à l'horizon 2052 en prenant en considération tous les coefficients d'irrégularité journaliers et horaires. Le débit horaire de pointe qui est retenu par la suite des calculs égal à $261,8532 \text{ m}^3/\text{h}$.

Un diagnostic est fait sur le réseau de distribution, l'adduction, la station de pompage et l'ouvrage de stockage de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane. La station de pompage SP10 et tous ses équipements sont en bon état ainsi l'adduction en refoulement et le réservoir $R2 \times 6000 \text{ m}^3$ qui sont été réalisés récemment en 2014. Le réseau de distribution est un réseau maillé d'un linéaire de 9180 ml en amiante-ciment de différents diamètres qui est un réseau vétuste, il a été réalisé en 1985 et il est en mauvais état.

Dans le chapitre IV, les résultats obtenus à l'horizon actuel montrent que le réseau d'alimentation en eau potable de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane à l'heure de pointe ne fonctionne pas correctement et surtout on a constaté que dans les points bas de la région d'étude, les pressions sont très élevées et les vitesses de l'écoulement de l'eau sont très lentes alors, nous avons réhabilité le réseau de distribution de la zone d'étude après avoir calculé des différents débits (Q_{sp} , Q_r et Q_n) en faisant une rénovation des conduites en PEHD. Le tracé du réseau est fait par un modèle de SIG (Mapinfo 8.0) et la simulation par le logiciel EPANET. D'après ce dernier, nous avons obtenu des résultats à l'heure de pointe ainsi à l'heure de pointe + incendie qui montrent que les abonnés seront alimentés en eau potable avec des vitesses et des pressions acceptables.

Le chapitre V nous a permis de dimensionner les différentes pièces spéciales trouvées dans le réseau de distribution de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane qui nous assure le bon fonctionnement de notre réseau. On a mis les poteaux d'incendie dans les points bas du réseau et les ventouses dans le point le plus haut afin de réguler l'extraction de l'air. Nous avons fait le détail de chaque nœud en mettant des vannes pour la bonne gestion de l'écoulement de l'eau.

Le chapitre VI a consisté de dimensionnement d'ouvrage de stockage. L'étude a montré qu'on peut alimenter l'ancienne ville durant les trente prochaines années par un réservoir d'une capacité de $V = 1000 \text{ m}^3$, une hauteur $H = 4 \text{ m}$ et un diamètre $D=17,84 \text{ mm}$.

Le chapitre VII a fait l'objet d'une étude d'adduction qui est basée sur deux variantes : la première depuis la station de pompage SP10 vers le réservoir projeté R1000 qui est une étude d'adduction par refoulement en PEHD PN 16 technico-

économique dont le linéaire $L = 7130$ m, le débit de refoulement $Q = 33,7$ l/s et le diamètre économique obtenu $D = 225$ mm avec une vitesse d'écoulement $V = 1$ m/s et la HMT correspondante de la pompe à installer au niveau de la SP10 égal à 130 m.

La deuxième variante est à partir le réservoir existant R2×6000 jusqu'à le réservoir projeté R1000 qui a fait l'objet d'une étude d'adduction gravitaire en PEHD PN 16 dont $L = 2710$ m, $Q = 33,7$ l/s, le diamètre avantageux $D_{av} = 200$ mm et la vitesse de l'écoulement $V = 1,07$ m/s.

Dans le chapitre VIII, nous avons fait une étude de pompage pour le tronçon SP10-R1000 à l'aide du logiciel CAPRARI. Nous avons opté pour deux pompes identiques en parallèle + une pompe de secours du type PM 100/7 A dont les caractéristiques principales sont $N = 1450$ tr/min, $\eta = 75,6$ %, $P_a = 28,5$ kW, $NPSH_r = 3$ m et le point de fonctionnement $P(Q,H) = 33,7$ l/s ; 130 m. La condition de non cavitation a été vérifiée donc on n'a pas un risque formation et d'implosion de bulles d'air.

En guise de conclusion, il faut reconnaître que ce travail nous a offert l'opportunité de mettre en œuvre les connaissances acquises tout le long de nos années d'étude passées à l'université d'Akli Mohand Oulhadj, Bouira. Nous avons pu acquérir une expérience professionnelle digne de ce nom grâce aux multiples collaborations partagées pendant la période de stage. Pourvu que ce travail servira aux gestionnaires de l'eau et aux autorités civiles, comme projet afin d'améliorer l'alimentation en eau potable au niveau de l'ancienne ville de Sour El-Ghozlane.



Annexe

Données climatiques de la commune de Sour El-Ghozlane

Les données climatiques de la commune de Sour El-Ghozlane sont relevées par la station météorologique d'Ain Bessam vu qu'elle soit proche à notre région d'étude. Le code de cette station météorologique est 604150 avec une latitude de 36,31 m, une longitude de 3,53 m et une altitude de 748 m.

Les tableaux ci-dessous résument les données moyennes climatiques des dernières années (13).

Tableau 1: Données climatiques de la commune de SEG année 2003

T (°C)	TM (°C)	Tm (°C)	H (%)	PP (mm)	VV (Km)	V (Km/h)	VM (Km/h)
19,83	24,02	14,07	59,44	41,25	15,26	23,52	23,52

Tableau 2: Données climatiques de la commune de SEG année 2004

T (°C)	TM (°C)	Tm (°C)	H (%)	PP (mm)	VV (Km)	V (Km/h)	VM (Km/h)
7,97	11,34	4,37	74,4	27,52	12,8	14,2	21,04

Tableau 3: Données climatiques de la commune de SEG année 2018

T (°C)	TM (°C)	Tm (°C)	H (%)	PP (mm)	VV (Km)	V (Km/h)	VM (Km/h)
8,15	11,05	4,95	93,5	24,89	10,6	19,65	27,65

Tableau 4: Données climatiques de la commune de SEG année 2019

T (°C)	TM (°C)	Tm (°C)	H (%)	PP (mm)	VV (Km)	V (Km/h)	VM (Km/h)
16,4	21	12	70,67	3,86	16,3	16,54	23,87

Tableau 5: Données climatiques de la commune de SEG année 2020

T (°C)	TM (°C)	Tm (°C)	H (%)	PP (mm)	VV (Km)	V (Km/h)	VM (Km/h)
18,8	24,24	11,94	57,7	2,54	15,1	13,1	21

Tableau 6: Données climatiques de la commune de SEG année 2021

T (°C)	TM (°C)	Tm (°C)	H (%)	PP (mm)	VV (Km)	V (Km/h)	VM (Km/h)
19,83	20,37	14,27	62,08	5,9	11,3	12,64	20

Avec :

T : Température moyenne (°C) ;

TM : Température maximale (°C) ;

Tm : Température minimale (°C) ;

H : Humidité relative moyenne (%) ;

PP : Précipitations et/ou la fonte des neiges totales (mm) ;

VV : Visibilité moyenne (Km) ;

V : Vitesse moyenne du vent (Km/h) ;

VM : Vitesse maximale du vent soutenu (Km/h).

Conclusion :

Après l'estimation des données climatiques de la commune de Sour El-Ghozlane qui est notre région d'étude, on peut dire que notre zone a un climat continental qui se caractérise par un hiver très froid et un été sec et chaud.

A dynamic splash of clear water against a light blue background, with droplets and ripples visible. The splash is contained within a rounded rectangular frame with a soft blue glow.

*Références
bibliographiques*

aromatizantes?

Références bibliographiques

- (1). **APC de Sour El-Ghozlane.**
- (2). **GHERNAOUT.R.** *Alimentation en eau potable des agglomérations.* s.l. : Les pages bleues internationales, 2022. Vol. 192 p.
- (3). **<http://igm.univ-mlv.fr/>.** [En ligne]
- (4). **Tshisekedi, Celestin Kabasele.** Youtube. [En ligne] 17 aout 2021. <https://www.youtube.com/watch?v=TaFN-SZe35M>.
- (5). **ABDELBAKI.Ch.** Thèse de doctorat . *Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un SIG -Cas du Groupement Urbain de Tlemcen-*. Tlemcen : s.n., 2014. Vol. 208 P.
- (6). **<https://rabat.eregulations.org>.**
- (7). **<https://www.interhydro.fr>.**
- (8). **<https://rabat.eregulations.org>.**
- (9). **<https://www.pamline.fr>.**
- (10). **<https://rabat.eregulations.org>.**
- (11). **www.gflow.fr.**
- (12). **ZAREB.K.** Mémoire de fin d'étude de Licence . *Etude technico-économique d'une adduction d'un forage à un réservoir « Localité EL KAF LAHMAR »*. Bouira : s.n., 2020. Vol. 38 p.
- (13). **www.tutiempo.net.**