

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf -Mila
Institut des Sciences et de Technologie
Département des sciences et Technique



N° Ref :.....

Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Spécialité : Sciences Hydrauliques

**Diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable
de la ville de Mila**

Réalisé par :

- Reguig Randa
- Mohra Loubna

Soutenu devant le jury :

Mme	L . BENCHAIBA	M.A.A	CUAB MILA	Présidente
M.	A . ATHAMNA	M.A.A	CUAB MILA	Examineur
M.	A. MOUSSOUNI	M.A.A	CUAB MILA	Promoteur

Année universitaire : 2015/2016

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

اللهم لك الحمد أنت كرمي،

والك الحمد إذا رضيت،

والحمد لله الرضي

Remerciements

Au terme de la rédaction de ce mémoire ;

Nous ne manquons pas d'adresser nos sincères remerciements à notre Dieu, qui a éclairé notre itinéraire du savoir.

Nous tiens à exprimer nos reconnaissance et nos gratitude à notre promoteur Mr. Moussouni.A , pour son orientation, ses conseils judicieux, ses riches enseignements et sa constante disponibilité dans le but que nous réalisons à bien ce travail.

Nous tiens aussi nos respect aux membres de jury qui me feront l'honneur de juger notre travail.

Nos remerciements s'adressent également à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation, sans oublier tout le personnel de Centre universitaire de Mila.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou loin à l'élaboration de ce travail:

Mr.Sellidj, Mr.Bouafia, Mr.Toufik, Sayoude Yasser.



Dédicace

*Je dédie ce modeste travail :
A ceux qui m'ont soutenu au long de
mes études, qui m'ont toujours poussé
vers le chemin du savoir, à ma source
d'amour et d'affection, les deux êtres
les plus chères au monde :*

*Mes Chers parents : **Mohamed et
Naima.***

A mes frères : Mosaab et Ali.

*A mes soeurs : Houda, Meriem, Nora,
Dorssaf et Dorcine.*

*Sans oublier le prince Ayouda et les
princesses Sara, Aryouma et Arwa.*

*A ma grande famille surtout oncle
Rabeh.*

*A mes amis : Loubna, Nassira,
Fatima.*

RANDA

Dédicaces

*Je remercie dieu de m'avoir donné le
courage et la force
pour accomplir ce modeste travail,
fruits d'une année
d'études dans le centre universitaire
de Mila.*

*Et dédie le présent travail à parents
(**walid. naiima**), avec
toute notre affectation et nos
remerciements, pour leur
soutien moral, leur compréhension,
leur aide et leur soutien
tout au long de mes études.*

*Pour les coeurs pur mince et âmes
Net*

*A mes soeurs (**Yssmina, Ibtissam** et
sa famille petite Surtout
le petit poussin **Ishak**)*

*A mes frères (**khalid, bilel, fatah**)
A tous mes amis surtout (Nadjah ;
Meriem ; yasser ; Nassira ; Marwa,
Khadidja ; Manel ; Randa)*

LOUBNA

SOMMAIRE

SOMMAIRE

Nombre	Titre	Page
Sommaire		
	Liste des tableaux	VI
	Liste des figures	VIII
	Résumé	X
	Introduction générale	1
Chapitre I : Présentation de la zone d'étude		
I.1	Introduction	3
I.2	Situation géographique	3
I.3	Relief	3
I.4	Situation géologique	4
I.5	Situation climatologique	4
I.5.1	Pluviométrie	4
I.5.2	Température	5
I.5.3	Humidité	6
I.6	Activité de la ville de Mila	7
I.7	Ressources	7
I.7.1	Eaux de surface du barrage beni-Haroun	8
I.8	Situation hydraulique	9
I.8.1	Situation actuelle de la consommation	9
I.8.2	Réseau hydraulique	10
I.8.3	Stations de pompage	10
I.8.4	Ouvrages de stockage	10
I.8.5	Analyse de l'eau	11
I.9	Conclusion	12
Chapitre II : Estimation des besoins en eau		
II.1	Introduction	14
II.2	Evolution démographique	14
II.3	Estimation des besoins en eau	14
II.3.1	Consommation domestique	14
II.3.2	Consommation municipale (publique)	15
II.3.2.1	Consommation scolaire	15
II.3.2.2	Consommation socioculturels	15
II.3.2.3	Consommation sportifs	17
II.3.2.4	Consommation culturels	17
II.3.2.5	Consommation sanitaires	17
II.3.2.6	Consommation commerciaux	17
II.4	Pertes d'eau	18
II.5	Etude de la variation des débits	19
II.5.1	Débit moyen journalier	19
II.5.2	Débit maximum journalier	19
II.5.2.1	Coefficient d'irrégularité maximum journalière	20
II.5.3	Débit de pointe	20

II.5.4	Bilan hydrique	24
II.6	Conclusion	25
Chapitre III : Calcul du réseau de distribution		
III.1	Introduction	27
III.2	Fonctions du système de distribution	27
III.3	Conception du réseau d'AEP	27
III.3.1	Réseau de distribution	28
III.4	Les types des réseaux d'AEP	28
III.4.1	Le réseau ramifié	28
III.4.2	Le réseau maillé	28
III.4.3	Le réseau mixte	29
III.4.4	Réseaux étagés	29
III.5	Choix de type de réseau	29
III.6	Choix de type de matériaux	29
III.6.1	Amiante ciment	30
III.6.2	PEHD (polyéthylène haute densité)	30
III.6.3	Acier	30
III.6.4	PVC (Polychlorure de vinyle)	30
III.6.5	Fonte	31
III.7	Equipements du réseau de distribution	31
III.7.1	Robinets	31
III.7.2	Clapet anti-retour	31
III.7.3	Ventouses	32
III.7.4	Bouches et poteaux d'incendie	32
III.8	Principes du tracé des réseaux	32
III.9	Etat actuel de réseau de distribution	32
III.10	Calcul hydraulique du réseau de distribution	35
III.10.1	Débit spécifique	36
III.10.2	Débit en route	36
III.10.3	Débit au nœud	36
III.11	Conclusion	56
Chapitre IV : Simulation hydraulique du réseau de distribution		
IV.1	Introduction	58
IV.2	Présentation de l'EPANET	58
IV.3	Etapes de l'utilisation d'EPANET	58
IV.4	Données saisies	59
IV.5	Simulation du réseau de distribution existant	59
IV.6	Remarque et solution	71
IV.7	Conclusion	83
Chapitre V : ADDUCTION		
V.1	Introduction	85
V.2	Types d'adduction	85
V.3	Choix du tracé	86
V.3.1	Condition technique	86
V.3.2	Conditions économique	86
V.4	Etat de système d'adduction	86

V.4.1	Etat des ressources en eau	87
V.4.1.1	Eaux souterraines des forages Ain Tin	87
V.4.1.2	Les forages d'Ares	87
V.4.1.3	Les sources de Marchou	88
V.4.2	Etat des conduites d'adduction	88
V.4.3	Etat actuel des stations de traitement	91
V.4.4	Etat actuel des stations de pompages	92
V.5	Simulation de réseau d'adduction existant	93
V.6	Remarque et solution	95
V.6.1	Calcul du diamètre avantageux	95
V.7	Profil en long des conduites d'adduction	96
V.8	Hauteur manométrique des pompes	96
V.9	Conclusion	102
Chapitre VI : Les réservoirs		
VI.1	Introduction	104
VI.2	Définition	104
VI.3	Rôle des réservoirs	104
VI.4	Emplacement des réservoirs	105
VI.5	Principe de fonctionnement des réservoirs	105
VI.6	Etat actuelle des réservoirs	105
VI.7	Détermination de la capacité des réservoirs	109
VI.7.1	Réserve de distribution (utile)	110
VI.7.1.1	La méthode analytique	111
VI.7.2	Réserve d'incendie	113
VI.7.3	Réserve de sécurité	113
VI.8	Dimensionnement du réservoir	114
VI.9	Bilan de stockage-besoins	116
VI.10	Equipements de réservoir	116
VI.11	Conclusion	117
Chapitre VII : Protection des conduites		
VII.1	Introduction	119
VII.2	Protection des conduites contre la corrosion	119
VII.3	Le coup de bélier	119
VII.4	Principe de réservoir d'air	120
VII.5	Dimensionnement du réservoir d'air	120
VII.5.1	Calcul de la célérité d'onde	121
VII.6	La méthode de Peuch et Meunier	121
Chapitre VIII : Gestion et suivi du réseau		
VIII.1	Introduction	130
VIII.2	Définition de la gestion	130
VIII.3	Gestion des forages	130
VIII.3.1	Gestion technique et suivi général des installations	131
VIII.3.1.1	Contrôle hebdomadaire	131
VIII.3.1.2	Contrôle mensuel	131
VIII.3.2	Vieillessement et traitement des forages	131
VIII.4	Gestion et exploitation des réservoirs	132
VIII.5	Gestion et exploitation des réseaux	132
VIII.5.1	Entretien de réseau	133

VIII.6	Conclusion	133
	Conclusion générale	134
	Bibliographie	

Liste des tableaux

Nombre	Titre	Page
Chapitre I : Représentation de la zone d'étude		
Tableau I.1	Précipitation mensuelle de l'année 2011	4
Tableau I.2	Température mensuelle de l'année 2011	5
Tableau I.3	Humidité relative mensuelle de l'année 2011	6
Tableau I.4	Les caractéristiques du barrage beni-Haroun	9
Tableau I.5	Station de pompage de la région d'étude	10
Tableau I.6	Réservoirs de distribution de la région d'étude	11
Tableau I.7	L'analyse de l'eau de la ville de Mila	11
Chapitre II : Estimation des besoins en eau		
Tableau II.1	Estimation de la population future	14
Tableau II.2	Débit moyen domestique	15
Tableau II.3	Estimation des besoins scolaires	15
Tableau II.4	Estimation des besoins socioculturels	16
Tableau II.5	Estimation des besoins sportifs	17
Tableau II.6	Estimation des besoins culturels	17
Tableau II.7	Estimation des besoins sanitaires	17
Tableau II.8	Estimation des besoins commerciaux	17
Tableau II.9	Récapitulation des besoins publics en eau	18
Tableau II.10	Estimation des besoins totaux	18
Tableau II.11	Estimation des pertes d'eau	19
Tableau II.12	Estimation de débit moyen journalier de différents horizons	19
Tableau II.13	Débit maximum journalier	20
Tableau II.14	Répartition de débits horaires en fonction du nombre d'habitants	21
Tableau II.15	Consommation horaire	22
Tableau II.16	comparatif des besoins et ressources en eau disponibles à différents horizons	24
Chapitre III: Calcul du réseau de distribution		
Tableau III.1	L'état actuel de réseau de distribution	33
Tableau III.2	Les débits aux nœuds et les débits en route de chaque tronçon	37
Chapitre IV. Simulation hydraulique du réseau de distribution		
Tableau IV.1	Résultat du réseau de distribution existant	60
Tableau IV.2	État des arcs du réseau de distribution existant	66
Tableau IV.3	Résultat de du réseau de distribution projeté	73
Tableau IV.4	État des arcs du réseau de distribution projeté	78
CHAPITRE V : ADDUCTION		
Tableau V.1	Les caractéristiques des forages Ain Tin	87
Tableau V.2	Caractéristiques des forages d'Ares	88
Tableau V.3	Les caractéristiques des ressources Marchou	88
Tableau V.4	L'état des conduites d'adduction	89
Tableau V.5	Caractéristiques de la station de traitement	91
Tableau V.6	Les caractéristiques de la station d'Ain Tin	92
Tableau V.7	Les caractéristiques de la station Lemkhout	92

Tableau V.8	Les caractéristiques de la station Kripsa	93
Tableau V.9	Les caractéristiques de la station Boudjerrar	93
Tableau V.10	Résultats des nœuds du réseau d'adduction existante	94
Tableau V.11	Résultats des arcs du réseau d'adduction existante	95
Tableau V.12	Calcul des diamètres avantageux	96
Tableau V.13	Calcul des nouvelles vitesses	96
Chapitre VI : Les réservoirs		
Tableau VI.1	Caractéristiques des réservoirs	105
Tableau VI.2	Principaux problèmes observés	106
Tableau VI.3	Calcul le volume de distribution de réservoir Parc ADE	111
Tableau VI.4	Calcul le volume de distribution de réservoir Olivier	112
Tableau VI.5	Calcul des besoins de stockage à différentes horizon	116
CHAPITRE VII : Protection des conduites		
Tableau VII.1	Calcul les valeurs K et A	122
Tableau VII.2	Profil en long (absolu) des conduites	123
Tableau VII.3	calcul de volume d'air	129

Liste des figures

Chapitre I : Représentation de la zone d'étude		
Figure I.1	Limites administratives de la commune de Mila	3
Figure I.2	Variation des précipitations mensuelles dans l'année 2011	5
Figure I.3	Variation des températures mensuelles dans l'année 2011	6
Figure I.4	Humidité relatives mensuelles de l'année 2011	7
Figure I.5	Les ressources de la ville de Mila	8
Figure I.6	Barrage beni-Haroun	9
Chapitre II : Estimation des besoins en eau		
Figure II.1	Le graphe de la consommation total	23
Figure II.2	La courbe intégrale de la consommation totale	23
Chapitre III : Calcul du réseau de distribution		
Figure III.1	Réseau ramifié	28
Figure III.2	Réseau maillé	29
Figure III.3	Lineaire des conduites posées par années	34
Figure III.4	Linéaire des conduites par nature	34
Figure III.5	Linéaire des conduites par diamètre	35
Chapitre IV. Simulation hydraulique du réseau de distribution		
Figure IV.1	Simulation de réseau de distribution existant	60
Figure IV.2	Simulation de réseau de distribution projeté	72
CHAPITRE V : ADDUCTION		
Figure V.1	Adduction gravitaire	85
Figure V.2	Adduction par refoulement	85
Figure V.3	système de production-adduction de la ville de Mila	86
Figure V.4	Lineaire des conduites d'adduction posées par années	90
Figure V.5	Linéaire des conduites d'adduction par nature	90
Figure V.6	Linéaire des conduites d'adduction par diamètre	91
Figure V.7	La simulation du réseau d'adduction existant	93
Figure V.8	Courbe caractéristique de la pompe Ain Tin1	97
Figure V.9	Courbe caractéristique de la pompe Ain Tin2	97
Figure V.10	Courbe caractéristique de la pompe de la station de pompage Ain Tin	98
Figure V.11	Courbe caractéristique de la pompe de la station de reprise Lemkhouat	98
Figure V.12	Courbe caractéristique de la pompe de forage 1 d'Ares	99
Figure V.13	Courbe caractéristique de la pompe de puits Bougherdain d'Ares	99
Figure V.14	Courbe caractéristique de la pompe de forage 3 d'Ares	100
Figure V.15	Courbe caractéristique de la pompe de forage 5 d'Ares	100
Figure V.16	Courbe caractéristique de la pompe de la station de reprise Kripsa	101

Figure V.17	Courbe caractéristique de la pompe de la station de reprise Boudjerrar	101
Chapitre VI : Les réservoirs		
Figure VI.1	Vue générale de réservoir Parc ADE	107
Figure VI.2	Chambre des vannes réservoir Parc ADE	107
Figure VI.3	Chambre des vannes réservoir Olivier	108
Figure VI.4	L'entrée du réservoir Olivier	108
Figure VI.5	Conduite d'arrivée des eaux des forages d'Arres (Réservoir Kharba Supérieur	108
Figure VI.6	Les différentes fissures sur le mur extérieur du réservoir Kharba supérieur	109
Figure VI.7	Chambre de visite du réservoir Sennaoua supérieur	109
Figure VI.8	Le stockage des réservoirs.	110
CHAPITRE VII : Protection des conduites		
Figure VII.1	Principe de réservoir d'air	120
Figure VII.2	Superposition de profil de F1-SP Kripsa	125
Figure VII.3	Superposition de profil de F3-SP Kripsa	125
Figure VII.4	Superposition de profil de Kripsa-Boudjerrar	126
Figure VII.5	Superposition de profil de Boudjerrar-Kharba	126
Figure VII.6	Superposition de profil de ST Ain Tin-Lemkhout	127
Figure VII.7	Superposition de profil de Lemkhout-Sennaoua	127
Figure VII.8	Superposition de profil de F5-SP Kripsa	128
Figure VII.9	Superposition de profil de Puits-SP Kripsa	128

ملخص :

الدراسة التي قمنا بها تهدف إلى تشخيص نظام التزويد بالماء الصالح للشرب لمدينة ميلة (و بالتحديد المنطقة المزودة من طرف الخزان الجزائرية للمياه $2 \times 500 \text{ م}^3$ و خزان الزيتون 1000 م^3 , بدءا بإعطاء نظرة عامة حول طبيعة المنطقة و خصائصها و البنى المتواجدة فيها, و شبكة الضخ و التوزيع , المنشآت الهيدروليكية و مصادر جلب المياه و نوعيتها. و من ثم انتقلنا إلى تقدير احتياجات السكان المائية حتى 2045, و كذلك قمنا بمقارنة احتياجات المنطقة مع كمية الإنتاج و تقدير العجز المائي.

بعد تقدير الاحتياجات قمنا بتشخيص نظام التزويد بالمياه الصالحة للشرب من أجل الحصول على النتائج الأكثر ملائمة من حيث الضغط و السرعة.

تطلب هذا المشروع إنجاز خزان جديد بسعة 1500 م^3 , و كذلك قمنا بدراسة مدققة لحساب خزان الهواء المضغوط لحماية القناة من ظاهرة نطحة الكبش. و في الأخير قمنا بالتطرق إلى التسيير و الاستغلال الجيد لنظام التزويد بالمياه الصالحة للشرب و الصيانة المثالية لمنشآت الري.

Résumé :

Le projet de mémoire que nous avons élaboré avait porté sur le diagnostic du système d'AEP de la ville de Mila (principalement la zone alimentée par le réservoir Parc ADE $2 \times 500 \text{ m}^3$ et le réservoir Olivier 1000 m^3), en commençant par donner un aperçu général sur la nature de la région et de leurs propriétés et des infrastructures où ils sont situés, ainsi que sur le réseau d'adduction et de distribution, les équipements hydraulique et les ressources disponible et leurs qualité. Afin de concrétiser réellement le diagnostic dans un sens hydraulique une estimation des besoins en eau a été faite jusqu'à l'horizon 2045, en plus en a fait un bilan hydrique et un bilan de stockage.

Après une estimation des débits on a fait une simulation du réseau de distribution et d'adduction par le logiciel EPANET pour avoir la meilleure conception de réseau qui assure les débits, les diamètres, les pressions et les vitesses les plus convenables possible.

La réalisation de ce projet demande la projection d'un nouveau réservoir de stockage de volume 1500 m^3 , ainsi que le dimensionnement d'un réservoir d'air pour protéger la conduite contre le coup de bélier.

Enfin, on a proposé une politique de gestion et de maintenance du réseau d'alimentation en eau potable.

Abstract:

The memory project that we developed were focused on the diagnosis of the water supply system of the town of Mila (precisely the zone supplied by the tank Parc ADE $2 \times 500 \text{ m}^3$ and tank Olivier 1000 m^3), starting with giving overview about the nature of the region and its characteristics and infrastructures which found in, as well as the flow and distribution network, hydraulic equipments and resources available and their quality. Then we move to estimate the needs of inhabitants of water until 2045, also, we made a comparison between the needs of region and the quantity of production and the estimation of the lack of water.

After the estimation of the needs, we made a performance of the distribution network and supply by EPANET software to have the most suitable result.

This project needs a new reservoir of volume 1500 m^3 . Then we made the dimensioning of the air vessel to protect the conduits against the water hammer. In the end we move to the management and operation of water supply system and the perfect maintenance of hydraulic equipment.

Introduction générale

Introduction générale

L'eau est indispensable à l'existence, au développement et à la vie de l'homme. De sa conception à la réalisation de ses activités comme l'industrie ou l'agriculture, l'homme a besoin de l'eau.

Souvent, ces besoins sont en concurrence et même contradictoire, ce qui rend le processus de gestion de l'eau très complexes et leur mise en œuvre difficile.

Chaque pays devrait décider quels sont les incitations à introduire pour utiliser l'eau de manière plus efficace. Sur ce sujet, les pays devraient développer un plan stratégique sur l'eau, un plan qui mettrait en avant la valeur des ressources nationales en eau et définirait les allocations en eau.

La politique du développement du secteur hydraulique et en particulier les réseaux d'alimentation en eau potable telle qu'elle a été menée à ce jour n'a pas donné les résultats escomptés malgré les gros investissements engagés dans cette voie. La bonne gestion d'un système d'alimentation en eau potable débute par un bon diagnostic du réseau en lui-même et par la suite une gestion rigoureuse des différentes parties du projet.

Dans ce contexte s'inscrit le thème de mon mémoire de fin d'étude qui est l'étude de diagnostic de réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Mila. Cette étude analyse le système d'alimentation en eau potable en passant par une représentation succincte de la ville, l'estimation des besoins de la ville, réseau de distribution, étude des ouvrages de stockage, de l'adduction, la protection du réseau contre le coup de bélier et les moyens de gestion et de maintenance de réseau d'alimentation en eau potable.

Vue l'importance de la ville, nous accentuons notre étude uniquement sur le réseau alimenter uniquement par les deux réservoirs de centre ville parc ADE et olivier.

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

I.1 Introduction

La ville de Mila fait partie de la commune de Mila, daïra de Mila, la wilaya de Mila. Cette dernière s'étend sur une superficie de 3707 km² et compte 73006 habitants en 2013. Elle est à environ 486 mètres d'altitude et à des coordonnées géographiques suivantes : (Source : ADE)

Latitude : 36° 27' nord.

Longitude: 6° 16' 0" est.

La densité de la ville est de 531,6 habitants par Km².

I.2 Situation géographique

La commune de Mila est située à l'est de la wilaya de Mila, elle est délimitée :

- Au Nord par les communes de Grarem Gouga et de Sidi Mérouane ;
- A l'Est par les communes de Boudjriou (Constantine) et Ain Tinn ;
- Au Sud par les communes de Sidi Khélifa et Ahmed Rachedi ;
- A l'Ouest par les communes de Zéghaia et Oued Endja. (source : ADE)

La situation géographique de la ville de Mila est représentée sur la figure I.1.

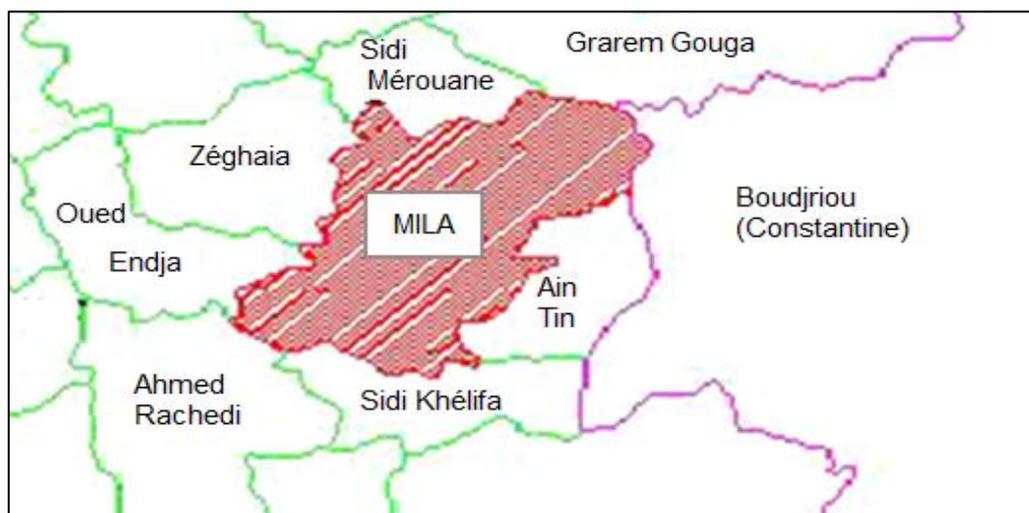


Figure I.1. Limites administratives de la commune de Mila.

I.3 Relief

Le relief de Mila est structuré en trois ensembles morphologiques :

- Au nord, un ensemble de hautes montagnes, caractérisé par les altitudes très élevées et des pentes excessivement marquées.
- Au centre, un ensemble associant vallées – collines et piémonts, voire même quelques hauts versants.
- Au sud, un ensemble de hautes plaines (plaines et collines).

I.4 Situation géologique

La structure géologique de la région est caractérisée par ses nappes du Mio-pliocène continental dépourvues en eau. Le Mio-pliocène continental domine les autres formations géologiques. Cette formation sur la quelle s'est composée une terre fertile est fortement touchée de glissements de terrain.

I.5 Situation climatologique

La wilaya de Mila est régie par trois microclimats, calqués sur l'agencement des trois grands ensembles morphologiques.

➔ humide, pour les reliefs montagneux du Nord et de la partie médiane, qui s'étend de Bouhatem à Ain Tine.

➔ semi aride à subhumide, pour la partie médiane de la wilaya (dépression et ses versants).

➔ semi-aride, pour les « hautes plaines ».

I.5.1 Pluviométrie

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale car sa répartition annuelle ou son rythme est plus importants que sa valeur volumique absolue.

Nous constatons d'après le tableau I.1 et l'histogramme de la figure I.2 que le régime pluviométrique est irrégulier durant l'année 2011. Le mois le plus pluvieux est le mois de mai avec une précipitation de 116,9mm. Le total des précipitations pendant toute l'année est de 694,7mm.

Tableau I.1. Précipitation mensuelle de l'année 2011.

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou
P (mm)	26,3	82,7	96,6	88	76,6	66,2	62	25,1	116,9	15,1	3,7	35,5

(Source : ANRH)

La répartition des températures de l'année 2011 sont représentées sur la figure I.2.

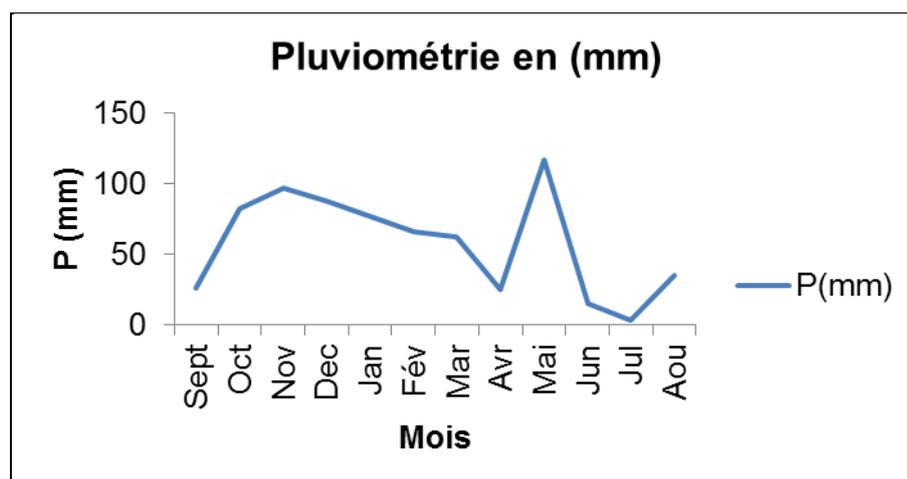


Figure I.2. Variation des précipitations mensuelles dans l'année 2011.

I.5.2 Température

La température est le facteur climatique le plus important. Elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces des communautés d'êtres vivants dans la biosphère.

Nous constatons d'après le tableau I.2 et le histogramme de figure I.3 que la région de Mila reflète par sa situation des températures différentes au cours de l'année. Pour l'année 2011, le mois de Juillet est le mois le plus chaud avec $T=20,5^{\circ}\text{C}$ et la valeur la plus faible est enregistrée au mois de Janvier et Février $T=5,8^{\circ}\text{C}$.

Tableau I.2. Température mensuelle de l'année 2011.

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou
T °C	16,8	13,8	9,8	6,6	5,8	5,8	7,8	9,7	10,4	15,4	20,5	20,4

(Source : ANRH)

La répartition des températures de l'année 2011 sont représentées sur la figure I.3.

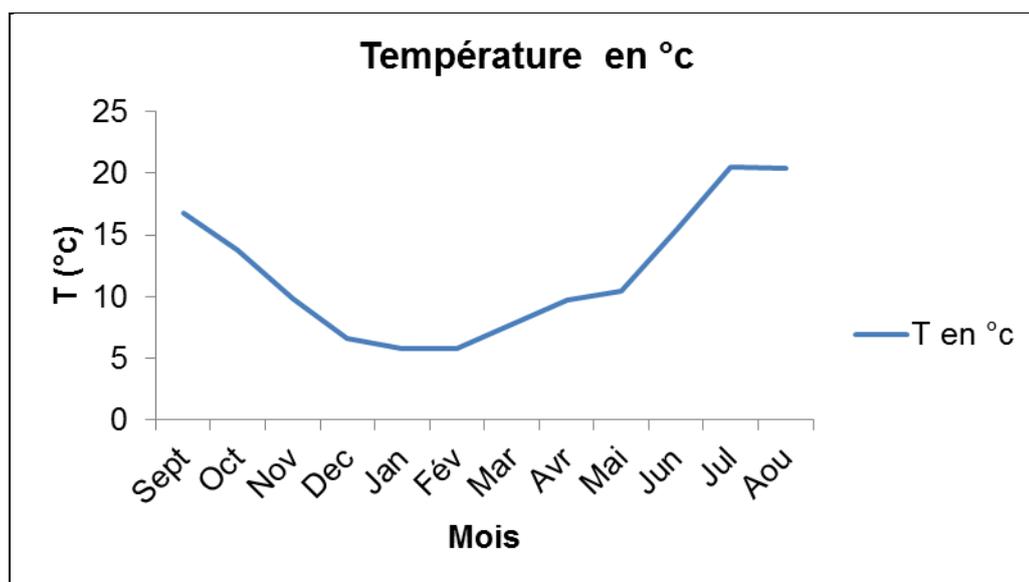


Figure I.3. Variation des températures mensuelles dans l'année 2011.

I.5.3 Humidité

C'est le rapport entre la quantité de vapeur d'eau dans un volume d'air donné et la quantité possible dans le même volume à la même température. Elle dépend de plusieurs facteurs climatiques comme la pluviométrie, la température et le vent. Nous constatons d'après le tableau I.3 et l'histogramme de la figure I.4 que la variation mensuelle de l'humidité relative est moyennement faible, et le mois qui représente la plus forte humidité relative est celui du mois d'Avril avec H=78 % de l'année 2011.

Tableau I.3. Humidité relative mensuelle de l'année 2011.

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou
H en %	66	70	70	65	76	72	76	78	67	61	49	54

(Source : ANRH)

La répartition des humidités de l'année 2011 sont représentées sur la figure I.4.

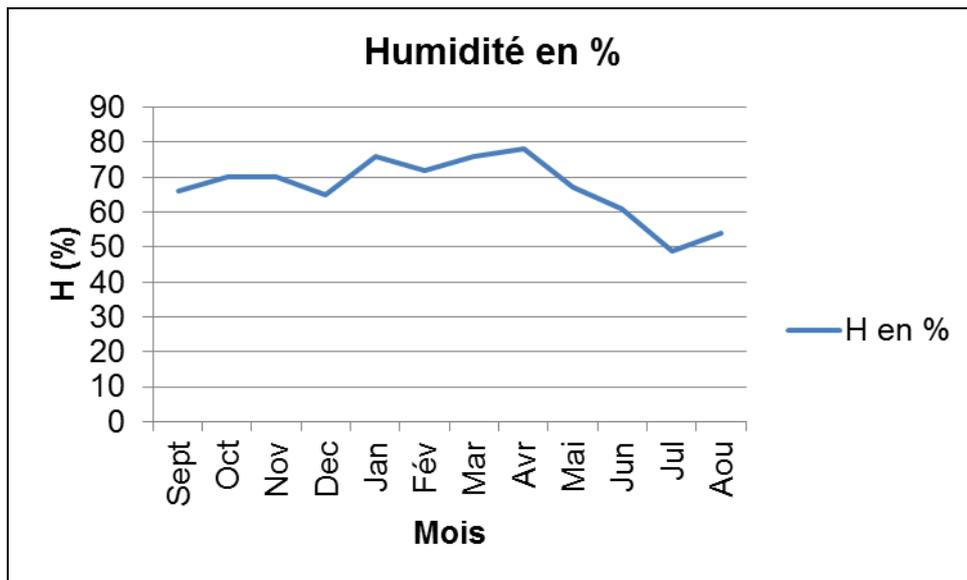


Figure I.4. Humidité relatives mensuelles de l'année 2011.

I.6 Activité de la ville de Mila

L'activité industrielle de Mila est généralement faible : textiles, matériaux de construction, plastique et industrie agro-alimentaire mais il y a une forte présence de l'activité agricole qui entraîne le développement d'un secteur agro-alimentaire très important dans la région de Mila.

I.7 Ressources

L'eau est l'essence même de la vie. En aménagement du territoire, elle est considérée comme l'élément de base, sans lequel on ne peut envisager le développement durable, les ressources de la ville de Mila sont de trois types:

- ✓ **Eaux de surface :**

Barrage de beni-Haroun. : 8000 à 12000 m³ /j.

- ✓ **Eaux souterraines :**

Deux forages situés à Ain Tinn : 3000 à 5000 m³/j.

Cinq forages situés à Arres : 3000 à 5000 m³/j.

- ✓ **Les sources :**

Les sources de Marchou : 300 à 1000 m³/j. (source : ADE)

Les ressources sont schématisées sur la figure I.5.

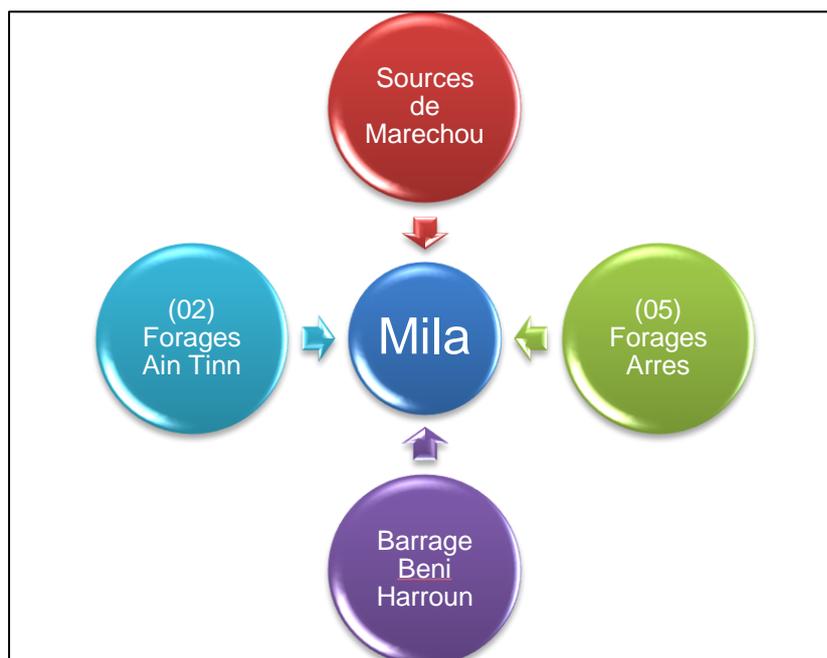


Figure I.5. Les ressources de la ville de Mila.

I.7.1 Eaux de surface du barrage beni-Haroun

Le barrage de Beni-Haroun à été réalisé en **2007** avec trop de difficultés rencontrées au cours de réalisation par l'entreprise Espagnole DRAGADOS. Il est implanté au point d'exutoire du bassin versant El Rhumel Elkibir pour la rétention des eaux de l'oued El Rhumel et oued Elkibir. L'apport journalier du barrage de Beni- Haroun est de 52 340 m³/j. Son apport annuel est de 18 374 100 m³/an. (Source : ADE)

La figure I.6 représente la situation du barrage Beni-Haroun sur Google earth.



Figure I.6. Barrage beni-Haroun.

Tableau I.4. Les caractéristiques du barrage beni-Haroun.

Caractéristiques	Valeurs
Niveau normal de la retenue	200 m
Mise en marche	2007
Volume	960 millions m ³
Volume total du béton (BCR)	1.9 millions m ³
Surface inondée	3900 ha
Largeur de la crête	8 m
Largeur du fond	93 m
Longueur de la crête	710 m
hauteur au dessus des fondation	118 m
débit max de la prise	13230 m ³ /j

I.8 Situation hydraulique

A Mila comme dans toutes les wilayas du pays, le marché de l'eau n'est pas bien étudié surtout, en ce qui concerne l'offre et la demande, la quantité et la qualité du produit, les comportements des consommateurs et en fin l'environnement économique globale. La problématique de l'alimentation en eau potable est d'apporter de l'eau à chacun, à chaque famille, à chaque logement. (Source : ADE)

I.8.1 Situation actuelle de la consommation

Malgré la présence d'un grand barrage de Beni-Haroun sur le territoire départemental, toute la wilaya de Mila souffre d'une pénurie en matière d'eau. La consommation de l'eau potable est en rapport direct avec le niveau de développement et du progrès d'une société. (Source : ADE)

L'élévation du niveau socioprofessionnel favorise une bonne consommation.

La consommation de l'eau a une relation directe avec le revenu des ménages l'habitat, et le niveau d'équipement. L'installation des compteurs et le mode de vie ont, encore, de l'influence. La consommation de l'eau devient très forte avec l'essor et l'expansion des activités économiques. La présence des fabriques et d'entreprises locales dans la ville exigent des quantités d'eau supplémentaires, surtout, en ce qui concerne l'usage, l'hygiène et le nettoyage.

Globalement, la consommation des ménages en eau potable est très faible car la majorité des ménages est sous équipée.

I.8.2 Réseau hydraulique

Le linéaire total du réseau d'eau potable de la région d'étude est de :

- 50437.4161 ml de réseau de distribution, comportant tous les diamètres variant entre DN40 et DN400.
- 155507.78 ml de réseau d'adduction avec des diamètres compris entre DN80 et DN500. (Source : ADE)

I.8.3 Stations de pompage

Les caractéristiques des stations de pompage sont représentées dans le tableau I.5.

Tableau I.5. Station de pompage de la région d'étude.

Stations de pompage	Année de mise en service	Nombre de GEP	Capacité de pompage (m ³ /j)	HMT (m)	Etat
ST Ain-Tin	1985	3	2880	117	Mauvais
ST El-Mekhouet	2004	3	2880	44	Bon
ST Boudjerrar	1989	4	8000	270	Bon
ST Kripsa	1989	4	7640	290	Bon

I.8.4 Ouvrages de stockage

Les réservoirs sont des ouvrage de stockage nécessaires pour un système d'alimentation en eau potable qui ont plusieurs fonctions, ces réservoirs diffèrent de leur forme ; leur capacité de stockage ; leur position par rapport à l'agglomération et même leur rôle. (Source : ADE)

Les réservoirs d'eau sont, en général, nécessaires pour pouvoir alimenter, convenablement une agglomération en eau.

Le tableau I.6 présente les caractéristiques des réservoirs de distribution de la région d'étude.

Tableau I.6. Réservoirs de distribution de la région d'étude.

N°	Nom	Localité	Année de mise en service	type	Fonction	Capacité (m ³)
1	R.2*500m ³ (parc ADE)	Château d'eau	1984	Semi enterré	distribution	1000
2	R.1000m ³ (olivier)	Château d'eau	1993	Semi enterré	distribution	1000

I.8.5 Analyse de l'eau

Les ressources en eau de la ville de Mila sont composées d'eau souterraines et de l'eau de surface depuis 2007 suite à la mise en service du barrage de Beni Hroun.

Des échantillons sont prélevés en 2015 pour les forages d'Ain Tin et le barrage Beni Haroun et en 2011 pour les forages d'Ares aux différents points de captage, les eaux sont analysées par le laboratoire de l'ADE.

Les paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux sont représentés dans le tableau I.7.

Tableau I.7. L'analyse de l'eau de la ville de Mila.

paramètres	Lieu de prélèvement	Forage Ain-Tin 1	Forage Ain-Tin 2	Forages d'Ares	BBH Mila
	Cl ⁻ (mg/l)		59.56	53.17	139.68
TH (mg/l)		404	364	664	382
Ca ⁺² (mg/l)		98.59	100.2	88.18	56.91
Mg ⁺² (mg/l)		38.39	27.7	27.22	58.32
TA (mg/l)		0	0	0	0
TAC (mg/l)		228.14	217.16	333.06	165.92
MO (mg/l)		0.08	0.24	0.53	2.03
RS (mg/l)		710	360	/	862
NO ₂ (mg/l)		50.02	50.02	0.002	50.02
NO ₃ (mg/l)		3.07	3.47	19.58	7.64
SO ₄ (mg/l)		56.86	88.5	350.76	87.25
Fe (mg/l)		0.03	50.05	0.031	50.05
Na ⁺ (mg/l)		30	30	65	105
K ⁺ (mg/l)		2	2	3	6
Paramètre bactériologique		< 01	< 01	< 01	< 01

Source : Laboratoire ADE

D'après le tableau I.7, on remarque que la valeur de la dureté de l'eau est un peu élevée (>500 mg/l) pour les forages d'Ares

I.9 Conclusion

Le relief de la wilaya de Mila se compose de trois unités physiques : une chaîne montagneuse au nord, bassins à l'intérieur et une partie inséparable des hautes plaines au sud. La diversité de relief donne une diversité de mode de vie de la population.

Le Mio-pliocène continental domine les autres formations géologiques. Cette formation sur la quelle s'est composée une terre fertile est fortement touchée de glissements de terrain.

Un territoire marqué de traces et séquelles d'un climat méditerranéen irrégulier et parfois rigoureux. Les précipitations sont cantonnées dans les mois d'hiver ce qui cause des situations de sécheresse sévère.

Après avoir effectué une brève présentation de la ville, une estimation des besoins en eau potable est primordiale pour le diagnostic du réseau, cette estimation sera étudiée dans le chapitre qui suit.

Chapitre II

Estimation des

besoins en eau

II.1 Introduction

Les besoins en eau d'une agglomération nous exigent de donner une norme fixe pour chaque catégorie de consommateurs, cette norme unitaire (dotation) est définie comme un rapport entre le débit journalier et l'unité de consommateur. Cette estimation en eau dépend de plusieurs facteurs (l'augmentation de la population, équipements sanitaires, niveau de vie...), elle diffère d'une période à une autre et d'une agglomération à une autre. [1]

II.2 Evolution démographique

Connaissant le nombre d'habitants que comporte notre ville en 2015 et le taux d'accroissement, la population de l'année 2045 pourra être estimée grâce à la relation suivante :

$$P_f = P_a \left(1 + \frac{\tau}{100}\right)^n$$

P_f : population future.

P_a : population actuelle.

τ : Taux d'accroissement ($\tau = 1.6$).

n : nombre d'année, différence entre l'année de référence (2015) et l'année considérée (2045) ($n=30$).

Le nombre d'habitant est donné dans le tableau II.1.

Tableau II.1. Estimation de la population future.

année	2008	2015	2020	2025	2030	2045
Taux d'accroissement(%)	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
Population (hab)	26383	29484	31920	34557	37412	47470

Source : ADE

II.3 Estimation des besoins en eau

C'est la consommation en eau de la population branchée au réseau ou non branchée mais qui profite des bornes fontaines pour s'alimenter en eau. On distingue généralement plusieurs types de demandes en eau, selon le type du consommateur, dans notre zone d'étude on distingue deux types:

- Consommation domestique.
- Consommation municipale (publique).

II.3.1 Consommation domestique

Les débits de consommations connaissent des variations dues :

- Aux conditions climatiques.
- Aux activités de la population.
- A l'évolution du niveau de vie de la population.

La consommation domestique est obtenue par la formule suivante :

$$C_d = \text{Nbr d'habitant} \times \text{Dot}$$

C_d : consommation domestique en l/j.

La dotation a été donnée par les services de l'hydraulique de la wilaya de Mila :

Dot : dotation journalière (Dot=185 l/j/hab).

Les valeurs de consommation domestique sont représentées dans le tableau II.2.

Tableau II.2. Débit moyen domestique.

année	2008	2015	2020	2025	2030	2045
Population	26383	29484	31920	34557	37412	47470
C_d (l/j)	4880855	5454540	5905200	6393045	6921220	8781950

II.3.2 Consommation municipale (publique)

Les besoins publics englobent la consommation des administrations, des établissements d'enseignement, des municipalités, des hôpitaux, etc....

II.3.2.1 Consommation scolaire

Les besoins en équipements scolaire dépendent du nombre d'élève scolarisable (court, moyen et long terme). Le tableau II.3 représente les besoins en eau scolaires.

Tableau II.3. Estimation des besoins scolaires.(Source APC)

équipements	unité	Nombre d'élèves	Dotation (l/j/élèves)	Besoins (l/s)
Ecoles primaires	14	2703	50	1.564
CEM	3	2290	50	1.325
Lycée	1	2000	50	1.157
CFP	1	200	60	0.139

II.3.2.2 Consommation socioculturels

Les besoins socioculturels sont évalués sur la base d'une dotation ; ou par la surface occupée, ou par le nombre des usagés.

Les besoins socioculturels de la région d'étude sont représentés dans le tableau II.4.

Tableau II.4. Estimation des besoins socioculturels. (Source APC)

Equipements	Unité	Dotation (l/j/u)	Besoins (l/s)
Bibliothèque APC	1	5000	0.058
Direction de la jeunesse et des Sport	1	1500	0.017
Cadastre	1	1000	0.012
Daïra	1	5000	0.058
Siège daïra	1	3000	0.035
Sonelgaz	1	2500	0.029
CAAR	1	1000	0.012
Centre pédagogique	1	1000	0.012
RCD	1	1000	0.012
Tribunal	1	5000	0.058
Centre téléphonique	1	1000	0.012
CNEP	1	1500	0.017
Centre militaire	1	8000	0.093
Hôtel de police	1	15000	0.174
CCLS	1	800	0.009
SAA	2	800	0.019
BDL	1	800	0.009
Centre PTT	1	2500	0.029
Les impôts	1	2000	0.023
CNAS	1	2000	0.023
DTP	1	1000	0.012
DAS	1	1500	0.017
Crèche	1	1000	0.012
Gendarmerie	2	10000	0.231
CPA	1	1000	0.012
Agence foncière	1	1500	0.017
Air Algérie	1	1000	0.012
Cinéma	1	1500	0.017
DUCH	1	800	0.009
Direction de touriste	1	1000	0.012
BADR	1	1000	0.012
CNR	1	1000	0.012
Direction d'environnement	1	1500	0.017

II.3.2.3 Consommation sportifs

Les besoins sportifs de la région d'étude sont représentés dans le tableau II.5.

Tableau II.5. Estimation des besoins sportifs.(Source APC)

Equipements	Unité	Dotation (l/j/u)	Besoin (l/s)
Stade	1	5000	0.058
Salle de sport	1	2500	0.029

II.3.2.4 Consommation culturels

Le tableau II.6 représente les besoins culturels.

Tableau II.6. Estimation des besoins culturels.(Source APC)

équipements	Unité	Dotation (l/j/u)	Besoin (l/s)
Mosquée	8	8000	0.741
Cimetière	5	800	0.046

II.3.2.5 Consommation sanitaires

Les besoins sanitaire sont représentés dans le tableau II.7.

Tableau II.7. Estimation des besoins sanitaires.(Source APC)

Equipement	Unité	Dotation (l/j/u)	Besoin (l/s)
Hôpital	250 lits	60	0.174
Polyclinique	1	8000	0.093
Centre de santé	1	6000	0.069

II.3.2.6 Consommation commerciaux

Les besoins commerciaux sont variés avec le temps et avec une dotation déférente de chaque équipement.

Le tableau II.8 représente les besoins commerciaux.

Tableau II.8. Estimation des besoins commerciaux.(Source APC)

Equipements	Unité	Dotation (l/j/u)	Besoin (l/s)
Marché couvert	2	6000	0.139
Galerie	1	2500	0.029

Le récapitulatif des besoins public est représenté dans le tableau II.9.

Tableau II.9. Récapitulation des besoins publics en eau.

Désignation	Besoin (l/s)
Equipements scolaires	4.185
Equipements socioculturels	1.103
Equipements sportifs	0.087
Equipement culturels	0.787
Equipements sanitaires	0.336
Equipements commerciaux	0.168
Total	6.666

Le récapitulatif des besoins totaux sont représentés dans le tableau II.10.

Tableau II.10. Estimation des besoins totaux.

Année	2008	2015	2020	2025	2030	2045
C_d (l/s)	56.491	63.131	68.347	73.994	80.107	101.643
C_p (l/s)	6,666	6,666	6,666	6,666	6,666	6,666
C_T (l/s)	63,157	69,797	75,013	80,66	86,773	108,309

II.4 Pertes d'eau

Dans un réseau d'alimentation en eau potable, les pertes d'eau sont situées à différents niveaux: la prise d'eau, la station de traitement, les stations de pompage, les réservoirs, les réseaux d'adduction et de distribution, les vannes, les joints, les compteurs, etc....

Le volume de ces pertes d'eau dépend de :

- ✚ l'âge et l'état du réseau.
- ✚ la compétence et l'efficacité du service de maintenance du réseau (rapidité de détection des fuites, efficacité d'exécution des travaux, moyens humains, équipement en matériels adéquats, organisation, etc.).

❖ Les pertes sur ce réseau sont estimées à 25% (source ADE) parce que le risque de branchement illicite est grand.

Les pertes d'eau sont estimées par la formule suivante :

$$\text{Perte} = C_T \times 25\%$$

Les valeurs de pertes d'eau sont représentées dans le tableau II.11.

Tableau II.11. Estimation des pertes d'eau.

Année	2008	2015	2020	2025	2030	2045
C_d (l/s)	56.491	63.131	68.347	73.994	80.107	101.643
Pertes d'eau	14.123	15.783	17.087	18.499	20.027	25.411
C_p (l/s)	6.666	6.666	6.666	6.666	6.666	6.666
Pertes d'eau	1.667	1.667	1.667	1.667	1.667	1.667

II.5 Etude de la variation des débits

Les débits de consommation sont soumis à plusieurs variations dans le temps, parmi ces variations :

- ✚ Variation annuelle qui dépend du niveau de vie de l'agglomération.
- ✚ Variation mensuelle et saisonnière qui dépend de l'importance de la ville.
- ✚ Variation journalière qui dépend de jour de la semaine ou la consommation est plus importante.
- ✚ Variation horaire qui dépend du régime de consommation de la population.

II.5.1 Débit moyen journalier

Le débit moyen journalier est donné par la relation suivante :

$$Q_{\text{moyj}} = \text{besoins} + \text{pertes d'eau}$$

Les résultats de débit moyen journalier sont représentés dans le tableau II.12.

Tableau II.12. Estimation de débit moyen journalier de différents horizons.

Année	2008	2015	2020	2025	2030	2045
C_d (l/s)	56.491	63.131	68.347	73.994	80.107	101.643
Pertes d'eau (l/s)	14.123	15.783	17.087	18.499	20.027	25.411
Q_{moyj} domestique (l/s)	70,614	78,914	85,434	92,493	100,134	127,054
C_p (l/s)	6.666	6.666	6.666	6.666	6.666	6.666
Pertes d'eau (l/s)	1.667	1.667	1.667	1.667	1.667	1.667
Q_{moyj} public (l/s)	8.333	8.333	8.333	8.333	8.333	8.333

II.5.2 Débit maximum journalier

Le débit maximum journalier est défini comme étant le débit d'une journée où la consommation est maximale pendant une année.

Le débit maximum journalier est donné par la formule suivante :

$$Q_{\text{maxj}} = Q_{\text{moyj}} \times K_{\text{maxj}}$$

Q_{maxj} : Débit maximum journalier.

Q_{moyj} : Débit moyen journalier.

K_{maxj} : Coefficient d'irrégularité maximum journalière.

II.5.2.1 Coefficient d'irrégularité maximum journalière

Le coefficient d'irrégularité maximum des variations de la consommation journalière en tenant compte des gaspillages, des pertes et des erreurs d'estimations.

Ce coefficient nous permet de savoir de combien de fois le débit maximum journalier dépasse le débit moyen journalier.

Les valeurs de K_{maxj} varient entre 1.1 et 1.3. Pour notre cas on prend :

$$K_{maxj} = 1.3.$$

Les résultats de débit maximum sont représentés dans le tableau II.13.

Tableau II.13 : Débit maximum journalier.

Année	2008	2015	2020	2025	2030	2045
Q_{moyj} domestique (l/s)	70,614	78,914	85,434	92,493	100,134	127,054
K_{maxj}	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
Q_{maxj} domestique (l/s)	91,798	102,588	111,064	120,241	130,174	165,170
Q_{maxj} domestique (m ³ /j)	7931,35	8863,60	9595,93	10388,82	11247,03	14270,688
Q_{moyj} public (l/s)	8.333	8.333	8.333	8.333	8.333	8.333
K_{maxj}	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
Q_{maxj} public (l/s)	10,833	10,833	10,833	10,833	10,833	10,833
Q_{maxj} public (m ³ /j)	935,971	935,971	935,971	935,971	935,971	935,971

II.5.3 Débit de pointe

C'est le débit appelé par le consommateur varie considérablement dans la journée en fonction du mode de vie de la population.

La variation des débits horaires d'une journée est représentée en fonction du nombre d'habitants dans le tableau II.14.

Tableau II.14. Répartition de débits horaires en fonction du nombre habitants.

Heures (h)	Nombre d'habitants				
	Moins de 10000	10001 à 50000	50001 à 100000	Plus de 100000	Agglomération de type rurale
0-1	01	1.5	03	3.35	0.75
1-2	01	1.5	3.2	3.25	0.75
2-3	01	1.5	2.5	3.3	01
3-4	01	1.5	2.6	3.2	01
4-5	02	2.5	3.5	3.25	03
5-6	03	3.5	4.1	3.4	5.5
6-7	05	4.5	4.5	3.85	5.5
7-8	6.5	5.5	4.9	4.45	5.5
8-9	6.5	6.25	4.9	5.2	3.5
9-10	5.5	6.25	4.6	5.05	3.5
10-11	4.5	6.25	4.8	4.85	06
11-12	5.5	6.25	4.7	4.6	8.5
12-13	07	5.0	4.4	4.6	8.5
13-14	07	5.0	4.1	4.55	06
14-15	5.5	5.5	4.2	4.75	05
15-16	4.5	6.0	4.4	4.7	05
16-17	05	6.0	4.3	4.65	3.5
17-18	6.5	5.5	4.1	4.35	3.5
18-19	6.5	5.0	4.5	4.4	06
19-20	5.0	4.5	4.5	4.3	06
20-21	4.5	04	4.5	4.3	06
21-22	03	03	4.8	3.75	03
22-23	02	02	3.6	3.75	02
23-24	01	1.5	3.3	3.7	01

Vu que notre répartition est entre 10001 à 50000 habitants, la répartition des débits est représentée dans le tableau II.15.

Tableau II.15. Consommation horaire.

Heures	Débit domestique 14270.688 m3/j		Débit des locaux administratifs 935.971 m3/j		Débit total
	%	m3/h	%	m3/h	
heurs					m3/h
0-1	1.5	214.06	0	0.00	214.06
1-2	1.5	214.06	0	0.00	214.06
2-3	1.5	214.06	0	0.00	214.06
3-4	1.5	214.06	0	0.00	214.06
4-5	2.5	356.77	0	0.00	356.77
5-6	3.5	499.47	0	0.00	499.47
6-7	4.5	642.18	0	0.00	642.18
7-8	5.5	784.89	50	467.99	1252.87
8-9	6.25	891.92	50	467.99	1359.90
9-10	6.25	891.92	50	467.99	1359.90
10-11	6.25	891.92	50	467.99	1359.90
11-12	6.25	891.92	50	467.99	1359.90
12-13	5	713.53	50	467.99	1181.52
13-14	5	713.53	50	467.99	1181.52
14-15	5.5	784.89	50	467.99	1252.87
15-16	6	856.24	50	467.99	1324.23
16-17	6	856.24	50	467.99	1324.23
17-18	5.5	784.89	50	467.99	1252.87
18-19	5	713.53	50	467.99	1181.52
19-20	4.5	642.18	0	0.00	642.18
20-21	4	570.83	0	0.00	570.83
21-22	3	428.12	0	0.00	428.12
22-23	2	285.41	0	0.00	285.41
23-24	1.5	214.06	0	0.00	214.06

D'après les résultats du tableau II.15, nous pouvons tracer le graphe de consommation et la courbe intégrale représenté respectivement sur les figures II.1 et II.2.

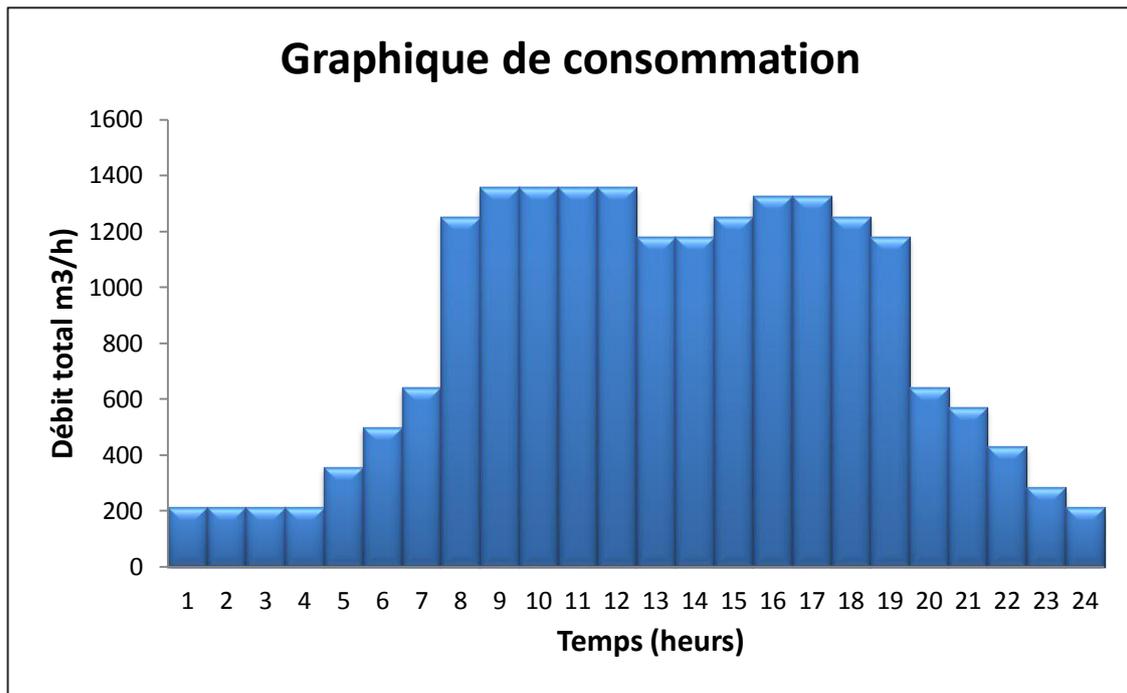


Figure II.1 : Le graphe de la consommation total.

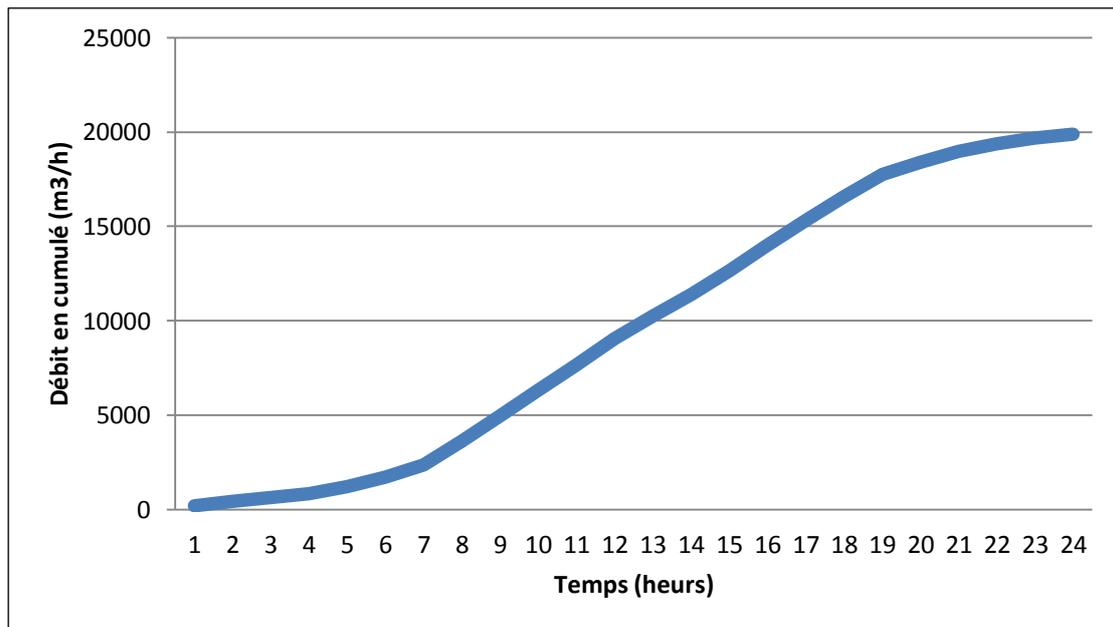


Figure II.2. La courbe intégrale de la consommation totale

II.5.4 Bilan hydrique

Le système d'alimentation en eau potable de la ville de Mila devra répondre à une évolution croissante des besoins liée au développement urbain et socioéconomique. (source : ADE)

- ✚ La ligne de pompage des forages d'ARRES est à l'arrêt depuis l'inondation de l'adduction par les eaux du barrage Beni Haroun, le seul forage en marche est destiné à l'alimentation en eau potable de l'agglomération KRIBSA, tandis que l'adduction reliant la station Boudjerrar et réservoir 2x3000 m³ est utilisée actuellement pour Boufouh ainsi que le centre universitaire de Mila.
- ✚ La ligne des forages d'AIN TINN dont l'adduction présente des déperditions importantes est en cours de rénovation partielle, 1300 ml dans le cadre du projet DRE/ADE Mila.
- ✚ La ligne des sources de Marchou est à l'arrêt vu la mauvaise qualité bactériologique de l'eau générée par l'élevage bovin- ovin et poulaillers dans le périmètre de la source.
- ✚ La production est aujourd'hui assurée principalement à partir de la ressource du barrage de Beni Haroun via la station de traitement d'Ain Tinn.

Le bilan hydrique se fait, en comparant la ressource disponible ou exploitée avec les besoins en eau journaliers moyens.

Le tableau II.16 représente les résultats de bilan hydrique.

Tableau II.16. Tableau comparatif des besoins et ressources en eau disponibles à différents horizons.

Année	2008	2015	2020	2025	2030	2045
Q_{moyj} (m³/j)	6764.170	7481.290	8044.618	8654.515	9314.698	11640.586
Ressources disponibles (m³/j)	4500	4500	4500	4500	4500	4500
Déficit	-2264,17	-2981,29	-3544,618	-4154,515	-4814,698	-7140,586

D'après le tableau II.16 on constate que les ressources disponibles actuellement sont insuffisantes pour satisfaire les besoins de l'agglomération. A cet effet il est nécessaire soit, d'augmenter le débit du barrage de Beni Haroun ou bien de réutiliser les sources existantes tel que : le forage d'Arres, forage d'Ain Tin et les sources de Marchou.

II.6 Conclusion

Dans ce chapitre on a déterminé les différents besoins nécessaire pour la région d'étude à différents horizons.

Les ressources et le stockage disponible sont insuffisant pour satisfaire les besoins actuels et futures d'où la nécessité de prévoir d'autre ressources et d'autre réservoirs de stockages.

Chapitre III

Calcul du réseau de distribution

III.1 Introduction

A partir des réservoirs, l'eau est distribuée dans un réseau de canalisation sur les quelles les branchements seront piqués en vue de l'alimentation des abonnés. [2]

Les canalisations devront en conséquence présenter un diamètre suffisant, de façon à assurer le débit maximal avec une pression au sol compatible avec la hauteur des immeubles.

III.2 Fonctions du système de distribution

Le système de distribution est le dernier maillon de la chaîne du système classique d'approvisionnement en eau potable. Son rôle est de transporter l'eau du stockage jusqu'aux usagers et d'en assurer la livraison. Quatre exigences sont recherchées :

- ✚ L'accessibilité technique et financière aux usagers.
- ✚ Une qualité de l'eau répondant aux normes de potabilité.
- ✚ La continuité du service.
- ✚ Une pression de service suffisante.

III.3 Conception du réseau d'AEP

Elle comprend les phases suivantes :

- Évaluation des besoins.
- Analyses des possibilités de raccordement aux réseaux existants, impact sur son fonctionnement et définition des aménagements à réaliser.
- Choix du système et tracé de principe.
- Dimensionnement.

En général, l'alimentation en eau potable d'un centre quelconque comporte les éléments suivants :

- ✚ Une station de pompage.
- ✚ Une conduite de refoulement.
- ✚ Un réservoir de stockage.
- ✚ Un réseau de distribution.

III.3.1 Réseau de distribution

Il est constitué par une série de conduites desservant les différents consommateurs, l'écoulement de l'eau dans ces conduites se fait le plus souvent par gravité.

III.4 Les types des réseaux d'AEP

Suivant la structure et l'importance de l'agglomération on distingue différents types des réseaux de distribution les plus utilisés sont : le réseau ramifié, maillé et le réseau mixte. [3]

III.4.1 Le réseau ramifié

Le réseau ramifié dans le quel les conduites ne comportent aucune alimentation en retour, présente l'avantage d'être économique, mais il manque de sécurité et de souplesse en cas de rupture.

Ce type de réseau est représenté dans la figure III.1.

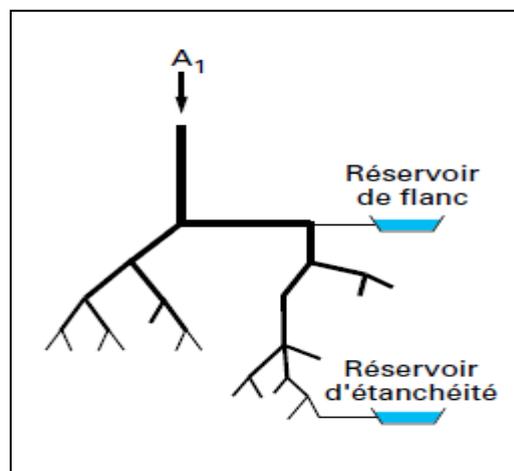


Figure III.1. Réseau ramifié.

III.4.2 Le réseau maillé

Le réseau maillé permet, au contraire, une alimentation en retour. Une simple manœuvre de robinets permet d'isoler le tronçon accidenté et de poursuivre néanmoins l'alimentation des abonnés à l'aval. Il est, bien entendu, plus coûteux, mais, en raison de la sécurité qu'il procure, il doit être toujours préféré au réseau ramifié.

Ce type de réseau est représenté dans la figure III.2.

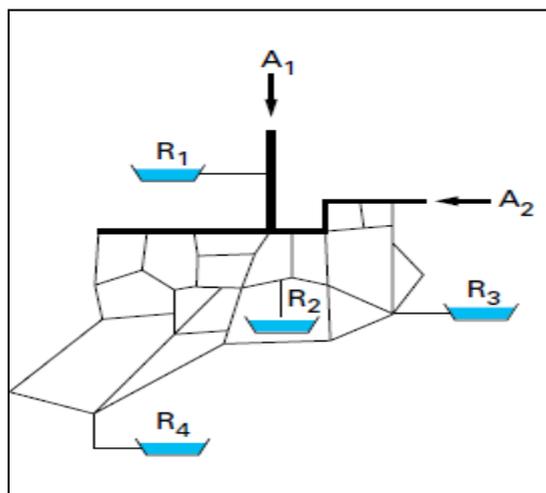


Figure III.2. Réseau maillé.

III.4.3 Le réseau mixte

C'est un réseau intermédiaire comportant à la fois les deux types cités plus haut. Il offre globalement les mêmes avantages hydrauliques que le réseau maillé. Cependant grâce à la réduction des pièces spéciales utilisées au niveau des intersections telles que les croix et les Tés, on aboutit généralement à des coûts de construction moins élevés que précédemment.

III.4.4 Réseaux étagés

On utilise ce type de réseau dans le cas où la topographie est très tourmentée.

III.5 Choix de type de réseau

Le choix du type de réseau dépend de la localisation des abonnés, de leur importance et du niveau de demande à assurer.

Notre type de réseau est mixte car la ville est condensée dans une région et dispersée dans une autre.

III.6 Choix de type de matériaux

Pour l'alimentation en eau potable des agglomérations plusieurs types de matériaux sont utilisés en fonction de la nature du sol, de la résistance de ce matériau, de la durée de vie, de sa destination, de l'économie, de l'entretien et de l'exploitation.

Dans le but du bon choix du type de matériau, on prend en compte les paramètres suivants :

- Le diamètre
- La pression de service à supporter par le matériau

- Les conditions de pose
- Le prix de la conduite
- La durée de vie du matériau
- La disponibilité de ce dernier sur le marché

Les conduites utilisées dans notre réseau sont en acier galvanisé et l'amiante ciment, le PEHD, l'acier, le PVC, et la fonte.

III.6.1 Amiante ciment

Les conduits en amiante ciment sont rarement utilisés, étant donné qu'elles sont fragiles et qu'elles ont tendance à se fissurer. Elles sont de plus difficiles à utiliser parce que les pièces de raccordement sont peu nombreuses.

III.6.2 PEHD (polyéthylène haute densité)

Les tuyaux semi rigides sont en polyéthylène et se présentent sous forme de couronnes, ils sont très souples et légers, d'une grande facilité de pose, en outre, leur faible rugosité leur confère une capacité de transport supérieure à celle des tuyaux de même diamètre, constitués par un autre matériau. Ils résistent aux agents chimiques et absorbent, facilement, en raison de leur souplesse, les effets des coups de bélier.

III.6.3 Acier

Les conduites en acier ne sont pas installées dans le sol où elles se brisent facilement par manque de flexibilité. On les utilise dans les stations de purification et les chambres de vanne parce qu'elles sont très résistantes et qu'il est facile de les installer grâce au grand nombre de pièces de raccordement existantes. Elles sont par ailleurs peu coûteuses, légères et offertes. On les raccorde entre elles à l'aide des joints soudés, et des joints à bride servant à raccorder les pièces d'équipement.

III.6.4 PVC (Polychlorure de vinyle)

Sont des tuyaux rigides, il existe plusieurs séries de pressions nominales : 6, 10, 16, et 25 bar. Les réseaux d'eau font le plus souvent appel aux séries 10 et 16 bar. Le PVC résiste bien à la corrosion et il présente une forte inertie électrique. Sa tenue mécanique sous charges en ville et sa longévité dans le temps se sont avérées très satisfaisantes. Les tuyaux sont de type à bout lisse et emboîtement avec joints en élastomère.

III.6.5 Fonte

Les conduites en fonte ont une bonne rigidité, et le revêtement intérieur assure l'invariabilité de la valeur du coefficient de rugosité pendant toute la durée de vie utile des conduites, tout en garantissant une certaine résistance à la corrosion de la fonte à l'intérieur de ces conduites.

III.7 Equipements du réseau de distribution

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

- Assurer un bon écoulement.
- Régulariser les pressions et mesurer les débits.
- Protéger la canalisation.
- Soutirage des débits.

III.7.1 Robinets

Ces appareils seront posés en vue de permettre l'isolement des divers tronçons de canalisation :

- **Robinets vannes** : ce sont des appareils de sectionnement pour une manœuvre lente et pour les gros diamètres.
- **Vannes papillons** : ce sont des vannes utilisées surtout au niveau des réservoirs d'eau, ce sont des vannes d'équilibre et ferment sous la pression d'eau.
- **Vidange** : elles servent à vidanger les conduites, elles sont placées aux points bas et sont constituées d'une canalisation piquée sur la génératrice inférieure aboutissant à un regard maçonné, un robinet est installé sur le parcours de la décharge le près possible de la conduite. Le placement de l'extrémité du tuyau soit de telle façon que toute remontée d'eau soit impossible.

III.7.2 Clapet anti-retour

Il est destiné à assurer un écoulement dans un seul sens, il est constitué soit par un battant unique soit en jeu par des battants multiples disposés sur une même plaque inclinée, le tout trouvant place dans un corps en fonte. Il est utilisé à la station de pompage ou il doit être obligatoirement à la sortie de la pompe.

III.7.3 Ventouses

Le rôle d'une ventouse est d'évacuer l'air contenu dans les conduites, ce cas se présente lorsque la conduite est vide. Quand la conduite est en service, il est nécessaire également pour pouvoir évacuer l'air amené par l'eau.

III.7.4 Bouches et poteaux d'incendie

Elles sont placées sur les canalisations principales pouvant assurer un débit de 17 l/s et une pression de 1 bar, on les trouve toutes les (250-400) m selon l'importance de la ville.

III.8 Principes du tracé des réseaux

L'objectif du tracé du réseau de distribution est d'assurer l'accès du réseau aux usagers dans des conditions économiques optimales tout en prévenant les difficultés d'exploitation et d'entretien. Les principes du tracé d'un réseau sont les suivants :

- ✚ fonctionnement hydraulique simple et efficace.
- ✚ continuité de service en évitant la création de points de faiblesse ou en prévoyant des alternatives en cas de rupture.
- ✚ optimisation de la longueur du réseau par le choix des rues devant recevoir les conduites et le choix de leur emplacement dans les rues.
- ✚ équipement minimum afin de faciliter la maîtrise du réseau et son entretien: vannes, vidanges, ventouses.

III.9 Etat actuel de réseau de distribution

Le réseau de distribution est composé d'une variété de conduites, les diamètres varient entre 40 mm et 400 mm avec des matériaux différents : fonte, acier, acier galvanisé, amiante ciment, PEHD et PVC.

La pose des conduites du réseau de distribution est séquencée comme suit :

- L'acier galvanisé : entre 1980 –1990.
- L'acier : entre 1988 –1999.
- La fonte : entre 1992 –2000.
- Le PVC : entre 2000 et 2010.
- Le PEHD : entre 2008 –2015.
- Amiante ciment : entre 1970-1980.

Le tableau III.1 regroupe les informations sur le réseau de distribution.

Tableau III.1. L'état actuel de réseau de distribution.

Éléments d'identification et de caractérisation													
Linéaires des conduites de distribution par diamètre et par matériau								Linéaires de conduites par période de pose					
DN (par ordre croissant)	<i>Linéaire total</i>	Amiante ciment	Acier	Fonte ductile	PVC	PEHD	Acier galvanisé	1970-1980	1980-1990	1988-1999	1992-2000	2000-2010	2008-2015
(mm)	(ml)	(ml)	(ml)	(ml)	(ml)	(ml)	(ml)	(ml)	(ml)	(ml)	(ml)	(ml)	(ml)
40	3934						3934		3934				
50	4207					279	3928		3928				279
60	668						668		668				
63	2279					2279							2279
75	2783				136	2647						136	2647
80	12585	2325	6458	1286	407		948	2325	948	6458	1286	407	
90	335					1497							1497
100	4525	2230		1392			903	2230	903		1392		
110	7794				5579	2215						5579	2215
150	5298	3849		1449				3849			1449		
200	2266	1437	281			547		1437		281			547
250	1979	257		1722				257			1722		
300	396	396						396					
400	968			968							968		
Etat		mauvais	mauvais	mauvais	mauvais	bon	mauvais	mauvais	mauvais	mauvais	mauvais	mauvais	bon

La figure III.3 représente l'historique du linéaire en fonction des années.

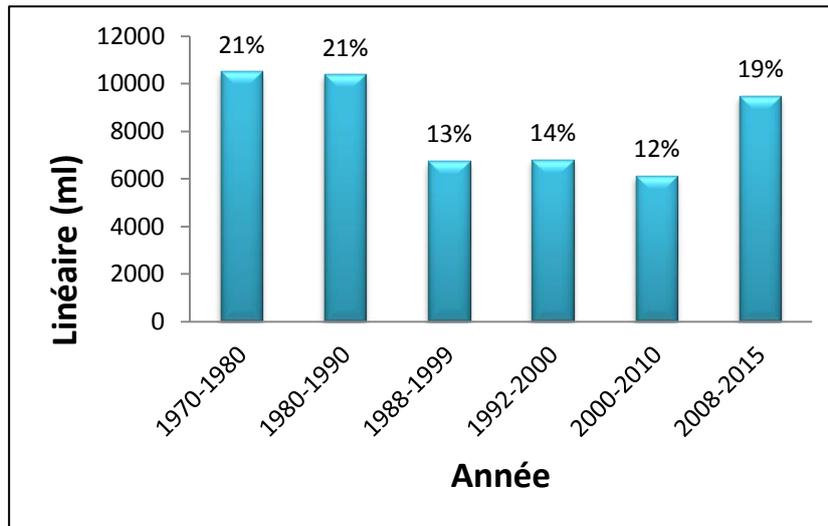


Figure III.3. Linéaire des conduites posées par années.

Suivant la figure III.3 ci-dessus, 21% du linéaire du réseau de distribution a été posé entre 1970-1980 et 1980-1990, suivi du 19% entre 2008-2015, 14% entre 1992-2000, 13% entre 1988-1999 et 12% entre 2000-2010.

La figure III.4 représente l'historique du linéaire selon le matériau de la conduite.

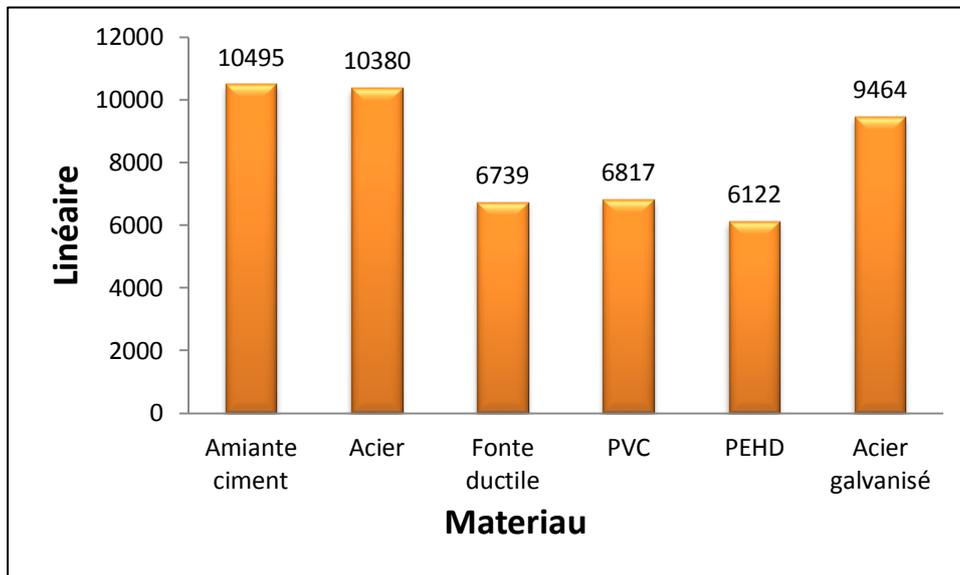


Figure III.4. Linéaire des conduites par nature

La figure III.4 montre que les conduites en amiante ciment, acier et acier galvanisé prime sur le classement des natures des conduites de distribution, soit un linéaire de 10495 ml en amiante ciment, 10380 ml en acier, 9464 ml en acier galvanisé suivi des conduites en PVC avec un linéaire de 6817 ml, fonte 6739 ml et 6122 ml en PEHD.

La figure III.5 représente l'histogramme du linéaire selon les diamètres des conduites.

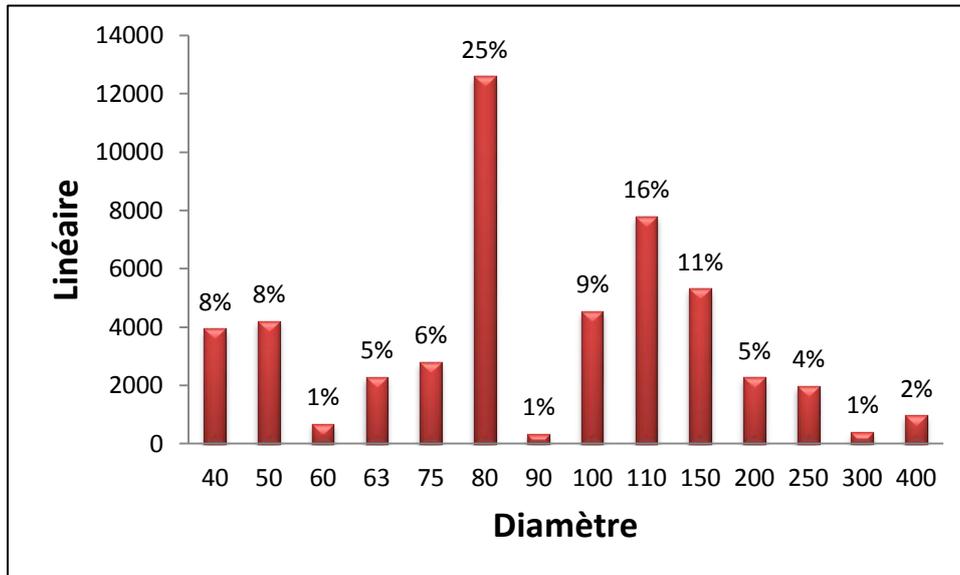


Figure III.5. Linéaire des conduites par diamètre

La figure III.5 définit l'état réel du linéaire en fonction du diamètre des conduites. Le diamètre 80 mm prime avec un linéaire de 12585 ml avec un pourcentage de 25%, suivi par le diamètre 110 mm avec un linéaire de 7794 ml.

III.10 Calcul hydraulique du réseau de distribution

Le long d'une conduite de distribution, le débit est variable. Le problème qui se pose est de déterminer le débit avec lequel on doit calculer la perte de charge dans le tronçon et par suite fixer le diamètre de la conduite.

Plusieurs méthodes de calculs sont applicables pour calculer le débit dans le réseau de distribution, et nous avons choisi la méthode de Hardy-Cross la plus utilisée, elle est basée sur deux principes :

- ✓ Principe d'équilibre des nœuds.
- ✓ Principe d'équilibre des pertes charges en chaque maille.

a) Principe d'équilibre des nœuds

A chaque nœud, la somme des débits qui arrivent est égale à la somme des débits qui partent : $\sum Q_e = \sum Q_s$

Avec :

Q_e : débit entrant.

Q_s : débit sortant.

b) Principe d'équilibre des pertes charges

Dans une maille, la somme algébrique des pertes charge est nulle : $\sum J = 0$

Avec : J : perte charge.

III.10.1 Débit spécifique

Le débit spécifique est le rapport entre le débit de pointe et le nombre d'habitant total.

$$Q_{sp} = \frac{Q_p}{\text{Nbre hab}_t}$$

Avec :

Q_{sp} : Débit spécifique en l/s/hab.

Q_p : Débit de pointe en l/s.

Nbre hab_t : Nombre d'habitant total.

$$Q_{sp} = \frac{247.7631}{47470} = 0.00521 \text{ l/s/hab.}$$

III.10.2 Débit en route

Le débit en route de chaque tronçon est le débit consommé par les abonnés de chaque tronçon, il est donné par la formule suivant :

$$Q_r = Q_{sp} \times \text{Nbre hab}_i$$

Avec :

Q_r : Débit en route en l/s.

Q_{sp} : Débit spécifique l/s/hab.

Nbre hab_i : Nombre d'habitant de chaque tronçon.

III.10.3 Débit au nœud

Le débit nodal se détermine par l'expression suivante :

$$Q_N = \left(0.5 \times \sum Q_r \right) + Q_{conc}$$

Avec :

Q_N : Débit au nœud en l/s.

Q_r : Débit au route en l/s.

Q_{conc} : Débit concentré.

Les débits aux nœuds et les débits en route sont résumés dans le tableau III.2.

Tableau III.2. Débits aux nœuds et les débits en route de chaque tronçon.

N° des nœuds	N° des tronçons	Nombre habitant	Débits en route	Débits nodaux	Débit concentré	débits nodaux
N2	R olivier - N2	0	0.000	0.078	0	4.07
	N2 - N3	0	0.000		3.992	
	N2 - N73	30	0.156		0	
N3	N2 - N3	0	0.000	0.130	3.992	0.696
	N3 - N4	0	0.000		0	
	N3 - e1	50	0.260		0.566	
N4	N3 - N4	0	0.000	0.391	0	0.391
	N4 - N5	150	0.782		0	
	N4 - N12	0	0.000		0	
N5	N4 - N5	150	0.782	0.796	0	0.796
	N5 - N6	0	0.000		0	
	N5 - e2	155	0.809		0	
N6	N5 - N6	0	0.000	0.378	0	0.378
	N6 - N7	0	0.000		0	
	N6 - e3	145	0.756		0	
N7	N6 - N7	0	0.000	0.404	0	0.404
	N7 - N8	0	0.000		0	
	N7 - e4	155	0.808		0	
N8	N7 - N8	0	0.000	0.353	0	0.353
	N8 - N9	0	0.000		0	
	N8 - e5	135	0.705		0	
N9	N8 - N9	0	0.000	0.261	0	0.261
	N9 - N10	0	0.000		0	
	N9 - N11	100	0.522		0	
N10	N9 - N10	0	0.000	0.987	0	1.166
	N10 - e9	260	1.357		0	
	N10 - e10	118	0.616		0.179	
N11	N9 - N11	100	0.522	1.357	0	1.357
	N11 - N17	170	0.887		0	
	N11 - e8	250	1.305		0	
N12	N4 - N12	0	0.000	0.000	0	0.605
	N12 - N13	0	0.000		0	
	N12 - e11	37	0.000		0.508	
N13	N12 - N13	0	0.000	0.000	0	0.261
	N13 - N14	0	0.000		0	

	N13 - e6	100	0.000		0	
N14	N13 - N14	0	0.000	0.647	0	0.647
	N14 - N15	0	0.000		0	
	N14 - N16	248	1.294		0	
N15	N14 - N15	0	0.000	0.796	0	3.506
	N15 - N20	140	0.731		2.711	
	N15 - e7	165	0.861		0	
N16	N14 - N16	248	1.294	2.160	0	2.492
	N16 - e12	276	1.440		0	
	N16 - e13	304	1.586		0.332	
N17	N11 - N17	170	0.887	1.610	0	1.61
	N17 - N18	297	1.550		0	
	N17 - e15	150	0.783		0	
N18	N17 - N18	297	1.550	1.062	0	1.061
	N18 - N19	0	0.000		0	
	N18 - e14	110	0.574		0	
N19	N18 - N19	0	0.000	0.496	0	0.495
	N19 - N59	0	0.000		0	
	N19 - e16	190	0.992		0	
N20	N15 - N20	140	0.731	0.548	2.711	0.547
	N20 - N21	0	0.000		0	
	N20 - N22	70	0.365		0	
N21	N20 - N21	0	0.000	0.522	0	0.521
	N21 - N24	0	0.000		0	
	N21 - e21	200	1.044		0	
N22	N20 - N22	70	0.365	0.822	0	0.82
	N22 - N23	50	0.261		0	
	N22 - e24	195	1.018		0	
N23	N22 - N23	50	0.261	0.861	0	0.861
	N23 - N28	100	0.522		0	
	N23 - e25	180	0.939		0	
N24	N21 - N24	0	0.000	0.460	0	0.46
	N24 - N25	0	0.000		0	
	N24 - e20	176	0.919		0	
N25	N24 - N25	0	0.000	0.227	0	0.225
	N25 - N26	0	0.000		0	
	N25 - N27	87	0.454		0	
N26	N25 - N26	0	0.000	1.115	0	1.113
	N26 - N47	277	1.446		0	
	N26 - e46	150	0.783		0	
	N25 - N27	87	0.454		0	9.372

N27	N27 - N46	55	0.287	0.762	8.612	
	N27 - e22	150	0.783		0	
N28	N23 - N28	100	0.522	1.250	0	1.25
	N28 - N29	189	0.986		0	
	N28 - e26	190	0.992		0	
N29	N28 - N29	189	0.986	0.986	0	2.116
	N29 - N30	50	0.261		0	
	N29 - e120	139	0.725		1.131	
N30	N29 - N30	50	0.261	0.261	0	0.261
	N30 - N31	0	0.000		0	
	N30 - N39	50	0.261		0	
N31	N30 - N31	0	0.000	0.718	0	0.717
	N31 - N32	110	0.574		0	
	N31 - e32	165	0.861		0	
N32	N31 - N32	110	0.574	0.979	0	0.978
	N32 - N33	110	0.574		0	
	N32 - e33	155	0.809		0	
N33	N32 - N33	110	0.574	0.780	0	0.78
	N33 - N34	0	0.000		0	
	N33 - e34	189	0.986		0	
N34	N33 - N34	0	0.000	0.308	0	0.307
	N34 - N35	0	0.000		0	
	N34 - N42	118	0.616		0	
N35	N34 - N35	0	0.000	0.418	0	0.417
	N35 - N36	0	0.000		0	
	N35 - e35	160	0.835		0	
N36	N35 - N36	0	0.000	0.548	0	0.274
	N36 - N37	0	0.000		0	
	N36 - e36	210	1.096		0	
N37	N36 - N37	0	0.000	0.366	0	0.365
	N37 - N38	0	0.000		0	
	N37 - e37	140	0.731		0	
N38	N37 - N38	0	0.000	0.261	0	0.261
	N38 - N43	0	0.000		0	
	N38 - N45	100	0.522		0	
N39	N30 - N39	50	0.261	1.005	0	1.004
	N39 - N40	140	0.731		0	
	N39 - e27	195	1.018		0	
N40	N39 - N40	140	0.731	1.227	0	1.226
	N40 - N41	150	0.783		0	
	N40 - e31	180	0.939		0	

N41	N40 - N41	150	0.783	1.266	0	1.265
	N41 - e29	150	0.783		0	
	N41 - e30	185	0.966		0	
N42	N34 - N42	118	0.616	1.365	0	1.364
	N42 - e28	210	1.096		0	
	N42 - e43	195	1.018		0	
N43	N38 - N43	0	0.000	0.522	0	0.521
	N43 - N44	0	0.000		0	
	N43 - e40	200	1.044		0	
N44	N43 - N44	0	0.000	1.044	0	1.043
	N44 - e41	250	1.305		0	
	N44 - e42	150	0.783		0	
N45	N38 - N45	100	0.522	1.044	0	1.043
	N45 - e38	150	0.783		0	
	N45 - e39	150	0.783		0	
N46	N27 - N46	55	0.287	0.405	8.612	0.404
	N46 - N48	0	0.000		0	
	N46 - N61	100	0.522		0	
N47	N26 - N47	277	1.446	1.663	0	1.662
	N47 - e44	194	1.013		0	
	N47 - e45	166	0.866		0	
N48	N46 - N48	0	0.000	0.376	0	22.937
	N48 - N49	0	0.000		0	
	N48 - e47	144	0.752		22.562	
N49	N48 - N49	0	0.000	0.752	0	0.751
	N49 - N50	0	0.000		0	
	N49 - e48	288	1.503		0	
N50	N49 - N50	0	0.000	0.366	0	0.365
	N50 - N51	0	0.000		0	
	N50 - N117	140	0.731		0	
N51	N50 - N51	0	0.000	0.248	0	0.247
	N51 - N55	50	0.261		0	
	N51 - N64	45	0.235		0	
N52	N117 - N52	210	1.096	2.359	0	2.358
	N52 - e60	250	1.305		0	
	N52 - e61	244	1.273		0	
	N52 - e62	200	1.044		0	
N53	N54 - N53	72	0.376	1.733	0	1.733
	N53 - e58	194	1.013		0	
	N53 - e59	398	2.077		0	
	N117 - N54	226	1.180		0	3.217

N54	N54 - N53	72	0.376	1.039	0	
	N54 - e57	100	0.522		2.178	
N55	N51 - N55	50	0.261	0.614	0	0.614
	N55 - N56	100	0.522		0	
	N55 - e52	85	0.444		0	
N56	N55 - N56	100	0.522	1.370	0	1.37
	N56 - N57	200	1.044		0	
	N56 - e53	225	1.174		0	
N57	N56 - N57	200	1.044	1.827	0	1.827
	N57 - N58	200	1.044		0	
	N57 - e54	300	1.566		0	
N58	N57 - N58	200	1.044	1.566	0	1.566
	N58 - e55	250	1.305		0	
	N58 - e56	150	0.783		0	
N59	N19 - N59	0	0.000	0.496	0	0.496
	N59 - N60	0	0.000		0	
	N59 - e17	190	0.992		0	
N60	N59 - N60	0	0.000	0.809	0	0.809
	N60 - e18	150	0.783		0	
	N60 - e19	160	0.835		0	
N61	N46 - N61	100	0.522	0.522	0	0.522
	N61 - N62	0	0.000		0	
	N61 - e23	100	0.522		0	
N62	N61 - N62	0	0.000	1.102	0	1.102
	N62 - N63	227	1.185		0	
	N62 - e49	195	1.018		0	
N63	N62 - N63	227	1.185	0.971	0	0.971
	N63 - e50	145	0.757		0	
N64	N51 - N64	45	0.235	0.473	0	2.279
	N64 - N65	36	0.188		1.806	
	N64 - e51	100	0.522		0	
N65	N64 - N65	36	0.188	0.507	1.806	0.507
	N65 - N66	50	0.261		0	
	N65 - N67	108	0.564		0	
N66	N65 - N66	50	0.261	0.574	0	0.574
	N66 - N69	70	0.365		0	
	N66 - e63	100	0.522		0	
N67	N65 - N67	108	0.564	1.130	0	1.13
	N67 - N68	175	0.913		0	
	N67 - e64	150	0.783		0	
	N67 - N68	175	0.913		0	0.997

N68	N68 - e65	150	0.783	0.997	0	
	N68 - e66	57	0.297		0	
N69	N66 - N69	70	0.365	0.496	0	0.496
	N69 - N70	30	0.157		0	
	N69 - e67	90	0.470		0	
N70	N69 - N70	30	0.157	0.405	0	0.405
	N70 - N71	50	0.261		0	
	N70 - e68	75	0.391		0	
N71	N70 - N71	50	0.261	0.519	0	2.955
	N71 - N72	52	0.271		0	
	N71 - e118	97	0.506		2.178	
N72	N71 - N72	52	0.271	0.316	0	0.316
	N72 - e117	20	0.104		0	
	N72 - e119	49	0.256		0	
N73	N2 - N73	30	0.156	0.470	0	0.47
	N73 - N74	70	0.365		0	
	N73 - N85	80	0.418		0	
N74	N73 - N74	70	0.365	0.517	0	2.928
	N74- N75	52	0.271		0	
	N74 - N82	76	0.397		2.412	
N75	N74- N75	52	0.271	0.861	0	0.861
	N75- N76	100	0.521		0	
	N75- N80	178	0.929		0	
N76	N75- N76	100	0.521	0.699	0	0.698
	N76 - N77	0	0.000		0	
	N76 - e73	168	0.876		0	
N77	N76 - N77	0	0.000	0.543	0	0.542
	N77 - N78	28	0.146		0	
	N77 - e71	180	0.939		0	
N78	N77 - N78	28	0.146	1.023	0	1.022
	N78 - e69	210	1.096		0	
	N78- e70	154	0.803		0	
N79	N80 - N79	0	0.000	0.402	0	0.401
	N79 - N81	0	0.000		0	
	N79 - e74	154	0.803		0	
N80	N75- N80	178	0.929	0.866	0	0.865
	N80 - N79	0	0.000		0	
	N80 - e75	154	0.803		0	
N81	N79 - N81	0	0.000	1.017	0	1.016
	N81 - e72	200	1.043		0	
	N81 - e76	190	0.991		0	

N82	N74 - N82	76	0.397	0.199	2.412	0.406
	N82 - N83	0	0.000		0	
	N82 - N84	80	0.000		0	
N83	N82 - N83	0	0.000	0.940	0	0.94
	N83 - e77	140	0.731		0	
	N83 - e85	220	1.148		0	
N84	N82 - N84	80	0.000	0.000	0	0.667
	N84 - N90	0	0.000		0	
	N84 - e86	38	0.000		0.36	
N85	N73 - N85	80	0.418	0.744	0	2.55
	N85 - N86	55	0.287		0	
	N85 - e79	150	0.783		1.806	
N86	N85 - N86	55	0.287	1.057	0	1.058
	N86 - N88	50	0.261		0	
	N86 - e80	150	0.783		0	
	N87 - e81	150	0.783		0	
N87	N88 - N87	80	0.417	0.960	0	0.96
	N87 - e82	168	0.877		0	
	N87 - e83	120	0.626		0	
N88	N86 - N88	50	0.261	0.339	0	0.338
	N88 - N87	80	0.417		0	
	N88 - N89	0	0.000		0	
N89	N88 - N89	0	0.000	1.000	0	4.982
	N89 - e78	268	1.399		0	
	N89 - e84	115	0.600		3.984	
N90	N84 - N90	0	0.000	0.757	0	0.757
	N90 - N91	0	0.000		0	
	N90 - e90	290	1.514		0	
N91	N90 - N91	0	0.000	0.574	0	0.574
	N91 - N92	50	0.261		0	
	N91 - e91	170	0.887		0	
N92	N91 - N92	50	0.261	0.600	0	0.6
	N92 - N93	0	0.000		0	
	N92 - e92	180	0.939		0	
N93	N92 - N93	0	0.000	1.044	0	1.044
	N93 - N94	0	0.000		0	
	N93 - e93	200	1.044		0	
	N93 - e94	200	1.044		0	
N94	N93 - N94	0	0.000	0.131	0	0.131
	N94 - N95	50	0.261		0	
	N94 - N108	0	0.000		0	

N95	N94 - N95	50	0.261	0.391	0	2.376
	N95 - N96	0	0.000		1.985	
	N95 - N107	100	0.521		0	
N96	N95 - N96	0	0.000	0.600	1.985	0.6
	N96- N97	0	0.000		0	
	N96 - e89	230	1.200		0	
N97	N96- N97	0	0.000	1.043	0	1.043
	N97 - e87	200	1.043		0	
	N97 - e88	200	1.043		0	
N98	N107 – N98	0	0.000	0.480	0	0.48
	N98 – N99	0	0.000		0	
	N98- e97	184	0.960		0	
N99	N98 – N99	0	0.000	0.407	0	0.407
	N99 – N100	0	0.000		0	
	N99 - e98	156	0.814		0	
N100	N99 – N100	0	0.000	0.506	0	0.506
	N100 – N101	0	0.000		0	
	N100 - e99	194	1.012		0	
N101	N100 – N101	0	0.000	0.517	0	0.517
	N101 - N102	0	0.000		0	
	N101 - e100	198	1.033		0	
N102	N101 - N102	0	0.000	0.407	0	0.407
	N102 - N103	0	0.000		0	
	N102 - e101	156	0.814		0	
N103	N102 - N103	0	0.000	0.438	0	0.438
	N103 - N104	0	0.000		0	
	N103 - e102	168	0.876		0	
N104	N103 - N104	0	0.000	0.480	0	0.48
	N104 - N105	0	0.000		0	
	N104 - e103	184	0.960		0	
N105	N104 - N105	0	0.000	0.475	0	0.475
	N105 - N106	0	0.000		0	
	N105 - e104	182	0.949		0	
N106	N105 - N106	0	0.000	0.712	0	0.712
	N106 - e105	146	0.762		0	
	N106 - e106	127	0.662		0	
N107	N95 - N107	100	0.521	0.668	0	0.668
	N107 – N98	0	0.000		0	
	N107 - e96	156	0.814		0	
N108	N94 - N108	0	0.000	0.000	0	2.178
	N108 – N109	0	0.000		0	

	N108 – N110	0	0.000		2.178	
N109	N108 – N109	0	0.000	0.939	0	0.939
	N109 - e95	180	0.939		0	
	N109- e107	180	0.939		0	
N110	N108 – N110	0	0.000	0.000	2.178	2.877
	N110 - N111	0	0.000		0	
	N110 - e112	51	0.000		2.744	
N111	N110 - N111	0	0.000	0.266	0	0.266
	N111 - N112	0	0.000		0	
	N111 - N113	102	0.532		0	
N112	N111 - N112	0	0.000	0.000	0	0.522
	N112 - N114	0	0.000		0	
	N112 - e110	200	0.000		0	
N113	N111 - N113	102	0.532	0.788	0	0.788
	N113 - N116	0	0.000		0	
	N113 - e109	200	1.043		0	
N114	N112 - N114	0	0.000	1.122	0	1.122
	N114 - N115	0	0.000		0	
	N114 - e115	227	1.184		0	
	N114 - e116	203	1.059		0	
N115	N114 - N115	0	0.000	0.986	0	0.986
	N115 - e113	151	0.788		0	
	N115 - e114	227	1.184		0	
N116	N113 - N116	0	0.000	0.923	0	0.923
	N116 - e108	200	1.043		0	
	N116 - e111	154	0.803		0	
N117	N50 - N117	140	0.731	1.504	0	1.504
	N117 - N52	210	1.096		0	
	N117 - N54	226	1.180		0	
	R - E172	0	0.000	0.000	2.252	2.252
	R - E173	0	0.000	0.000	3.393	3.393
N120	R - N120	0	0.000	1.233	0	3.411
	N120 - N121	72	0.377		2.178	
	N120 - N125	128	0.668		0	
	N120 - e122	272	1.421		0	
N121	N120 - N121	72	0.377	1.029	2.178	1.029
	N121 - N122	125	0.652		0	
	N121 - N124	197	1.028		0	
N122	N121 - N122	125	0.652	1.101	0	1.101
	N123 - N122	177	0.924		0	
	N122 - N128	120	0.626		0	

N123	N124 - N123	125	0.652	1.177	0	1.177
	N123 - N122	177	0.924		0	
	N123 - N127	149	0.778		0	
N124	N121 - N124	197	1.028	1.216	0	1.216
	N124 - N123	125	0.652		0	
	N124 - e123	144	0.752		0	
N125	N120 - N125	128	0.668	0.940	0	0.94
	N125 - N126	54	0.283		0	
	N125 - e121	178	0.929		0	
N126	N125 - N126	54	0.283	0.797	0	0.797
	N126 - N134	103	0.539		0	
	N126 - e124	148	0.772		0	
N127	N123 - N127	149	0.778	1.151		1.151
	N127 - N132	165	0.861		0	
	N127 - e126	127	0.663		0	
N128	N122 - N128	120	0.626	0.854		0.854
	N128 - N129	44	0.230		0	
	N128 - e127	163	0.851		0	
N129	N128 - N129	44	0.230	0.684	0	0.684
	N129 - N130	50	0.261		0	
	N129 - e128	168	0.877		0	
N130	N129 - N130	50	0.261	0.653	0	2.459
	N130 - N131	50	0.261		1.806	
	N130 - e129	150	0.783		0	
N131	N130 - N131	50	0.261	0.235	1.806	2.049
	N132 - N131	40	0.209		0	
	N131 - N138	0	0.000		1.814	
N132	N127 - N132	165	0.861	0.535	0	0.535
	N132 - N131	40	0.209		0	
	N132-N133	0	0.000		0	
N133	N132-N133	0	0.000	0.248	0	2.427
	N133 - N135	95	0.496		0	
	N133 - N137	0	0.000		2.179	
N134	N126 - N134	103	0.539	0.708	0	0.708
	N134 - N135	0	0.000		0	
	N134 - e125	168	0.877		0	
N135	N133 - N135	95	0.496	0.405	0	0.405
	N134 - N135	0	0.000		0	
	N135 - N136	60	0.313		0	
N136	N135 - N136	60	0.313	0.835	0	0.835
	N136 - N142	100	0.522		0	

	N136 - e130	160	0.835		0	
N137	N133 - N137	0	0.000	0.666	2.179	0.666
	N137 - N140	78	0.407		0	
	N137 - e131	177	0.924		0	
N138	N131 - N138	0	0.000	0.444	1.814	0.444
	N139 - N138	0	0.000		0	
	N138 - N148	170	0.887		0	
N139	N140 - N139	0	0.000	0.222	1.131	0.222
	N139 - N138	0	0.000		0	
	N139 - N147	85	0.444		0	
N140	N137 - N140	78	0.407	0.334	0	1.465
	N141 - N140	50	0.261		0	
	N140 - N139	0	0.000		1.131	
N141	N142 - N141	219	1.143	1.015	0	1.015
	N141 - N140	50	0.261		0	
	N141 - N146	120	0.626		0	
N142	N136 - N142	100	0.522	1.456	0	1.456
	N142 - N141	219	1.143		0	
	N142 - N143	119	0.621		0	
	N142 - N145	120	0.626		0	
N143	N142 - N143	119	0.621	0.937	0	1.62
	N143 - N144	0	0.000		0.683	
	N143 - N154	240	1.253		0	
N144	N143 - N144	0	0.000	0.313	0.683	0.879
	N145 - N144	120	0.626		0	
	N144 - N155	0	0.000		0.566	
N145	N142 - N145	120	0.626	1.252	0	1.252
	N145 - N144	120	0.626		0	
	N145 - N146	120	0.626		0	
	N145 - N153	120	0.626		0	
N146	N141 - N146	120	0.626	0.939	0	0.939
	N145 - N146	120	0.626		0	
	N146 - N151	120	0.626		0	
N147	N139 - N147	85	0.444	0.679	0	0.679
	N147 - N148	90	0.470		0	
	N147 - N150	85	0.444		0	
N148	N138 - N148	170	0.887	0.901	0	0.901
	N147 - N148	90	0.470		0	
	N148 - N149	85	0.444		0	
N149	N148 - N149	85	0.444	0.705	0	0.705
	N150 - N149	85	0.444		0	

	N149 - N166	100	0.522		0	
N150	N147 - N150	85	0.444	0.444	0	0.444
	N192 - N150	0	0.000		0	
	N150 - N149	85	0.444		0	
N151	N146 - N151	120	0.626	0.885	0	0.885
	N153 - N151	119	0.621		0	
	N151 - N192	100	0.522		0	
N152	N156 - N152	85	0.444	0.444	0	1.799
	N152 - N157	0	0.000		1.355	
	N152 - N159	85	0.444		0	
N153	N145 - N153	120	0.626	0.932	0	0.932
	N154 - N153	118	0.616		0	
	N153 - N151	119	0.621		0	
N154	N143 - N154	240	1.253	0.935	0	0.935
	N154 - N153	118	0.616		0	
	N154 - N182	0	0.000		0	
N155	N144 - N155	0	0.000	0.287	0.566	0.287
	N155 - N154	55	0.287		0	
	N155 - N161	55	0.287		0	
N156	N182 - N156	90	0.470	0.692	0	0.692
	N156 - N152	85	0.444		0	
	N156 - N160	90	0.470		0	
N157	N152 - N157	0	0.000	0.632	1.355	0.632
	N157 - N158	114	0.595		0	
	N157 - N214	128	0.668		0	
N158	N157 - N158	114	0.595	1.154	0	1.154
	N158 - N214	164	0.856		0	
	N158 - e170	164	0.856		0	
N159	N152 - N159	85	0.444	0.603	0	1.734
	N160 - N159	90	0.470		0	
	N159 - e133	56	0.292		1.131	
N160	N156 - N160	90	0.470	0.940	0	0.94
	N182 - N160	180	0.940		0	
	N160 - N159	90	0.470		0	
N161	N155 - N161	55	0.287	0.666	0	0.666
	N161 - N162	100	0.522		0	
	N161 - N181	100	0.522		0	
N162	N161 - N162	100	0.522	0.392	0	0.861
	N162 - N163	50	0.261		0	
	N162 - N181	180	0.000		0	
	N162 - N163	50	0.261		0	1.262

N163	N163 - N164	0	0.000	0.131	0	
	N163 - N180	0	0.000		1.131	
N164	N163 - N164	0	0.000	0.313	0	0.313
	N164 - N165	50	0.261		0	
	N164 - N179	70	0.365		0	
N165	N164 - N165	50	0.261	0.457	0	3.034
	N165 - N178	125	0.652		0	
	N165 - e134	35	0.000		2.486	
N166	N149 - N166	100	0.522	1.107	0	1.107
	N166 - N167	0	0.000		0	
	N166 - e135	324	1.691		0	
N167	N166 - N167	0	0.000	0.196	0	0.645
	N167 - N168	0	0.000		0.449	
	N167 - N177	75	0.391		0	
N168	N167 - N168	0	0.000	0.846	0.449	9.459
	N168 - N169	0	0.000		8.613	
	N168 - e136	324	1.691		0	
N169	N168 - N169	0	0.000	0.000	8.613	2.355
	N169 - N170	0	0.000		0	
	N169 - N173	0	0.000		2.355	
N170	N169 - N170	0	0.000	0.152	0	0.152
	N170 - N171	58	0.303		0	
	N170 - N172	0	0.000		0	
N171	N170 - N171	58	0.303	0.606	0	0.606
	N171 - e139	58	0.303		0	
	N171 - e140	116	0.605		0	
N172	N170 - N172	0	0.000	0.303	0	0.303
	N172 - e137	58	0.303		0	
	N172 - e138	58	0.303		0	
N173	N169 - N173	0	0.000	0.287	2.355	0.287
	N173 - N174	110	0.574		0	
	N173 - N175	0	0.000		0	
N174	N173 - N174	110	0.574	1.493	0	2.145
	N174 - e144	462	2.411		0	
	N174 - e145	250	0.000		0	
N175	N173 - N175	0	0.000	0.000	0	1.936
	N175 - N176	0	0.000		0	
	N175 - e141	50	0.000		1.806	
N176	N175 - N176	0	0.000	1.269	0	1.269
	N176 - e142	162	0.846		0	
	N176 - e143	324	1.691		0	

N177	N167 - N177	75	0.391	0.457	0	0.457
	N178 - N177	0	0.000		0.566	
	N177 - N190	100	0.522		0	
N178	N165 - N178	125	0.652	0.666	0	1.232
	N179 - N178	130	0.679		0	
	N178 - N177	0	0.000		0.566	
N179	N164 - N179	70	0.365	0.783	0	0.783
	N180 - N179	100	0.522		0	
	N179 - N178	130	0.679		0	
N180	N163 - N180	0	0.000	0.392	1.131	0.392
	N181 - N180	50	0.261		0	
	N180 - N179	100	0.522		0	
N181	N161 - N181	100	0.522	0.392	0	0.861
	N162 - N181	180	0.000		0	
	N181 - N180	50	0.261		0	
N182	N154 - N182	0	0.000	0.705	0	0.705
	N182 - N156	90	0.470		0	
	N182 - N160	180	0.940		0	
N183	N188 - N183	250	1.305	1.618	0	1.618
	N189 - N183	210	1.096		0	
	N183 - N184	160	0.835		0	
N184	N183 - N184	160	0.835	0.702	0	0.702
	N184 - N185	0	0.000		0	
	N184 - N193	109	0.569		0	
N185	N184 - N185	0	0.000	0.809	0	1.043
	N185 - N186	155	0.809		0	
	N185 - e148	155	0.809		0.234	
N186	N185 - N186	155	0.809	1.211	0	2.023
	N186 - N187	100	0.522		0.41	
	N186 - N191	209	1.091		0	
N187	N186 - N187	100	0.522	0.705	0.41	1.226
	N188 - N187	200	0.000		3.161	
	N187 - N191	170	0.887		0	
N188	N189 - N188	250	1.305	1.305	0	4.988
	N188 - N183	250	1.305		0	
	N188 - N187	200	0.000		3.161	
N189	N190 - N189	0	0.000	1.201	2.696	1.201
	N189 - N183	210	1.096		0	
	N189 - N188	250	1.305		0	
N190	N177 - N190	100	0.522	0.392	0	3.088
	N190 - N189	0	0.000		2.696	

	N190 - N205	50	0.261		0	
N191	N186 - N191	209	1.091	1.381	0	1.381
	N187 - N191	170	0.887		0	
	N191 - e146	150	0.783		0	
					0	
N192	N151 - N192	100	0.522	0.261	0	3.732
	N192 - N150	0	0.000		0	
	N192 - e132	30	0.000		3.393	
N193	N184 - N193	109	0.569	1.616	0	1.616
	N193 - e147	300	1.566		0	
	N193 - e171	210	1.096		0	
N194	N201 - N194	0	0.000	0.392	0	0.958
	N194 - N195	0	0.000		0.566	
	N194 - e149	150	0.783		0	
N195	N194 - N195	0	0.000	0.000	0.566	1.408
	N195 - N196	0	0.000		0.234	
	N195 - e151	450	0.000		0	
N196	N195 - N196	0	0.000	2.020	0.234	2.703
	N196 - N197	324	1.691		0.449	
	N196 - e152	450	2.349		0.234	
N197	N196 - N197	324	1.691	0.846	0.449	1.08
	N197 - N198	0	0.000		0.234	
N198	N197 - N198	0	0.000	2.200	0.234	2.2
	N198 - N199	432	2.255		0	
	N198 - e153	411	2.145		0	
N199	N198 - N199	432	2.255	2.255	0	3.601
	N199-N200	216	1.127		0	
	N199 - e154	216	1.127		1.346	
N200	N199-N200	216	1.127	1.127	0	5.764
	N200 - e156	50	0.000		4.165	
	N200 - e155	216	1.127		0.342	
N201	N202 - N201	0	0.000	0.522	2.745	0.522
	N201 - N194	0	0.000		0	
	N201 - e150	200	1.044		0	
N202	N203 - N202	0	0.000	0.392	0	11.984
	N202 - N201	0	0.000		2.745	
	N202 - N207	150	0.783		8.847	
N203	N204 - N203	79	0.412	0.545	0	0.545
	N203 - N202	0	0.000		0	
	N203 - N209	130	0.678		0	
N204	N205 - N204	0	0.000	0.206	0	0.206
	N204 - N203	79	0.412		0	

	N204 - N210	0	0.000		0	
N205	N190 - N205	50	0.261	0.131	0	0.55
	N205 - N204	0	0.000		0	
	N205 - N206	0	0.000		0.419	
N206	N205 - N206	0	0.000	0.000	0.419	2.674
	N206 - e157	50	0.000		0.234	
	N206 - e158	50	0.000		2.179	
N207	N202 - N207	150	0.783	1.310	8.847	1.31
	N207 - N208	214	1.117		0	
	N207 - e159	138	0.720		0	
N208	N207 - N208	214	1.117	0.927	0	0.927
	N208 - e160	82	0.428		0	
	N208 - e161	59	0.308		0	
N209	N203 - N209	130	0.678	1.806	0	1.806
	N209 - e167	76	0.397		0	
	N209 - e168	486	2.537		0	
N210	N204 - N210	0	0.000	1.743	0	1.743
	N210 - N211	238	1.242		0	
	N210 - e162	430	2.244		0	
N211	N210 - N211	238	1.242	1.467	0	1.467
	N211 - N212	0	0.000		0	
	N211 - e163	324	1.691		0	
N212	N211 - N212	0	0.000	1.691	0	1.691
	N212 - N213	324	1.691		0	
	N212 - e164	324	1.691		0	
N213	N212 - N213	324	1.691	2.960	0	2.96
	N213 - e165	324	1.691		0	
	N213 - e166	486	2.537		0	
N214	N157 - N214	128	0.668	1.023	0	1.023
	N158 - N214	164	0.856		0	
	N214 - e169	100	0.522		0	
E1	N3 - e1	50	0.26	0.13	0	0.13
E2	N5 - e2	155	0.809	0.405	0	0.405
E3	N6 - e3	145	0.756	0.378	0	0.378
E4	N7 - e4	155	0.808	0.404	0	0.404
E5	N8 - e5	135	0.705	0.353	0	0.353
E9	N10 - e9	260	1.357	0.679	0	0.679
E10	N10 - e10	118	0.616	0.308	0	0.308
E8	N11 - e8	250	1.305	0.653	0	0.653
E11	N12 - e11	37	0.193	0.097	0	0.097
E6	N13 - e6	100	0.522	0.261	0	0.261

E7	N15 - e7	165	0.861	0.431	0	0.431
E12	N16 - e12	276	1.44	0.72	0	0.72
E13	N16 - e13	304	1.586	0.793	0	0.793
E15	N17 - e15	150	0.783	0.392	0	0.392
E14	N18 - e14	110	0.574	0.287	0	0.287
E16	N19 - e16	190	0.992	0.496	0	0.496
E21	N21 - e21	200	1.044	0.522	0	0.522
E24	N22 - e24	195	1.018	0.509	0	0.509
E25	N23 - e25	180	0.939	0.47	0	0.47
E20	N24 - e20	176	0.918	0.46	0	0.46
E46	N26 - e46	150	0.783	0.392	0	0.392
E22	N27 - e22	150	0.783	0.392	0	0.392
E26	N28 - e26	190	0.992	0.496	0	0.496
E120	N29 - e120	139	0.725	0.363	0	0.363
E32	N31 - e32	165	0.861	0.431	0	0.431
E33	N32 - e33	155	0.809	0.405	0	0.405
E34	N33 - e34	189	0.986	0.493	0	0.493
E35	N35 - e35	160	0.835	0.418	0	0.418
E36	N36 - e36	210	1.096	0.273	0	0.273
E37	N37 - e37	140	0.731	0.366	0	0.366
E27	N39 - e27	195	1.018	0.509	0	0.509
E31	N40 - e31	180	0.939	0.47	0	0.47
E29	N41 - e29	150	0.783	0.392	0	0.392
E30	N41 - e30	185	0.966	0.483	0	0.483
E28	N42 - e28	210	1.096	0.548	0	0.548
E43	N42 - e43	195	1.018	0.509	0	0.509
E40	N43 - e40	200	1.044	0.522	0	0.522
E41	N44 - e41	250	1.305	0.653	0	0.653
E42	N44 - e42	150	0.783	0.392	0	0.392
E38	N45 - e38	150	0.783	0.392	0	0.392
E39	N45 - e39	150	0.783	0.392	0	0.392
E44	N47 - e44	194	1.013	0.507	0	0.507
E45	N47 - e45	166	0.866	0.433	0	0.433
E47	N48 - e47	144	0.752	0.376	0	0.376
E48	N49 - e48	288	1.503	0.752	0	0.752
E60	N52 - e60	250	1.305	0.653	0	0.653
E61	N52 - e61	244	1.273	0.637	0	0.637
E62	N52 - e62	200	1.044	0.522	0	0.522
E58	N53 - e58	194	1.013	0.507	0	0.507
E59	N53 - e59	398	2.077	1.039	0	1.039
E57	N54 - e57	100	0.522	0.261	0	0.261
E52	N55 - e52	85	0.444	0.222	0	0.222

E53	N56 - e53	225	1.174	0.587	0	0.587
E54	N57 - e54	300	1.566	0.783	0	0.783
E55	N58 - e55	250	1.305	0.653	0	0.653
E56	N58 - e56	150	0.783	0.392	0	0.392
E17	N59 - e17	190	0.992	0.496	0	0.496
E18	N60 - e18	150	0.783	0.392	0	0.392
E19	N60 - e19	160	0.835	0.418	0	0.418
E23	N61 - e23	100	0.522	0.261	0	0.261
E49	N62 - e49	195	1.018	0.509	0	0.509
E50	N63 - e50	145	0.757	0.379	0	0.379
E51	N64 - e51	100	0.522	0.261	0	0.261
E63	N66 - e63	100	0.522	0.261	0	0.261
E64	N67 - e64	150	0.783	0.392	0	0.392
E65	N68 - e65	150	0.783	0.392	0	0.392
E66	N68 - e66	57	0.297	0.149	0	0.149
E67	N69 - e67	90	0.47	0.235	0	0.235
E68	N70 - e68	75	0.391	0.196	0	0.196
E118	N71 - e118	97	0.506	0.253	0	0.253
E117	N72 - e117	20	0.104	0.052	0	0.052
E119	N72 - e119	49	0.256	0.128	0	0.128
E73	N76 - e73	168	0.876	0.438	0	0.438
E71	N77 - e71	180	0.939	0.47	0	0.47
E69	N78 - e69	210	1.096	0.548	0	0.548
E70	N78- e70	154	0.803	0.402	0	0.402
E74	N79 - e74	154	0.803	0.402	0	0.402
E75	N80 - e75	154	0.803	0.402	0	0.402
E72	N81 - e72	200	1.043	0.522	0	0.522
E76	N81 - e76	190	0.991	0.496	0	0.496
E77	N83 - e77	140	0.731	0.366	0	0.366
E85	N83 - e85	220	1.148	0.574	0	0.574
E86	N84 - e86	38	0.198	0.099	0	0.099
E79	N85 - e79	150	0.783	0.392	0	0.392
E80	N86 - e80	150	0.783	0.392	0	0.392
E81	N87 - e81	150	0.783	0.392	0	0.392
E82	N87 - e82	168	0.877	0.439	0	0.439
E83	N87 - e83	120	0.626	0.313	0	0.313
E78	N89 - e78	268	1.399	0.7	0	0.7
E84	N89 - e84	115	0.6	0.3	0	0.3
E90	N90 - e90	290	1.514	0.757	0	0.757
E91	N91 - e91	170	0.887	0.444	0	0.444
E92	N92 - e92	180	0.939	0.47	0	0.47
E93	N93 - e93	200	1.044	0.522	0	0.522

E94	N93 - e94	200	1.044	0.522	0	0.522
E89	N96 - e89	230	1.2	0.6	0	0.6
E87	N97 - e87	200	1.043	0.522	0	0.522
E88	N97 - e88	200	1.043	0.522	0	0.522
E97	N98- e97	184	0.96	0.48	0	0.48
E98	N99 - e98	156	0.814	0.407	0	0.407
E99	N100 - e99	194	1.012	0.506	0	0.506
E100	N101 - e100	198	1.033	0.517	0	0.517
E101	N102 - e101	156	0.814	0.407	0	0.407
E102	N103 - e102	168	0.876	0.438	0	0.438
E103	N105 - e103	184	0.96	0.48	0	0.48
E104	N105 - e104	182	0.949	0.475	0	0.475
E105	N106 - e105	146	0.762	0.381	0	0.381
E106	N106 - e106	127	0.662	0.331	0	0.331
E96	N107 - e96	156	0.814	0.407	0	0.407
E95	N109 - e95	180	0.939	0.47	0	0.47
E107	N109- e107	180	0.939	0.47	0	0.47
E112	N110 - e112	51	0.266	0.133	0	0.133
E110	N112 - e110	200	1.044	0.522	0	0.522
E109	N113 - e109	200	1.043	0.522	0	0.522
E115	N114 - e115	227	1.184	0.592	0	0.592
E116	N114 - e116	203	1.059	0.53	0	0.53
E113	N115 - e113	151	0.788	0.394	0	0.394
E114	N115 - e114	227	1.184	0.592	0	0.592
E108	N116 - e108	200	1.043	0.522	0	0.522
E111	N116 - e111	154	0.803	0.402	0	0.402
E122	N120 - e122	272	1.421	0.711	0	0.711
E123	N124 - e123	144	0.752	0.376	0	0.376
E121	N125 - e121	178	0.929	0.465	0	0.465
E124	N126 - e124	148	0.772	0.386	0	0.386
E126	N127 - e126	127	0.663	0.332	0	0.332
E127	N128 - e127	163	0.851	0.426	0	0.426
E128	N129 - e128	168	0.877	0.439	0	0.439
E129	N130 - e129	150	0.783	0.392	0	0.392
E125	N134 - e125	168	0.877	0.439	0	0.439
E130	N136 - e130	160	0.835	0.418	0	0.418
E131	N137 - e131	177	0.924	0.462	0	0.462
E170	N158 - e170	164	0.856	0.428	0	0.428
E133	N159 - e133	56	0.292	0.146	0	0.146
E134	N165 - e134	35	0.183	0.091	0	0.091
E135	N166 - e135	324	1.691	0.846	0	0.846
E136	N168 - e136	324	1.691	0.846	0	0.846

E139	N171 - e139	58	0.303	0.152	0	0.152
E140	N171 - e140	116	0.605	0.303	0	0.303
E137	N172 - e137	58	0.303	0.152	0	0.152
E138	N172 - e138	58	0.303	0.152	0	0.152
E144	N174 - e144	462	2.411	1.206	0	1.206
E145	N174 - e145	250	1.305	0.652	0	0.652
E141	N175 - e141	50	0.261	0.13	0	0.13
E142	N176 - e142	162	0.846	0.423	0	0.423
E143	N176 - e143	324	1.691	0.846	0	0.846
E148	N185 - e148	155	0.809	0.405	0	0.405
E146	N191 - e146	150	0.783	0.392	0	0.392
E132	N192 - e132	30	0.157	0.078	0	0.078
E147	N193 - e147	300	1.566	0.783	0	0.783
E171	N193 - e171	210	1.096	0.548	0	0.548
E149	N194 - e149	150	0.783	0.392	0	0.392
E151	N195 - e151	450	2.349	1.174	0	1.174
E152	N196 - e152	450	2.349	1.175	0	1.175
E153	N198 - e153	411	2.145	1.073	0	1.073
E154	N199 - e154	216	1.127	0.564	0	0.564
E156	N200 - e156	50	0.261	0.13	0	0.13
E155	N200 - e155	216	1.127	0.564	0	0.564
E150	N201 - e150	200	1.044	0.522	0	0.522
E157	N206 - e157	50	0.261	0.13	0	0.13
E158	N206 - e158	50	0.261	0.13	0	0.13
E159	N207 - e159	138	0.72	0.36	0	0.36
E160	N208 - e160	82	0.428	0.214	0	0.214
E161	N208 - e161	59	0.308	0.154	0	0.154
E167	N209 - e167	76	0.397	0.199	0	0.199
E168	N209 - e168	486	2.537	1.269	0	1.269
E162	N210 - e162	430	2.244	1.122	0	1.122
E163	N211 - e163	324	1.691	0.846	0	0.846
E164	N212 - e164	324	1.691	0.846	0	0.846
E165	N213 - e165	324	1.691	0.846	0	0.846
E166	N213 - e166	486	2.537	1.269	0	1.269
E169	N214 - e169	100	0.522	0.261	0	0.261

III.11 Conclusion

A travers ce chapitre, on a déterminé l'estimation des besoins en eau qui sert comme donnée de base pour le calcul des débits aux nœuds et en routes. Ces calculs nous permettent de faire une simulation hydraulique sur le logiciel Epanet, ce qui va être traité dans le chapitre suivant.

Chapitre IV

Simulation

hydraulique du

réseau de

distribution

IV.1 Introduction

Pour satisfaire aux exigences légales et aux attentes du public, les entreprises qui gèrent les services de distribution d'eau expriment une demande toujours plus grande pour une compréhension améliorée des déplacements et des transformations de l'eau dans leurs systèmes de distribution.

EPANET est un modèle de simulation informatique qui y contribue. Il prédit le comportement hydraulique dynamique et qualitatif de l'eau dans un système de distribution d'eau potable sur une longue durée.

IV.2 Présentation de l'EPANET

EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression. Le logiciel calcule le débit dans chaque tuyau, la pression en chaque nœud, le niveau de l'eau dans les réservoirs et la concentration en substances chimiques dans les différentes parties du réseau au cours d'une durée de simulation divisée en plusieurs étapes.

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

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

IV.3 Etapes de l'utilisation d'EPANET

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

- Dessiner un réseau représentant le système de distribution ou importer une description de base du réseau enregistrée dans un fichier au format texte.
- Saisir les propriétés des éléments du réseau.

- Décrire le fonctionnement de système.
- Sélectionner un ensemble d'options de simulation.
- Lancer une simulation hydraulique ou une analyse de la qualité.
- Visualiser les résultats d'une simulation.

IV.4 Données saisies

- ✚ Longueurs des conduites.
- ✚ Diamètre des conduites.
- ✚ Altitudes des nœuds.
- ✚ Demande de bases des nœuds.

IV.5 Simulation du réseau de distribution existant

La simulation de réseau de distribution de la région d'étude est représentée sur la figure VI.1.

Les résultats de calcul de réseau existant sont représentés dans le tableau VI.1 et VI.2.

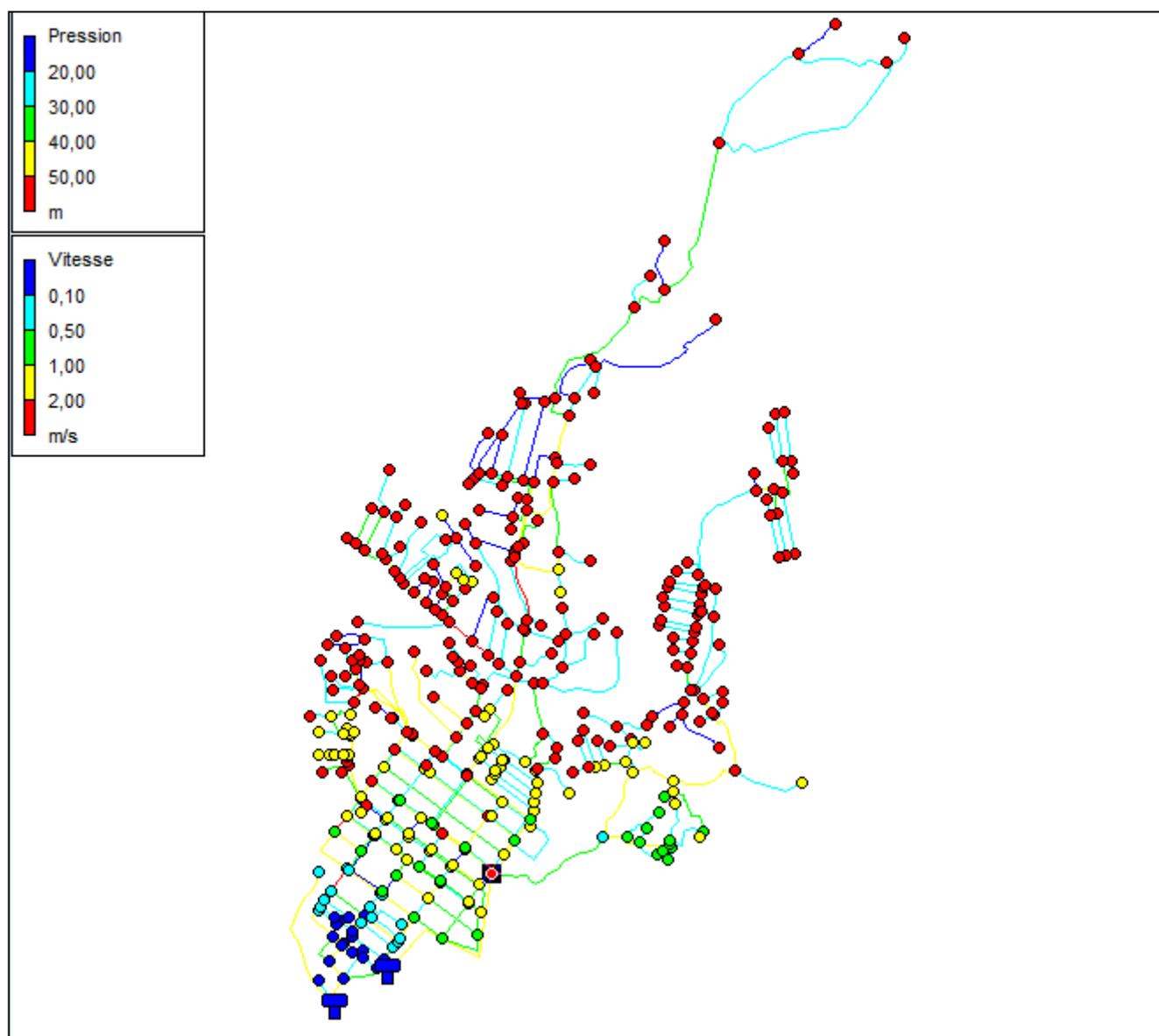


Figure IV.1. Simulation du réseau de distribution existant.

Tableau IV.1. Résultat du réseau de distribution existant.

état des Nœuds du Réseau							
Nœud	Demande Base (l/s)	Charge (m)	Pression (m)	Nœud	Demande Base (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
N2	4,07	496,97	29,97	N100	0,506	486,93	57,93
N3	0,696	496,39	38,39	E99	0,506	486,9	67,9
E1	0,13	496,28	40,28	N101	0,517	486,92	57,92
N5	0,796	496,15	42,15	E100	0,517	486,9	67,9
E2	0,405	494,83	41,83	N102	0,407	486,91	57,91
N6	0,378	496,15	42,15	E101	0,407	486,87	65,87
E3	0,378	495,07	43,07	N103	0,438	486,57	62,57

N7	0,404	496,14	43,14	E102	0,438	486,52	67,52
E4	0,404	495,02	44,02	N104	0,48	486,49	63,49
N8	0,353	496,12	44,12	E103	0,48	486,43	67,43
E5	0,353	495,32	45,32	N105	0,475	486,46	64,46
N9	0,261	496,12	46,12	E104	0,475	486,41	66,41
N10	1,166	496,09	52,09	N106	0,712	486,31	67,31
e10	0,308	495,41	43,41	E105	0,381	486,28	67,28
E9	0,679	494,53	53,53	N107	0,668	487	57
N11	1,357	496,08	48,08	E96	0,407	486,99	59,99
E8	0,653	495,97	46,97	N108	2,178	486,5	58,5
N12	0,605	495,39	45,39	N109	0,939	486,37	58,37
E11	0,097	495,24	54,24	E95	0,47	486,23	63,23
N13	0,261	494,78	43,78	E107	0,47	486,27	64,27
E6	0,261	494,55	42,55	N110	2,877	485,8	77,8
N14	0,647	494,68	43,68	E112	0,133	485,79	83,79
N15	3,506	494,39	44,39	N111	0,266	485,02	75,02
E7	0,431	493,84	42,84	N112	0,522	484,84	74,84
N16	2,492	492,21	48,21	E110	0,522	484,72	76,72
E12	0,72	492,2	46,2	N113	0,788	483,71	73,71
E13	0,793	492,17	52,17	E109	0,522	483,63	73,63
N17	1,61	495,02	57,02	E115	0,592	484,37	94,37
E15	0,392	494,52	54,52	E116	0,53	484,32	94,32
N18	1,061	494,18	59,18	N115	0,986	484,21	87,21
E14	0,287	493,1	57,1	E113	0,394	484,18	83,18
N19	0,495	494,16	61,16	E114	0,592	484,17	94,17
E16	0,496	492,75	74,75	N116	0,923	483,55	73,55
N20	0,547	493,71	60,71	E108	0,522	483,47	73,47
N21	0,521	493,64	63,64	E111	0,402	483,53	77,53
E21	0,522	493,17	63,17	N117	1,504	464,11	55,1
N22	0,82	493,7	64,7	E172	2,252	520,4	8,4
E24	0,509	493,16	65,16	E173	3,393	508,49	27,49
N23	0,861	489,17	61,17	N120	3,411	520,27	8,27
E25	0,47	488,67	63,67	E122	0,711	520,01	14,01
N24	0,46	493,49	65,49	N121	1,029	519,78	11,78
E20	0,46	493,09	62,09	N122	1,101	518,72	13,72
N25	0,225	493,02	65,02	N123	1,177	519,28	14,28
N26	1,113	492,99	64,99	E123	0,376	519,35	11,35
E46	0,392	492,42	75,42	N125	0,94	520,11	17,11
N27	9,372	489,68	63,68	N126	0,797	520,07	19,07

E22	0,392	489,63	64,63	E124	0,386	520,02	16,02
N28	1,25	482,57	56,57	N127	1,151	518,48	15,48
E26	0,496	482,56	58,56	E126	0,332	518,45	17,45
N29	2,116	474,93	54,93	N128	0,854	518,09	24,09
E120	0,363	474,7	55,7	E127	0,426	518,02	17,02
N30	0,261	472,98	52,98	N129	0,684	517,85	23,85
N31	0,717	472,17	54,17	E128	0,439	517,79	19,79
E32	0,431	472,17	54,17	N130	2,459	517,49	24,49
N32	0,978	470,97	55,97	N131	2,049	516,97	23,97
E33	0,405	470,97	54,97	N132	0,535	517,81	19,81
N33	0,78	469,88	56,88	N133	2,427	517,81	19,81
E34	0,493	469,88	54,88	N134	0,708	520	23
N34	0,307	468,98	56,98	E125	0,439	519,87	23,87
N35	0,417	468,79	59,79	N135	0,405	519,72	29,72
E35	0,418	466,66	50,66	N136	0,835	519,61	29,61
N36	0,274	468,56	62,56	N137	0,666	517,68	27,68
E36	0,273	468,34	56,34	E131	0,462	517,55	28,55
N37	0,365	467,64	65,64	N138	0,444	515,63	25,63
E37	0,366	467,28	62,28	N139	0,222	515,63	25,63
N38	0,261	467,3	74,3	N140	1,465	517,57	26,57
N39	1,004	472,63	52,63	N141	1,015	517,61	26,61
E27	0,509	472,43	51,43	N142	1,456	519,35	30,35
N40	1,226	472,47	53,47	N143	1,62	518,93	34,93
N41	1,265	469,13	46,13	N144	0,879	518,33	39,33
E29	0,392	468,88	42,88	N145	1,252	519,29	41,29
E30	0,483	469,01	43,01	N146	0,939	517,6	38,6
N42	1,364	468,66	50,66	N147	0,679	515,17	35,17
E28	0,548	468,65	53,65	N148	0,901	513,35	34,35
E43	0,509	468,65	48,65	N149	0,705	512,29	40,29
N43	0,521	466,91	83,91	N150	0,444	514,83	42,83
E40	0,522	465,09	89,09	N151	0,885	517,38	41,38
N44	1,043	466,81	94,81	N152	1,799	515,37	38,37
E42	0,392	466,81	96,81	N153	0,932	518,04	41,04
E41	0,653	464,33	98,33	N154	0,935	517,66	40,66
N45	1,043	467,04	87,04	N155	0,287	518,09	43,09
E38	0,392	466,9	86,9	N156	0,692	516,08	39,08
E39	0,392	466,49	96,49	N157	0,632	514,73	44,73
N47	1,662	492,49	77,49	N158	1,154	514,48	46,48
E44	0,507	492,48	80,48	N159	1,734	515,44	43,44

E45	0,433	492,48	76,48	E133	0,146	515,34	48,34
N48	22,937	468,99	52,99	N160	0,94	515,96	41,96
E47	0,376	468,89	54,89	N161	0,666	517,87	45,87
N49	0,751	468,85	52,85	N162	0,861	515,67	41,67
E48	0,752	467,64	57,64	N164	0,313	513,58	43,58
N50	0,365	468,75	52,75	N165	3,034	512,68	44,68
N51	0,247	467,45	55,45	E134	0,091	512,63	47,63
N52	2,358	463,77	52,77	N166	1,107	511,84	46,84
E60	0,653	463,76	55,76	E135	0,846	507,65	54,65
E61	0,637	463,77	51,77	N167	0,645	511,71	46,71
E62	0,522	463,77	54,77	N168	9,459	510,1	58,1
N53	1,733	462,14	56,14	E136	0,846	509,1	59,1
E58	0,507	462,14	58,14	N169	2,355	508,91	57,91
E59	1,039	462,08	52,08	N170	0,152	491,24	41,24
N54	3,217	462,2	55,2	N171	0,606	490,27	42,27
N55	0,614	466,97	58,97	E139	0,152	490,27	41,27
E52	0,222	466,97	67,97	E140	0,303	490,22	44,22
N56	1,37	466,63	56,63	N172	0,303	491,2	41,2
E53	0,587	466,61	72,61	E137	0,152	491,19	42,19
N57	1,827	466,33	58,33	E138	0,152	491,19	42,19
E54	0,783	466,29	71,29	N173	0,287	487,72	43,72
N58	1,566	466,26	58,26	N174	2,145	486,76	48,76
E56	0,392	466,25	70,25	E145	0,652	486,2	50,2
E55	0,653	466,22	70,22	E144	1,206	484,9	47,9
N59	0,496	494,03	64,03	N175	1,936	487,62	43,62
E17	0,496	493,41	67,41	E141	0,13	487,53	48,53
N60	0,809	493,96	62,96	N176	1,269	487,56	46,56
E18	0,392	493,63	83,63	E142	0,423	487,47	44,47
E19	0,418	493,73	64,73	E143	0,846	487,35	44,35
N61	0,522	462,59	46,59	N177	0,457	511,54	51,54
N62	1,102	460,71	50,71	N178	1,232	512,63	50,63
E49	0,509	460,57	55,57	N179	0,783	513,59	48,59
N63	0,971	458,87	58,87	N180	0,392	514,56	50,56
E50	0,379	458,82	66,82	N181	0,861	515,65	50,65
N64	2,279	461,44	63,44	N182	0,705	517,51	40,51
E51	0,261	461,4	75,4	N183	1,618	502,65	37,65
N65	0,507	458,77	64,77	N184	0,702	499,84	36,84
N66	0,574	458,12	66,12	N185	1,043	499,35	36,35
E63	0,261	458,11	67,11	E148	0,405	499,18	46,18

N67	1,13	458,6	71,6	N186	2,023	499,16	37,16
E64	0,392	458,59	77,59	N187	1,226	499,29	44,29
N68	0,997	458,53	77,53	N188	4,988	502,57	44,57
E65	0,392	458,45	71,45	N189	1,201	507,67	51,67
E66	0,149	458,52	104,52	N190	3,088	510,88	58,88
N69	0,496	455,82	89,82	N191	1,381	499,12	44,12
E67	0,235	455,71	102,71	E146	0,392	498,96	43,96
N70	0,405	455,38	105,38	N192	3,732	514,86	42,86
E68	0,196	455,38	104,38	E132	0,078	514,76	35,76
N71	2,955	453,84	153,84	N193	1,616	498,22	43,22
E118	0,253	451,06	178,06	E171	0,548	498,21	41,21
N72	0,316	453,35	188,35	E147	0,783	498	43
E117	0,052	453,32	196,32	N194	0,958	508,31	62,31
E119	0,128	453,02	177,02	E149	0,392	508,28	58,28
N73	0,47	496,54	28,54	N195	1,408	507,36	67,36
N74	2,928	494,83	45,83	E151	1,174	484,55	59,55
N75	0,861	494,79	47,79	N196	2,703	506,84	64,84
N76	0,698	494,16	49,16	E152	1,175	499,14	65,14
E73	0,438	494,12	55,12	N197	1,08	506,04	73,04
N77	0,542	493,99	48,99	N198	2,2	504,92	70,92
E71	0,47	493,93	54,93	E153	1,073	504,86	74,86
N78	1,022	493,94	50,94	N199	3,601	503,76	73,76
E70	0,402	493,91	53,91	E154	0,564	503,73	75,73
E69	0,548	493,91	51,91	N200	5,764	502,82	74,82
N79	0,401	494,78	52,78	E155	0,564	502,81	75,81
E74	0,402	494,74	51,74	E156	0,13	502,75	78,75
N80	0,865	494,78	48,78	N201	0,522	508,67	60,67
E75	0,402	494,25	49,25	E150	0,522	508,64	54,64
N81	1,016	494,77	58,77	N202	11,984	510	63
E72	0,522	494,7	59,7	N203	0,545	510,03	63,03
E76	0,496	494,71	56,71	N204	0,206	510,26	65,26
N82	0,406	493,01	47,01	N205	0,55	510,28	64,28
N83	0,94	488,18	40,18	N206	2,674	510,26	68,26
E77	0,366	487,92	38,92	E157	0,13	510,26	68,26
E85	0,574	485,44	35,44	E158	0,13	510,26	66,46
N84	0,667	490,5	50,5	N207	1,31	500,12	70,12
E86	0,099	490,37	42,37	E159	0,36	500,1	72,1
N85	2,55	494,16	31,16	N208	0,927	499,69	81,69
E79	0,392	493,8	36,8	E161	0,154	499,69	84,69

N86	1,058	493,26	32,26	E160	0,214	499,68	84,68
E80	0,392	492,89	34,89	N209	1,806	500,46	71,46
E81	0,392	492,69	31,69	E167	0,199	500,46	71,46
N87	0,96	492,04	35,04	E168	1,269	500,33	78,33
E82	0,439	491,72	33,72	N210	1,743	504,09	70,09
E83	0,313	491,84	39,84	E162	1,122	504,02	81,02
N88	0,338	492,05	35,05	N211	1,467	500,63	71,63
N89	4,982	491,88	39,88	E163	0,846	500,31	68,31
E84	0,3	491,22	40,22	N212	1,691	499,12	74,12
E78	0,7	491,83	40,83	E164	0,846	498,71	70,71
N90	0,757	488,23	58,23	N213	2,96	498,67	75,67
E90	0,757	488,17	58,17	E165	0,846	498,65	77,65
N91	0,574	488,19	58,19	N214	1,023	514,46	52,46
E91	0,444	488,17	58,17	E169	0,261	514,36	44,36
N92	0,6	487,65	57,65	N4	0,391	496,16	39,16
E92	0,47	487,62	57,62	E31	0,47	472,46	56,46
N93	1,044	487,28	57,28	N46	0,404	471,15	55,15
E93	0,522	487,04	58,04	E57	0,261	462,19	62,19
E94	0,522	486,94	62,94	E23	0,261	462,56	41,56
N94	0,131	487,1	57,1	E106	0,331	486,29	69,29
N95	2,376	487,08	57,08	N114	1,122	484,41	94,41
N96	0,6	487,06	58,06	E121	0,465	520,08	13,08
E89	0,6	487,06	57,06	E129	0,392	517,42	19,42
N97	1,043	487,06	58,06	E130	0,418	519,51	28,51
E87	0,522	487,06	52,06	E170	0,428	513,99	41,99
E88	0,522	487,06	51,06	N163	1,262	514,53	48,53
N98	0,48	486,97	57,97	E166	1,269	498,6	78,6
E97	0,48	486,94	61,94	N124	1,216	519,38	12,38
N99	0,407	486,94	57,94	Réservoir R- OLIVER1000		497,95	4
E98	0,407	486,92	61,92	Réservoir R- PARC1000		520,99	3

Tableau IV.2. .État des arcs du réseau de distribution existant.

état des Arcs du Réseau							
Arc	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Arc	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)
P1	450	200,42	1,26	P205	79,2	0,52	0,1
P2	352,6	130,84	1,34	P206	176,2	5,02	0,21
P3	34	0,13	0,14	P207	63,8	0,41	0,13
P4	352,6	130,02	1,33	P208	79,2	4,21	0,85
p6	34	0,41	0,45	P209	63,8	0,44	0,14
p7	352,6	114,78	1,18	P210	96,8	3,33	0,45
p5	278,2	14,85	0,24	P211	63,8	0,48	0,15
p8	34	0,1	0,11	P212	96,8	2,37	0,32
p10	278,2	13,65	0,22	P213	63,8	0,48	0,15
p9	34	0,38	0,42	P214	63,8	1,42	0,45
p11	278,2	12,89	0,21	P215	63,8	0,38	0,12
p12	34	0,4	0,44	P216	63,8	0,33	0,1
p13	278,2	12,08	0,2	P217	176,2	15,75	0,65
p14	34	0,35	0,39	P218	53,6	1,88	0,83
p15	278,2	11,38	0,19	P219	53,6	0,47	0,21
p16	79,2	2,15	0,44	P220	53,6	0,47	0,21
p17	34	0,68	0,75	P227	176,2	11,69	0,48
p18	34	0,31	0,34	P228	96,8	0,13	0,02
p19	176,2	8,96	0,37	P229	96,8	8,68	1,18
p20	63,8	0,65	0,2	P230	96,8	5,26	0,71
p21	278,2	114,08	1,88	P231	63,8	0,52	0,16
p22	34	0,26	0,29	P232	63,8	3,16	0,99
p23	278,2	113,55	1,87	P233	63,8	0,52	0,16
p24	278,2	108,9	1,79	P234	63,8	1,85	0,58
p25	34	0,43	0,47	P235	63,8	0,4	0,13
p26	79,2	4,01	0,81	P236	63,8	0,52	0,16
p27	79,2	0,72	0,15	P237	96,8	4,22	0,57
p28	79,2	0,79	0,16	P238	79,2	0,59	0,12
p29	96,8	6,95	0,94	P239	63,8	0,53	0,17
p30	34	0,39	0,43	P240	63,8	1,97	0,62
p31	96,8	4,95	0,67	P241	53,6	0,39	0,17
p32	352,6	104,96	1,07	P242	79,2	0,59	0,12
p33	34	0,29	0,32	p243	79,2	2,25	0,46
p34	141	3,6	0,23	p244	63,8	3,39	1,06
p35	42,6	0,5	0,35	p245	352,6	171,69	1,76
p36	352,6	78,06	0,8	p246	53,6	0,71	0,32

p37	42,6	0,52	0,37	p247	278,2	94,65	1,56
p38	352,6	26,36	0,27	p248	352,6	72,91	0,75
p39	42,6	0,51	0,36	P249	63,8	0,47	0,15
p40	96,8	25,03	3,4	P250	96,8	7,03	0,96
p41	42,6	0,47	0,33	P253	220,4	-74,64	1,96
p42	352,6	77,01	0,79	P254	352,6	71,51	0,73
p43	42,6	0,46	0,32	P255	63,8	0,39	0,12
p44	141	76,1	4,87	P256	96,8	9,18	1,25
p45	96,8	4,11	0,56	P257	53,6	0,33	0,15
p46	42,6	0,39	0,28	P258	278,2	80,58	1,33
p47	141	71,76	4,6	P259	53,6	0,43	0,19
p48	53,6	0,39	0,17	P260	220,4	79,3	2,08
p49	96,8	23,7	3,22	P261	53,6	0,44	0,19
p50	96,8	0,5	0,07	P262	220,4	78,17	2,05
p51	96,8	21,95	2,98	P263	53,6	0,39	0,17
p52	53,6	0,36	0,16	P264	220,4	75,32	1,97
p53	96,8	19,47	2,65	P265	96,8	-5,66	0,77
p54	96,8	13,86	1,88	P266	96,8	1,5	0,2
p55	96,8	0,43	0,06	P267	352,6	70,33	0,72
p56	96,8	12,72	1,73	P268	53,6	0,44	0,19
p57	96,8	0,41	0,06	P269	96,8	7,69	1,05
p58	96,8	11,33	1,54	P270	220,4	69,18	1,81
p59	96,8	0,49	0,07	P271	79,2	5,13	1,04
p60	96,8	10,06	1,37	P272	220,4	63,64	1,67
p61	96,8	7,33	1	P273	53,6	0,42	0,19
p62	34	0,42	0,46	P274	96,8	4,21	0,57
p63	96,8	6,5	0,88	P275	53,6	0,46	0,2
p64	42,6	0,27	0,19	P276	220,4	78,93	2,07
p65	79,2	5,95	1,21	P277	141	6,49	0,42
p66	34	0,37	0,4	P278	96,8	-8,96	1,22
p67	79,2	5,22	1,06	P279	96,8	-7,35	1
p68	96,8	5,35	0,73	P280	96,8	-8,42	1,14
p69	42,6	0,51	0,36	P281	220,4	37,18	0,97
p70	96,8	3,84	0,52	P283	220,4	72	1,89
P71	96,8	0,47	0,06	P284	220,4	31,53	0,83
P72	42,6	2,14	1,5	P285	79,2	-2,88	0,59
P73	42,6	0,39	0,28	P286	79,2	4,93	1
P74	42,6	0,48	0,34	P287	220,4	15,34	0,4
P75	96,8	2,42	0,33	P288	278,2	62,39	1,03
P76	96,8	0,55	0,07	P289	34	0,06	0,06

P77	96,8	0,51	0,07	P291	96,8	3,08	0,42
P78	79,2	3,13	0,64	P292	141	15,22	0,97
P79	34	0,52	0,57	P293	96,8	9,62	1,31
P80	79,2	2,09	0,42	P294	220,4	80,72	2,12
P81	79,2	0,39	0,08	P295	79,2	-6,8	1,38
P82	34	0,65	0,72	P296	79,2	-2,33	0,47
P83	79,2	1,83	0,37	P297	96,8	4,92	0,67
P84	42,2	0,39	0,28	P298	34	0,08	0,09
P85	42,6	0,39	0,28	P299	79,2	-6,14	1,25
P86	141	62	3,97	P300	96,8	4,05	0,55
P87	141	57,85	3,7	P301	79,2	-2,97	0,6
P88	53,6	3,74	1,66	P302	79,2	2,37	0,48
P89	96,8	2,6	0,35	P304	79,2	-4,06	0,82
P90	96,8	0,51	0,07	P303	220,4	33,54	0,88
P91	96,8	0,43	0,06	P305	79,2	4,02	0,82
P93	141	34,54	2,21	P306	79,2	9,51	1,93
P95	141	33,04	2,12	P307	79,8	6,27	1,25
P97	141	20,24	1,3	P308	79,2	4,79	0,97
P96	96,8	12,43	1,69	P309	220,4	29,2	0,77
P94	42,6	0,75	0,53	P310	79,2	3,9	0,79
P92	42,6	0,38	0,26	P311	79,2	3,5	0,71
P98	96,8	4,17	0,57	P312	278,2	86,82	1,43
P99	96,8	0,65	0,09	P313	79,2	1,22	0,25
P100	96,8	0,64	0,09	p314	34	0,26	0,29
P101	96,8	0,52	0,07	p315	34	-0,07	0,07
P102	96,8	0,51	0,07	P316	34	0,43	0,47
P103	79,2	1,04	0,21	P317	79,2	-1,65	0,33
P105	79,2	0,26	0,05	P318	79,2	-1,39	0,28
P106	96,8	8,01	1,09	P319	34	0,15	0,16
p107	96,8	3,28	0,45	P320	79,2	-3,27	0,66
p104	96,8	6,76	0,92	P321	34	-0,19	0,21
p108	141	0,22	0,01	P322	79,2	-4,02	0,82
p109	96,8	7,18	0,98	P323	79,2	6,25	1,27
p110	96,8	0,59	0,08	P324	79,2	4,91	1
p111	96,8	5,22	0,71	P325	79,2	4,48	0,91
p112	96,8	0,78	0,11	P326	79,2	4,22	0,86
p113	96,8	2,61	0,35	P327	34	0,09	0,1
p114	96,8	0,39	0,05	P328	141	84,87	5,44
p115	96,8	0,65	0,09	P329	34	0,85	0,93
p116	96,8	2,61	0,35	P330	141	23,37	1,5

p117	42,6	0,5	0,35	P331	42,6	0,85	0,59
p118	96,8	1,62	0,22	P332	79,2	13,07	2,65
p119	42,6	0,39	0,28	P333	42,6	10,71	7,52
p120	42,6	0,42	0,29	P334	42,6	1,06	0,74
p121	53,6	0,26	0,12	P335	42,2	0,15	0,11
p122	53,6	2,96	1,31	P336	42,6	0,3	0,21
p123	53,6	0,51	0,23	P337	42,6	0,61	0,43
p124	53,6	1,35	0,6	P338	42,6	0,15	0,11
p125	96,6	11,98	1,63	P339	42,6	0,15	0,11
p126	53,6	0,38	0,17	P340	79,2	8,89	1,81
p127	53,6	0,26	0,12	P341	79,2	4,6	0,93
p128	96,6	9,44	1,29	P342	79,2	2,54	0,52
p129	96,8	3,06	0,42	P343	42,6	0,42	0,3
p130	96,8	5,87	0,8	P344	42,6	0,85	0,59
p131	96,8	0,26	0,04	P345	34	0,13	0,14
p132	96,8	1,54	0,21	P346	79,2	4	0,81
p133	96,6	0,39	0,05	P347	42,6	1,21	0,85
p134	96,8	5,04	0,68	P348	42,6	0,65	0,46
p135	53,6	0,39	0,17	P349	278,2	60,85	1
p136	79,2	0,15	0,03	P350	141	-19,7	1,26
p137	42,6	0,23	0,16	P351	79,2	-1,09	0,22
p138	96,8	4,3	0,58	P352	141	-19,84	1,27
p139	96,8	0,2	0,03	P353	34	0,05	0,05
p140	96,8	3,7	0,5	P354	141	-20,67	1,32
p141	53,6	0,5	0,22	P355	79,2	0,84	0,17
p142	34	0,05	0,06	P356	141	-21,9	1,4
p143	34	0,13	0,14	P357	79,2	-0,49	0,1
p144	34	0,25	0,28	P358	141	-22,28	1,43
p145	352,6	65,5	0,67	P359	79,2	-0,81	0,17
p146	220,4	52,22	1,37	P360	79,2	6,65	1,35
p147	176,2	9,09	0,37	P361	79,2	3	0,61
p148	79,2	4,12	0,84	P362	53,6	0,41	0,18
p149	63,8	0,44	0,14	P363	79,2	1,56	0,32
p150	79,2	2,98	0,61	P364	79,2	-1,07	0,22
p151	63,8	0,47	0,15	P365	278,2	80,09	1,32
p152	79,2	1,97	0,4	P366	79,2	-3,47	0,7
p153	63,8	0,4	0,13	P367	79,6	-7,64	1,54
p154	63,8	0,55	0,17	P368	79,6	-9,08	1,83
p155	176,2	4,1	0,17	P369	141	-17,93	1,15
p156	34	0,4	0,44	P370	79,2	0,61	0,12

p157	176,2	2,84	0,12	P371	79,2	1,17	0,24
p158	63,8	0,4	0,13	P372	34	0,39	0,43
p159	141	2,03	0,13	P373	79,2	2,95	0,6
p160	63,8	0,52	0,16	P374	79,2	0,55	0,11
p161	63,8	0,5	0,16	P375	79,2	0,78	0,16
p162	96,8	12,82	1,74	P376	220,4	59,08	1,55
p163	42,6	0,39	0,28	P377	220,4	55,59	1,46
p164	96,8	9,87	1,34	P378	176,2	42,6	1,75
p165	34	0,39	0,43	P379	176,2	38,78	1,59
p166	34	0,39	0,43	P380	141	23,83	1,53
p167	96,8	8,03	1,09	P381	63,8	0,52	0,16
p168	96,8	1,71	0,23	P382	141	22,79	1,46
p169	34	0,44	0,48	P383	63,8	0,39	0,12
p170	34	0,31	0,34	p384	141	21,44	1,37
p171	79,2	5,98	1,21	p385	34	1,17	1,29
p172	34	0,3	0,33	p386	141	18,85	1,21
p173	79,2	0,7	0,14	p387	34	1,17	1,29
p174	176,2	40,21	1,65	p388	141	14,98	0,96
p175	34	1,88	2,07	p389	96,8	13,9	1,89
p176	34	0,37	0,4	p390	79,2	1,07	0,22
p177	34	0,57	0,63	p391	96,8	10,62	1,44
p178	176,2	37,92	1,56	p392	79,2	0,56	0,11
p179	34	0,1	0,11	p393	79,2	6,46	1,31
p180	176,2	37,15	1,52	p394	79,2	0,56	0,11
p181	176,2	35,64	1,46	p395	34	0,13	0,14
p182	63,8	0,44	0,14	p396	53,6	2,96	1,31
p183	63,8	0,76	0,24	p397	63,8	0,36	0,11
p184	176,2	34,62	1,42	p398	63,8	1,29	0,41
p185	63,8	0,47	0,15	p399	63,8	0,15	0,05
p186	176,2	33,55	1,38	p400	63,8	0,21	0,07
p188	53,6	0,52	0,23	p401	53,6	3,27	1,45
p187	53,6	0,52	0,23	p402	96,8	0,2	0,03
p189	176,2	31,46	1,29	p403	79,2	1,27	0,26
p190	141	15,58	1	p404	96,8	12,79	1,74
p191	141	3,29	0,21	p405	96,8	1,12	0,15
p192	141	2,09	0,13	p506	79,2	9,93	2,01
p193	141	0,6	0,04	p507	53,6	0,85	0,37
p194	141	0,52	0,03	p508	79,2	7,61	1,55
p195	141	0,52	0,03	p509	42,6	0,85	0,59
P196	176,2	9,92	0,41	p510	79,2	5,08	1,03

P197	63,8	0,41	0,13	p511	79,2	0,85	0,17
P198	176,2	8,84	0,36	p512	79,2	1,27	0,26
P199	63,8	0,48	0,15	p513	141	2,93	0,19
P200	176,2	7,88	0,32	p514	141	0,13	0,01
P201	63,8	0,41	0,13	p515	141	0,13	0,01
P202	176,2	7,07	0,29	P516	278,2	86,59	1,42
P203	79,2	0,51	0,1	P518	53,6	0,38	0,17
P204	176,2	6,06	0,25	P517	220,4	85	2,23

IV.6 Remarque et solution

A partir du rapport de la simulation hydraulique, on constate qu'un problème est posé et il est en relation directe avec la vitesse de circulation des eaux et la pression exercée dans les nœuds du réseau.

On constat dans notre étude un problème de diminution de la vitesse de l'eau dans certains tronçons, et élévation de vitesse dans d'autres tronçon. Ainsi une augmentation de la pression exercée dans certain nœud du réseau.

Pour faire face à cette problématique, nous recommandons la diminution des diamètres des tronçons qui ont des vitesses faibles, aussi que l'augmentation des diamètres des tronçons qui ont des vitesses élevées pour obtenir des vitesses varie dans la fourchette de 0,5 et 1,5 m/s, En plus, il est nécessaire d'installer les vannes stabilisatrices aval, on amont dans le réseau pour garder une pression admissible.

Les résultats de la simulation obtenus après le changement des diamètres et l'installation des vannes stabilisatrices aval sont représentés sur la figure IV.2.

Les résultats de simulation sont représentés dans les tableaux IV.3 et IV.4.

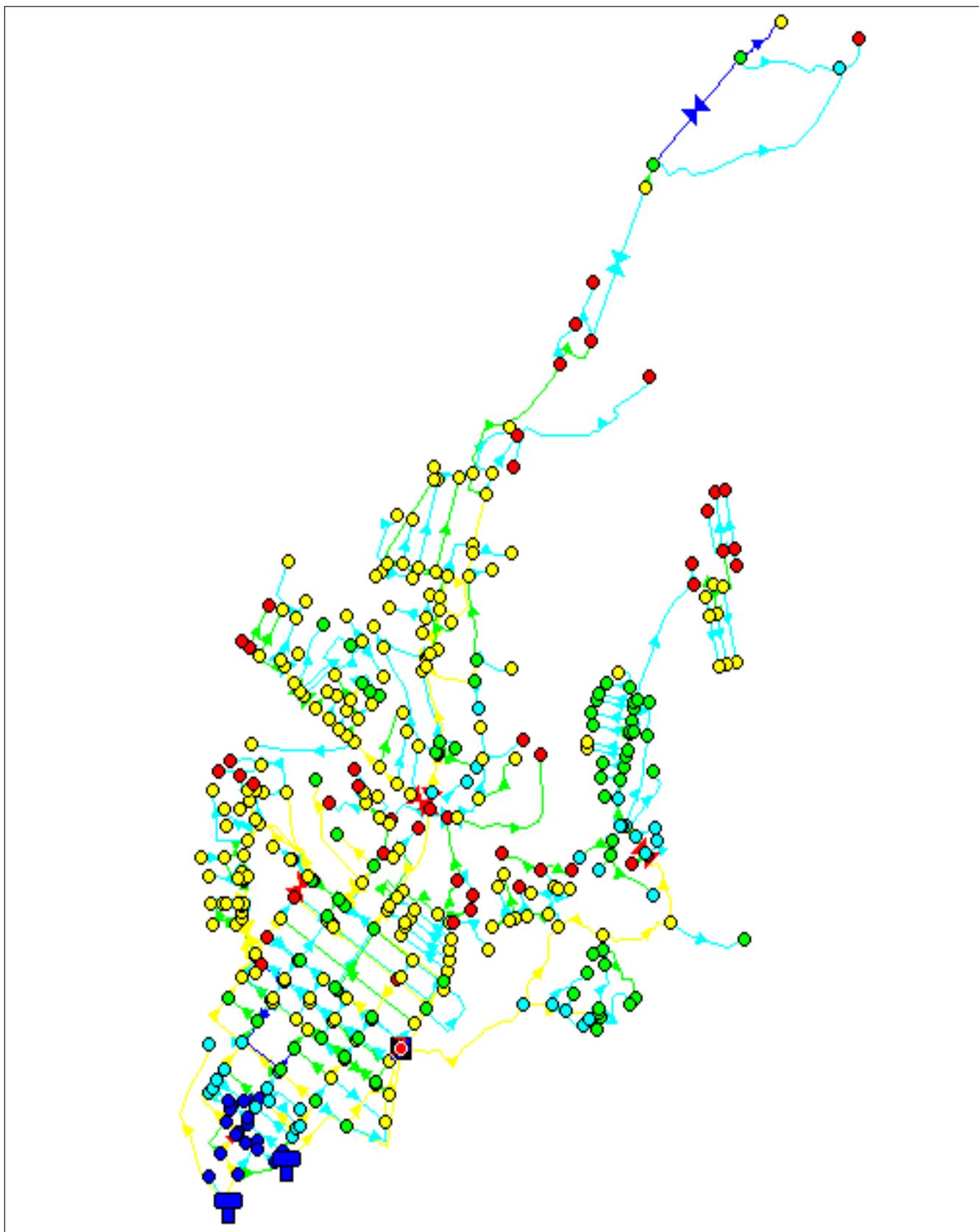


Figure IV.2. Simulation du réseau de distribution projeté.

Tableau VI.3. Résultat du réseau de distribution projeté.

État des Nœuds du Réseau							
ID Nœud	Demande Base l/s	Charge m	Pression m	ID Nœud	Demande Base l/s	Charge m	Pression m
N2	4.07	496.97	29.97	N100	0.506	459.21	30.21
N3	0.696	496.39	38.39	E99	0.506	459.19	40.19
E1	0.13	496.28	40.28	N101	0.517	459.2	30.2
N5	0.796	496.15	42.15	E100	0.517	459.18	40.18
E2	0.405	494.83	41.83	N102	0.407	459.19	30.19
N6	0.378	496.15	42.15	E101	0.407	459.15	38.15
E3	0.378	495.07	43.07	N103	0.438	458.85	34.85
N7	0.404	496.14	43.14	E102	0.438	458.8	39.8
E4	0.404	495.02	44.02	N104	0.48	458.77	35.77
N8	0.353	496.12	44.12	E103	0.48	458.72	39.72
E5	0.353	495.32	45.32	N105	0.475	458.75	36.75
N9	0.261	496.12	46.12	E104	0.475	458.7	38.7
N10	1.166	496.09	52.09	N106	0.712	458.59	39.59
e10	0.308	495.41	43.41	E105	0.381	458.57	39.57
E9	0.679	494.53	53.53	N107	0.668	459.29	29.29
N11	1.357	496.08	48.08	E96	0.407	459.01	32.01
E8	0.653	493.64	44.64	N108	2.178	458.78	30.78
N12	0.605	493.73	43.73	N109	0.939	458.65	30.65
E11	0.097	493.57	52.57	E95	0.47	458.51	35.51
N13	0.261	493.11	42.11	E107	0.47	458.55	36.55
E6	0.261	492.88	40.88	N110	2.877	458.08	50.08
N14	0.647	493.02	42.02	E112	0.133	458.02	56.02
N15	3.506	492.73	42.73	N111	0.266	457.31	47.31
E7	0.431	492.17	41.17	N112	0.522	457.13	47.13
N16	2.492	490.54	46.54	E110	0.522	457.01	49.01
E12	0.72	490.53	44.53	N113	0.788	455.99	45.99
E13	0.793	490.51	50.51	E109	0.522	455.91	45.91
N17	1.61	495.02	57.02	E115	0.592	456.66	66.66
E15	0.392	494.52	54.52	E116	0.53	456.61	66.61
N18	1.061	494.18	59.18	N115	0.986	456.5	59.5
E14	0.287	493.1	57.1	E113	0.394	456.46	55.46
N19	0.495	473	40	E114	0.592	456.46	66.46
E16	0.496	468.76	50.76	N116	0.923	455.84	45.84
N20	0.547	490.57	57.57	E108	0.522	455.75	45.75
N21	0.521	460	30	E111	0.402	455.82	49.82
E21	0.522	459.53	29.53	N117	1.504	453.73	44.73
N22	0.82	469	40	E172	2.252	520.4	8.4
E24	0.509	468.46	40.46	E173	3.393	508.49	27.49

N23	0.861	468.28	40.28	N120	3.411	520.27	8.27
E25	0.47	467.77	42.77	E122	0.711	520.23	14.23
N24	0.46	459.52	31.52	N121	1.029	519.56	11.56
E20	0.46	458.33	27.33	N122	1.101	518.42	13.42
N25	0.225	459.5	31.5	N123	1.177	518.74	13.74
N26	1.113	459.47	31.47	E123	0.376	518.89	10.89
E46	0.392	458.9	41.9	N125	0.94	520	17
N27	9.372	459.38	33.38	N126	0.797	519.93	18.93
E22	0.392	459.33	34.33	E124	0.386	519.89	15.89
N28	1.25	467.22	41.22	N127	1.151	518.15	15.15
E26	0.496	465.25	41.25	E126	0.332	518.14	17.14
N29	2.116	465.99	45.99	N128	0.854	517.43	23.43
E120	0.363	465.77	46.77	E127	0.426	517.4	16.4
N30	0.261	465.68	45.68	N129	0.684	517.3	23.3
N31	0.717	464.88	46.88	E128	0.439	517.28	19.28
E32	0.431	464.37	46.37	N130	2.459	517.12	24.12
N32	0.978	463.68	48.68	N131	2.049	516.85	23.85
E33	0.405	463.13	47.13	N132	0.535	517.68	19.68
N33	0.78	462.59	49.59	N133	2.427	517.68	19.68
E34	0.493	461.94	46.94	N134	0.708	519.83	22.83
N34	0.307	461.68	49.68	E125	0.439	519.77	23.77
N35	0.417	449	40	N135	0.405	519.68	29.68
E35	0.418	446.88	30.88	N136	0.835	519.63	29.63
N36	0.274	448.78	42.78	N137	0.666	517.61	27.61
E36	0.273	448.55	36.55	E131	0.462	517.55	28.55
N37	0.365	447.85	45.85	N138	0.444	516.16	26.16
E37	0.366	447.49	42.49	N139	0.222	516.16	26.16
N38	0.261	433	40	N140	1.465	517.56	26.56
N39	1.004	465.34	45.34	N141	1.015	517.61	26.61
E27	0.509	465.13	44.13	N142	1.456	519.26	30.26
N40	1.226	465.17	46.17	N143	1.62	519.16	35.16
N41	1.265	461.83	38.83	N144	0.879	519.08	40.08
E29	0.392	461.59	35.59	N145	1.252	519.21	41.21
E30	0.483	461.71	35.71	N146	0.939	517.61	38.61
N42	1.364	461.36	43.36	N147	0.679	515.88	35.88
E28	0.548	461.29	46.29	N148	0.901	514.89	35.89
E43	0.509	461.31	41.31	N149	0.705	514.36	42.36
N43	0.521	432.61	49.61	N150	0.444	515.66	43.66
E40	0.522	430.78	49.78	N151	0.885	517.4	41.4
N44	1.043	432.51	50.51	N152	1.799	514.4	37.4
E42	0.392	432.28	52.28	N153	0.932	517.71	40.71
E41	0.653	430.03	51.03	N154	0.935	516.68	39.68

N45	1.043	432.74	42.74	N155	0.287	517.65	42.65
E38	0.392	432.6	45.6	N156	0.692	515.11	38.11
E39	0.392	432.19	47.19	N157	0.632	513.76	43.76
N47	1.662	458.97	43.97	N158	1.154	513.51	45.51
E44	0.507	458.93	46.93	N159	1.734	514.47	42.47
E45	0.433	458.91	42.92	E133	0.146	514.37	47.37
N48	22.937	458.46	42.46	N160	0.94	514.99	40.99
E47	0.376	458.37	44.37	N161	0.666	513.75	41.75
N49	0.751	458.41	42.41	N162	0.861	513.48	39.48
E48	0.752	457.21	47.21	N164	0.313	513.29	43.29
N50	0.365	458.38	42.38	N165	3.034	513.22	45.22
N51	0.247	457.08	45.08	E134	0.091	513.16	48.16
N52	2.358	453.4	42.4	N166	1.107	513.7	48.7
E60	0.653	453.3	45.3	E135	0.846	509.52	49.52
E61	0.637	453.36	41.36	N167	0.645	513.7	48.7
E62	0.522	453.36	44.36	N168	9.459	492	40
N53	1.733	451.77	45.77	E136	0.846	491	41
E58	0.507	451.45	47.45	N169	2.355	491.93	40.93
E59	1.039	451.7	41.7	N170	0.152	491.88	41.88
N54	3.217	451.82	44.82	N171	0.606	490.91	42.91
N55	0.614	456.59	48.59	E139	0.152	490.91	41.91
E52	0.222	455.9	49.9	E140	0.303	490.86	44.86
N56	1.37	456.26	46.26	N172	0.303	491.84	41.84
E53	0.587	452.08	47.08	E137	0.152	491.83	42.83
N57	1.827	455.95	47.95	E138	0.152	491.83	42.83
E54	0.783	455.91	49.91	N173	0.287	488.36	44.36
N58	1.566	455.88	47.88	N174	2.145	487.4	49.4
E56	0.392	454.95	49.95	E145	0.652	486.84	49.84
E55	0.653	450.03	44.03	E144	1.206	485.54	48.54
N59	0.496	472.87	42.87	N175	1.936	488.27	44.27
E17	0.496	471	45	E141	0.13	488.17	49.17
N60	0.809	472.8	41.8	N176	1.269	486.94	45.94
E18	0.392	471.8	61.8	E142	0.423	486.85	43.85
E19	0.418	472.09	43.09	E143	0.846	486.72	43.72
N61	0.522	450.15	34.15	N177	0.457	513.4	53.4
N62	1.102	448.27	38.27	N178	1.232	513.37	51.37
E49	0.509	448.13	43.13	N179	0.783	513.4	48.4
N63	0.971	446.43	46.43	N180	0.392	513.44	49.44
E50	0.379	446.37	48.37	N181	0.861	513.53	48.53
N64	2.279	451.07	42.07	N182	0.705	516.54	39.54
E51	0.261	451.03	46.03	N183	1.618	504.51	39.51
N65	0.507	448.39	48.39	N184	0.702	501.7	38.7

N66	0.574	447.74	48.74	N185	1.043	501.21	38.21
E63	0.261	447.26	49.26	E148	0.405	499.69	46.69
N67	1.13	448.23	49.23	N186	2.023	501.02	39.02
E64	0.392	446.7	48.7	N187	1.226	501.15	46.15
N68	0.997	448.15	50.15	N188	4.988	504.43	46.43
E65	0.392	448.07	51.07	N189	1.201	509.53	53.53
E66	0.149	447.57	51.57	N190	3.088	512.74	60.74
N69	0.496	445.44	55.44	N191	1.381	500.98	45.98
E67	0.235	445.34	57.34	E146	0.392	500.82	45.82
N70	0.405	445.01	60.01	N192	3.732	515.66	43.66
E68	0.196	444.66	64.66	E132	0.078	515.57	36.57
N71	2.955	340	40	N193	1.616	500.08	45.08
E118	0.253	337.22	64.22	E171	0.548	500.07	43.07
N72	0.316	305	40	E147	0.783	499.86	44.86
E117	0.052	304.97	47.97	N194	0.958	485.15	39.15
E119	0.128	304.67	28.67	E149	0.392	484.39	34.39
N73	0.47	492.71	24.71	N195	1.408	480	40
N74	2.928	491	42	E151	1.174	457.19	32.19
N75	0.861	490.96	43.96	N196	2.703	479.48	37.48
N76	0.698	490.33	45.33	E152	1.175	471.78	37.78
E73	0.438	489.56	50.56	N197	1.08	478.69	45.69
N77	0.542	490.16	45.16	N198	2.2	478.51	44.51
E71	0.47	488.89	49.89	E153	1.073	478.45	48.45
N78	1.022	490.11	47.11	N199	3.601	478.32	48.32
E70	0.402	489.36	49.36	E154	0.564	478.29	50.29
E69	0.548	489.38	47.38	N200	5.764	477.38	49.38
N79	0.401	490.95	48.95	E155	0.564	477.38	50.38
E74	0.402	490.22	47.22	E156	0.13	477.31	53.31
N80	0.865	490.95	44.95	N201	0.522	485.28	37.28
E75	0.402	490.42	45.42	E150	0.522	484.61	30.61
N81	1.016	490.94	54.94	N202	11.984	485.73	38.73
E72	0.522	489.39	54.39	N203	0.545	485.75	38.75
E76	0.496	489.76	51.76	N204	0.206	485.98	40.98
N82	0.406	489.18	43.18	N205	0.55	486	40
N83	0.94	484.35	36.35	N206	2.674	485.98	43.98
E77	0.366	484.09	35.09	E157	0.13	485.97	42.97
E85	0.574	481.61	31.61	E158	0.13	485.91	42.11
N84	0.667	486.67	46.67	N207	1.31	475.84	45.84
E86	0.099	486.54	38.54	E159	0.36	475.82	47.82
N85	2.55	490.33	27.33	N208	0.927	475.41	49.41
E79	0.392	489.97	32.97	E161	0.154	475.29	50.29
N86	1.058	489.43	28.43	E160	0.214	475.11	50.11

E80	0.392	489.06	31.06	N209	1.806	476.18	47.18
E81	0.392	488.86	27.86	E167	0.199	475.98	46.98
N87	0.96	488.21	31.21	E168	1.269	476.05	49.05
E82	0.439	487.89	29.89	N210	1.743	479.81	45.81
E83	0.313	488.01	36.01	E162	1.122	479.74	48.74
N88	0.338	488.22	31.22	N211	1.467	478.51	49.51
N89	4.982	488.05	36.05	E163	0.846	478.19	46.19
E84	0.3	487.39	36.39	N212	1.691	477	47
E78	0.7	488	37	E164	0.846	476.59	48.59
N90	0.757	484.4	54.4	N213	2.96	476.55	49.55
E90	0.757	483.02	53.02	E165	0.846	476.53	50.53
N91	0.574	460	30	N214	1.023	513.49	51.49
E91	0.444	459.44	29.44	E169	0.261	513.39	43.39
N92	0.6	459.94	29.94	N4	0.391	496.16	39.16
E92	0.47	459.72	29.72	E31	0.47	464.32	48.32
N93	1.044	459.57	29.57	N46	0.404	458.7	42.7
E93	0.522	459.32	30.32	E57	0.261	451.19	46.19
E94	0.522	459.23	35.23	E23	0.261	450.12	29.12
N94	0.131	459.38	29.38	E106	0.331	458.21	41.21
N95	2.376	459.37	29.37	N114	1.122	456.7	66.7
N96	0.6	459.35	30.35	E121	0.465	519.97	12.97
E89	0.6	457.53	27.53	E129	0.392	517.09	19.09
N97	1.043	459.35	30.35	E130	0.418	519.59	28.59
E87	0.522	457.09	22.09	E170	0.428	513.02	41.02
E88	0.522	458.5	22.5	N163	1.262	513.38	47.38
N98	0.48	459.25	30.25	E166	1.269	476.48	50.48
E97	0.48	459.22	34.22	N124	1.216	518.91	11.91
N99	0.407	459.23	30.23	R-OLIVER1000		497.95	4
E98	0.407	458.71	33.71	R-PARC1000		520.99	3

Tableau VI.4. État des arcs du réseau de distribution projeté.

État des Arcs du Réseau							
ID Arc	Diamètre mm	Débit l/s	Vitesse m/s	ID Arc	Diamètre mm	Débit l/s	Vitesse m/s
P1	450	200.42	1.26	P218	53.6	1.88	0.83
P2	352.6	130.84	1.34	P219	53.6	0.47	0.21
P3	34	0.13	0.14	P220	53.6	0.47	0.21
P4	352.6	130.02	1.33	P228	34	0.13	0.15
p6	34	0.41	0.45	P229	96.8	8.68	1.18
p7	278.2	114.78	1.89	P230	96.8	5.26	0.71
p5	278.2	14.85	0.24	P231	63.8	0.52	0.16
p8	34	0.1	0.11	P232	63.8	3.16	0.99
p10	278.2	13.65	0.22	P233	63.8	0.52	0.16
p9	34	0.38	0.42	P234	63.8	1.85	0.58
p11	278.2	12.89	0.21	P235	63.8	0.4	0.13
p12	34	0.4	0.44	P236	63.8	0.52	0.16
p13	278.2	12.08	0.2	P237	96.8	4.22	0.57
p14	34	0.35	0.39	P238	79.2	0.59	0.12
p15	278.2	11.38	0.19	P239	63.8	0.53	0.17
p16	79.2	2.15	0.44	P240	63.8	1.97	0.62
p17	34	0.68	0.75	P241	53.6	0.39	0.17
p18	34	0.31	0.34	P242	79.2	0.59	0.12
p19	176.2	8.96	0.37	p243	79.2	2.25	0.46
p20	34	0.65	0.72	p244	63.8	3.39	1.06
p22	34	0.26	0.29	245	352.6	171.69	1.76
p23	278.2	113.55	1.87	p246	79.2	0.71	0.14
p24	278.2	108.9	1.79	p247	278.2	115.92	1.91
p25	34	0.43	0.47	p248	278.2	51.65	0.85
p26	79.2	4.01	0.81	P249	63.8	0.47	0.15
p27	79.2	0.72	0.15	P250	63.8	2.43	0.76
p28	79.2	0.79	0.16	P253	278.2	101.86	1.68
p29	96.8	6.95	0.94	P254	278.2	50.24	0.83
p30	34	0.39	0.43	P255	63.8	0.39	0.12
p31	96.8	4.95	0.67	P256	96.8	7.83	1.06
p32	278.2	104.96	1.73	P257	63.8	0.33	0.1
p33	34	0.29	0.32	P258	278.2	103.19	1.7
p35	34	0.5	0.55	P259	63.8	0.43	0.13
p37	42.6	0.52	0.37	P260	278.2	101.91	1.68
p39	42.6	0.51	0.36	P261	63.8	0.44	0.14
p40	141	25.03	1.6	P262	278.2	100.79	1.66
p41	42.6	0.47	0.33	P263	63.8	0.39	0.12
p42	278.2	77.01	1.27	P264	278.2	97.94	1.61

p43	34	0.46	0.51	P265	96.8	-5.62	0.76
p44	278.2	76.09	1.25	P266	96.8	0.19	0.03
p45	96.8	4.11	0.56	P267	278.2	49.06	0.81
p46	42.6	0.39	0.28	P268	63.8	0.44	0.14
p47	278.2	71.76	1.18	P269	96.8	6.34	0.86
p48	53.6	0.39	0.17	P270	220.4	47.91	1.26
p49	141	23.7	1.52	P271	79.2	5.26	1.07
p50	34	0.5	0.55	P272	220.4	42.24	1.11
p51	141	21.95	1.41	P273	63.8	0.42	0.13
p52	53.6	0.36	0.16	P274	96.8	3.03	0.41
p53	141	19.47	1.25	P275	63.8	0.46	0.14
p54	96.8	13.86	1.88	P276	278.2	101.51	1.67
p55	34	0.43	0.47	P277	141	4.28	0.27
p56	96.8	12.72	1.73	P278	96.8	7.52	1.02
p57	34	0.41	0.45	P279	96.8	7.09	0.96
p58	96.8	11.33	1.54	P280	96.8	8.19	1.11
p59	34	0.49	0.54	P281	220.4	17.42	0.46
p60	96.8	10.06	1.37	P283	278.2	96.79	1.59
p62	34	0.42	0.46	P284	220.4	10.05	0.26
p63	96.8	6.5	0.88	P285	79.2	0.96	0.2
p64	42.6	0.27	0.19	P286	79.2	4.78	0.97
p65	79.2	5.95	1.21	P287	220.4	13.92	0.36
p66	34	0.37	0.4	P288	220.4	40.99	1.07
p68	96.8	5.35	0.73	P289	141	0.09	0.01
p69	42.6	0.51	0.36	P291	96.8	1.9	0.26
p70	96.8	3.84	0.52	P292	141	11.58	0.74
P71	34	0.47	0.52	P293	96.8	6.93	0.94
P72	42.6	2.14	1.5	P294	278.2	102.81	1.69
P73	42.6	0.39	0.28	P295	79.2	4.73	0.96
P74	42.6	0.48	0.34	P296	79.2	1.2	0.24
P75	96.8	2.42	0.33	P297	96.8	3.97	0.54
P76	63.8	0.55	0.17	P298	34	0.08	0.09
P77	63.8	0.51	0.16	P299	79.2	-5.01	1.02
P78	79.2	3.13	0.64	P300	96.8	3.93	0.53
P79	34	0.52	0.57	P301	79.2	-1.97	0.4
P80	79.2	2.09	0.42	P302	79.2	4.02	0.82
P81	34	0.39	0.43	P304	34	-0.67	0.74
P82	34	0.65	0.72	P303	96.8	10.13	1.38
P83	79.2	1.83	0.37	P305	79.2	5.76	1.17
P84	42.2	0.39	0.28	P306	79.2	9.51	1.93
P85	42.6	0.39	0.28	P307	79.8	6.92	1.38
P86	278.2	62	1.02	P308	79.2	4.79	0.97
P87	220.4	57.85	1.52	P309	79.2	9.17	1.86

P88	53.6	3.74	1.66	P310	79.2	3.9	0.79
P89	96.8	2.6	0.35	P311	79.2	3.5	0.71
P90	63.8	0.51	0.16	P312	278.2	106.84	1.76
P91	63.8	0.43	0.14	P313	79.2	1.22	0.25
P93	176.2	34.54	1.42	p314	34	0.26	0.29
P95	176.2	33.03	1.35	p315	34	0.07	0.07
P97	141	20.24	1.3	P316	34	0.43	0.47
P96	96.8	12.43	1.69	P317	79.2	1.65	0.33
P94	42.6	0.75	0.53	P318	79.2	1.39	0.28
P92	42.6	0.38	0.26	P319	34	0.15	0.16
P98	96.8	4.17	0.57	P320	79.2	3.27	0.66
P99	63.8	0.65	0.2	P321	34	0.19	0.21
P100	63.8	0.64	0.2	P322	79.2	4.02	0.82
P101	63.8	0.52	0.16	P323	79.2	2.03	0.41
P102	34	0.51	0.56	P324	79.2	1.29	0.26
P103	79.2	1.04	0.21	P325	79.2	1.25	0.25
P105	34	0.26	0.29	P326	79.2	1.12	0.23
p107	96.8	3.28	0.45	P327	34	0.09	0.1
p104	96.8	6.76	0.92	P328	278.2	104.89	1.73
p108	34	0.22	0.24	P329	34	0.85	0.93
p109	96.8	7.18	0.98	P331	42.6	0.85	0.59
p110	34	0.59	0.65	P332	141	13.07	0.84
p111	96.8	5.22	0.71	P333	141	10.71	0.69
p112	96.8	0.78	0.11	P334	42.6	1.06	0.74
p113	96.8	2.61	0.35	P335	42.2	0.15	0.11
p114	34	0.39	0.43	P336	42.6	0.3	0.21
p115	34	0.65	0.72	P337	42.6	0.61	0.43
p116	96.8	2.61	0.35	P338	42.6	0.15	0.11
p117	34	0.5	0.55	P339	42.6	0.15	0.11
p118	96.8	1.62	0.22	P340	79.2	8.89	1.81
p119	34	0.39	0.43	P341	79.2	4.6	0.93
p120	34	0.42	0.46	P342	42.6	2.54	1.78
p121	53.6	0.26	0.12	P343	42.6	0.42	0.3
p122	53.6	2.96	1.31	P344	42.6	0.85	0.59
p123	53.6	0.51	0.23	P345	34	0.13	0.14
p124	53.6	1.35	0.6	P346	79.2	4	0.81
p125	96.6	11.98	1.63	P347	42.6	1.21	0.85
p126	53.6	0.38	0.17	P348	42.6	0.65	0.46
p127	53.6	0.26	0.12	P349	278.2	80.87	1.33
p128	96.6	9.44	1.29	P350	63.8	0.32	0.1
p129	96.8	3.06	0.42	P351	79.2	2.01	0.41
p131	34	0.26	0.29	P352	141	2.92	0.19
p132	96.8	1.54	0.21	P353	34	0.18	0.2

p133	34	0.39	0.43	P354	141	3.88	0.25
p134	96.8	5.04	0.68	P355	79.2	1.22	0.25
p135	53.6	0.39	0.17	P356	141	5.49	0.35
p136	34	0.15	0.16	P357	34	0.12	0.13
p137	42.6	0.23	0.16	P358	141	6.47	0.41
p138	96.8	4.3	0.58	P359	79.2	0.81	0.17
p139	34	0.2	0.22	P360	79.2	6.65	1.35
p142	34	0.05	0.06	P361	79.2	3	0.61
p143	34	0.13	0.14	P362	34	0.41	0.45
p144	34	0.25	0.28	P363	79.2	1.56	0.32
p145	220.4	65.5	1.72	P364	79.2	1.07	0.22
p146	220.4	52.22	1.37	P365	278.2	80.09	1.32
p147	176.2	9.09	0.37	P366	79.2	3.47	0.7
p148	79.2	4.12	0.84	P367	79.6	7.64	1.54
p149	34	0.44	0.48	P368	79.6	9.08	1.83
p150	79.2	2.98	0.61	P369	141	17.93	1.15
p151	34	0.47	0.52	P370	79.2	0.61	0.12
p152	79.2	1.97	0.4	P371	79.2	1.17	0.24
p153	34	0.4	0.44	P372	34	0.39	0.43
p154	34	0.55	0.6	P373	79.2	2.95	0.6
p155	176.2	4.1	0.17	P374	79.2	0.55	0.11
p156	34	0.4	0.44	P375	79.2	0.78	0.16
p157	176.2	2.84	0.12	P377	220.4	55.59	1.46
p158	34	0.4	0.44	P378	176.2	42.6	1.75
p159	141	2.03	0.13	P379	176.2	38.78	1.59
p160	34	0.52	0.57	P380	176.2	23.83	0.98
p161	34	0.5	0.55	P381	34	0.52	0.57
p162	96.8	12.82	1.74	P382	176.2	22.79	0.93
p163	42.6	0.39	0.28	P383	34	0.39	0.43
p164	96.8	9.87	1.34	p385	34	1.17	1.29
p165	34	0.39	0.43	p386	141	18.85	1.21
p166	34	0.39	0.43	p387	34	1.17	1.29
p167	96.8	8.03	1.09	p388	141	14.98	0.96
p168	96.8	1.71	0.23	p389	141	13.9	0.89
p169	34	0.44	0.48	p390	79.2	1.07	0.22
p170	34	0.31	0.34	p391	141	10.62	0.68
p171	79.2	5.98	1.21	p392	79.2	0.56	0.11
p172	34	0.3	0.33	p393	79.2	6.46	1.31
p173	79.2	0.7	0.14	p394	79.2	0.56	0.11
p174	176.2	40.2	1.65	p395	34	0.13	0.14
p175	34	1.88	2.07	p396	53.6	2.96	1.31
p176	34	0.37	0.4	p397	63.8	0.36	0.11
p177	34	0.57	0.63	p398	63.8	1.29	0.41

p178	176.2	37.92	1.56	p399	34	0.15	0.17
p179	34	0.1	0.11	p400	34	0.21	0.24
p180	176.2	37.15	1.52	p401	53.6	3.27	1.45
p182	34	0.44	0.49	p402	34	0.2	0.22
p183	34	0.76	0.83	p403	79.2	1.27	0.26
p185	42.6	0.47	0.33	p404	96.8	12.79	1.74
p186	176.2	33.55	1.38	p405	96.8	1.12	0.15
p188	53.6	0.52	0.23	p506	96.8	9.93	1.35
p187	53.6	0.52	0.23	p507	53.6	0.85	0.37
p189	176.2	31.46	1.29	p508	79.2	7.61	1.55
p190	141	15.58	1	p509	42.6	0.85	0.59
p191	141	3.29	0.21	p510	79.2	5.08	1.03
p192	141	2.09	0.13	p511	79.2	0.85	0.17
p193	34	0.6	0.66	p512	79.2	1.27	0.26
p194	34	0.52	0.57	p513	141	2.93	0.19
p195	34	0.52	0.57	p514	34	0.13	0.14
P196	176.2	9.92	0.41	p515	34	0.13	0.14
P197	34	0.41	0.45	P516	278.2	112.46	1.85
P198	176.2	8.84	0.36	P518	63.8	0.38	0.12
P199	63.8	0.48	0.15	P517	220.4	110.87	2.91
P200	176.2	7.88	0.32	Tuyau 2	278.2	114.08	1.88
P201	34	0.41	0.45	Tuyau 5	176.2	11.69	0.48
P202	176.2	7.07	0.29	Tuyau 6	96.8	8.01	1.09
P203	79.2	0.51	0.1	Tuyau 8	276.2	34.62	0.58
P204	176.2	6.06	0.25	Tuyau 13	96.8	3.7	0.5
P205	79.2	0.52	0.1	Tuyau 10	96.8	5.87	0.8
P206	176.2	5.02	0.21	Vanne 3	125	21.44	1.75
P207	63.8	0.41	0.13	Vanne 4	125	26.36	2.15
P208	79.2	4.21	0.85	Vanne 7	125	78.06	6.36
P209	63.8	0.44	0.14	Vanne 9	125	35.64	2.9
P210	96.8	3.33	0.45	Vanne 11	125	0.5	0.04
P211	63.8	0.48	0.15	Vanne 12	125	3.7	0.3
P212	96.8	2.37	0.32	Vanne 1	125	23.37	1.9
P213	63.8	0.48	0.15	Vanne 14	125	59.08	4.81
P214	63.8	1.42	0.45	Vanne 15	125	7.33	0.6
P215	63.8	0.38	0.12	Vanne 16	125	5.22	0.43
P216	34	0.33	0.36	Vanne 17	125	3.6	0.29
P217	176.2	15.75	0.65				

IV.7 Conclusion

L'utilisation de logiciel de simulation est primordiale dans le calcul des réseaux d'alimentation en eau potable, certainement il a changé la qualité des résultats qui se basaient auparavant sur les applications numériques de diverses formules de calcul.

On a pu dans ce chapitre remédier aux problèmes rencontrés lors de la simulation de point de vu et vitesses, en faisant diminuer ou augmenter les diamètres.

La diminution des pressions sont fait par l'installation des réducteurs de pression, qui nous ont permis ramener la pression de 19 bar jusqu'à 4 bars.

Chapitre V

Adduction

V.1 Introduction

Les conduites d'adduction ont pour fonction d'assurer le transfert de l'eau entre deux points :

- Entre la source et la station de traitement.
- Entre la station de traitement et les stockages ou le réseau de distribution.
- Entre la source et les stockages ou le réseau de distribution.

V.2 Types d'adduction

D'un point de vue hydraulique, l'adduction peut être gravitaire ou par refoulement.

L'adduction est dite gravitaire lorsque la source est située en altitude par rapport au site à alimenter.

L'adduction est dite par refoulement lorsque le déplacement de l'eau est mû par une pompe.

Ces types d'adduction sont représentés dans les figures V.1 et V.2.

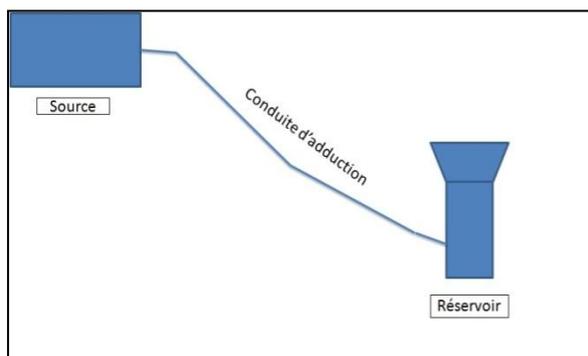


Figure V.1 : Adduction gravitaire.

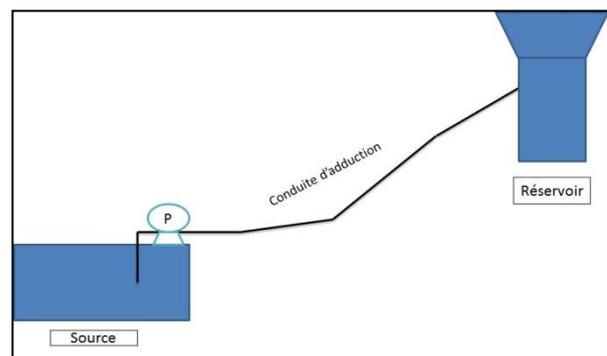


Figure V.2 : Adduction par refoulement.

Pour l'établissement du tracé de la l'adduction on veille généralement à respecter certaines condition :

- Choisir un tracé le plus court possible afin de réduire les frais d'investissement.
- Chercher un profil en long aussi régulier que possible pour éliminer les contres pentes.
- Eviter les contres pente qui au droit des points hauts peuvent donnés lieu, en exploitation à des contournements d'air difficiles à évacuer.
- Eviter les profils horizontaux.
- Eviter autant que possible la traversée des obstacles (routes, oueds.....).

V.3 Choix du tracé

Le problème consiste à une étude technico-économique de la conduite de refoulement c'est à- dire que cette conduite doit répondre à l'étude technico-économique.

V.3.1 Condition technique

- Un diamètre qui donne une vitesse entre 0.5 à 1.5 m/s.
- Condition de pose de la conduite.
- Les conduites de pression de service.

V.3.2 Conditions économique

Les critères économiques concernent les prix de fourniture et de transport. On doit faire une étude technico-économique.

V.4 Etat de système d'adduction

La production aujourd'hui assurée principalement à partir de la ressource du barrage de BeniHaroun via la station de traitement d'Ain Tin. L'eau produite est livrée au réservoir Sennaoua supérieur. A partir de ce réservoir, elle est conduite par des lignes de transfert gravitaire vers les autres réservoirs de la ville.

En sus de l'eau du barrage, Mila dispose d'autres ressources en provenance :

- Des forages d'Arres, à une vingtaine de Km au nord-ouest de la ville. L'eau est acheminée par pompage jusqu'aux réservoirs $2 \times 3000 \text{ m}^3$ de Kharba supérieur, via 2 stations de reprise intermédiaires : station Kripsa et Boudjerrar.
- Des forages d'Ain Tin, situés à une dizaine de Km au sud-est. L'eau est pompée jusqu'à la station de Lemkhout, puis à partir de cette dernière acheminée par gravité jusqu'au réservoir Sennaoua supérieur.
- Des sources de Marchou dont l'eau est conduite par gravité aux réservoirs Sennaoua supérieur.

Comme le montre la figure V.3.

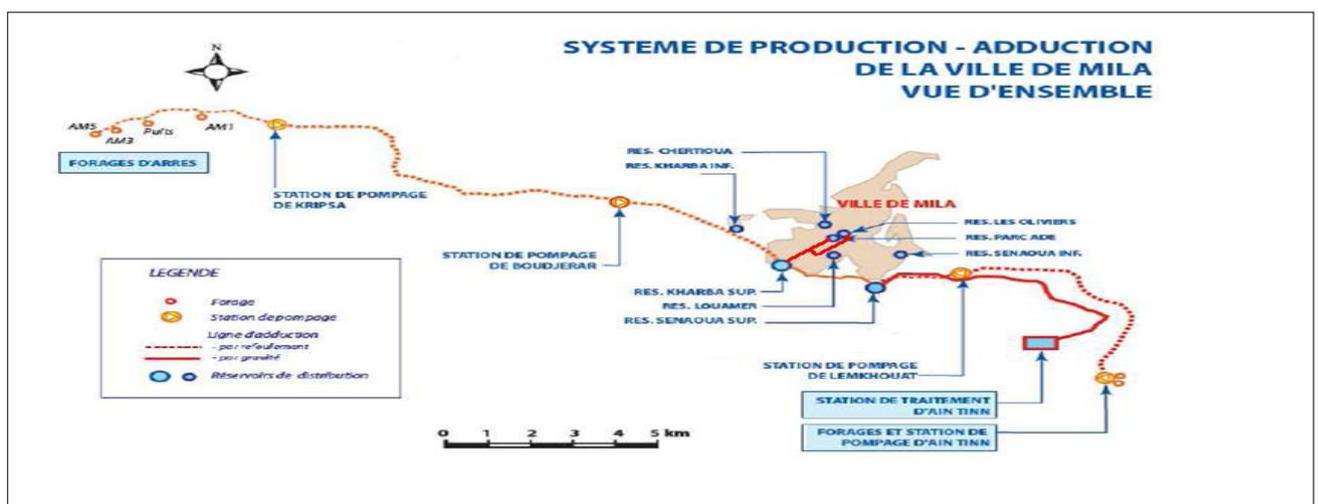


Figure V.3. Système d'adduction de la ville de Mila.

V.4.1 Etat des ressources en eau

V.4.1.1 Eaux souterraines des forages Ain Tin

Il existe deux forages profonds dans la commune d'Ain Tin (forage 1 et 2), exploités pour l'approvisionnement en eau pour la ville de Mila avec des profondeurs de 210 et 280m respectivement. (source : ADE)

Selon les informations de l'exploitant le débit des forages est donné pour 80 l/s (35 l/s pour Ain Tin 1 et 45 l/s pour Ain Tin 2), correspondant a une production moyenne d'environ 300 m³/h pour une durée de pompage de 16h/jour.

La mise en service du tunnel de transfert des eaux pompées du barrage de Beni Haroun a provoqué de fortes perturbations au niveau de l'aquifère. Les infiltrations provenant du tunnel ont gonflé l'aquifère et transformé les forages d'Ain Tin en forages artésiens.

Les caractéristiques des forages d'Ain Tin sont représentées dans le tableau V.1.

Tableau V.1. Les caractéristiques des forages Ain Tin.

Ouvrage	Electropompes : caractéristiques nominales			Q d'exploitatio n actuel (m3/H)	Niveau statique (m)	Niveau dynamique (m)
	P (kW)	Q (m3/H)	HMT (m)			
Forage I	22	97	90	126	1.8	13.5
Forage II	55	95	137.7	162	19.9	24

V.4.1.2 Les forages d'Ares

Ces forages sont implantés dans la vallée alluviale de l'Ouest Endja et captant la nappe phréatique. Quatre (4) ouvrages sont exploités pour l'alimentation en eau de la ville de Mila : les forages AM1, AM3, AM5 et puits de Bougherdain. (source : ADE)

Les quatre forages destinés à Mila ont des profondeurs variant entre 20 et 30 m, ils sont implantés dans les formations constitués des matériaux alluviaux plus ou moins grossiers reposant sur un substratum de marnes grises. La construction du barrage du Beni-Haroun a inondé une partie de la vallée à l'aval du secteur des forages, limitant ainsi l'aquifère exploitable, dont le volume reste malgré tout important.

Les caractéristiques des forages d'Arres sont représentées dans le tableau I.2.

Tableau V.2. Caractéristiques des forages d'Arres.

Ouvrage	Electropompes : caractéristiques nominales				Q d'exploitation actuel (m ³ /H)
	Marque	P (kW)	Q (m ³ /H)	HMT (m)	
Forage AM1	POVAL	22	108	50	60
Forage AM3	POVAL	22	108	50	73
Forage AM5	SAER	37	108	45	135
Puits Bough.	POVAL	9,2	46,8	22	50

V.4.1.3 Les sources de Marchou

Il existe 12 sources de Marchou avec des cotes de 900 à 1000 m et de diamètre de 150 mm. Le débit des sources est de 2 à 5 m³/jour. (source : ADE)

Les caractéristiques des sources de Marchou sont représentées dans le tableau V.3.

Tableau V.3 : Les caractéristiques des sources de Marchou.

Caractéristiques	Valeurs
Cote	900 à 1000 m
Diamètre	150mm
Débit	5 à 20 m ³ /j
Nombre des sources	12

Remarque : actuellement les ressources de Marchou sont abandonnées à cause de leur contamination par les eaux usées.

V.4.2 Etat des conduites d'adduction

Le système d'adduction de Mila est constitué principalement par :

- ❖ La ligne de la station de traitement d'Ain Tin.
- ❖ La ligne de pompage des forages d'Arres.
- ❖ La ligne de pompage des forages Ain Tinn.
- ❖ La ligne d'adduction de Marchou. (source : ADE)

Le tableau V.4 représente l'état des conduites d'adduction.

Tableau V.4. L'état des conduites d'adduction.

Éléments d'identification et de caractérisation											
Linéaires des conduites de distribution par diamètre et par matériau							Linéaires de conduites par période de pose				
DN (par ordre croissant)	Linéaire total	Amiante ciment	Acier	Fonte ductile	PVC	PEHD	1970-1980	1988-1999	1992-2000	2000-2010	2008-2015
(mm)	(ml)	(ml)	(ml)	(ml)	(ml)	(ml)	(ml)	(ml)	(ml)	(ml)	(ml)
80	4674				4674					4674	
110	2307				2307					2307	
150	14068		14068					14068			
200	302		58			243		58			243
250	2873	1336			1537		1336			1537	
300	17400			10561	1361	5479			10561	1361	5479
400	4688		4688					4688			

La figure V.4 représente l'histogramme du linéaire en fonction des années.

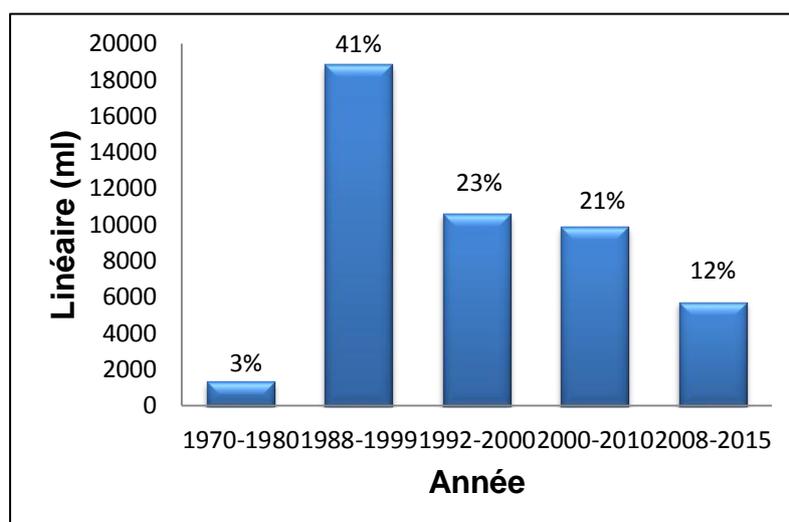


Figure V.4. Linéaire des conduites d'adduction posées par années.

Suivant la figure V.4 ci-dessus, 41% du linéaire du réseau de distribution a été posé entre 1988-1999, suivi du 23% entre 1992-2000, 21% entre 2000-2010, 12% entre 2008-2015 et 3% entre 1970-1980.

La figure V.5 représente l'histogramme du linéaire selon le matériau de la conduite.

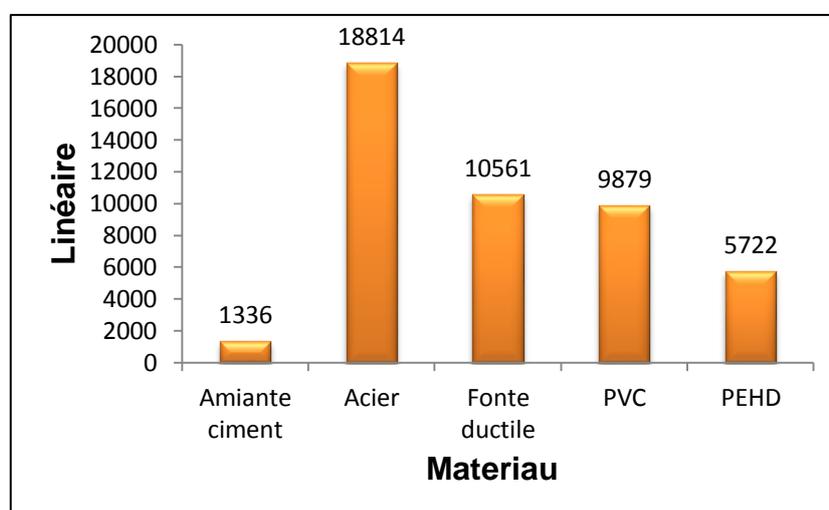


Figure V.5. Linéaire des conduites d'adduction par nature.

La figure V.5 montre que les conduites en acier, fonte ductile et PVC prime sur le classement des natures des conduites de distribution, soit un linéaire de 18814 ml en acier, 10561 ml en fonte ductile, 9879 ml en PVC suivi des conduites en PEHD avec un linéaire de 5722 ml et 1336 ml en amiante ciment.

La figure V.6 représente l'histogramme du linéaire selon les diamètres des conduites.

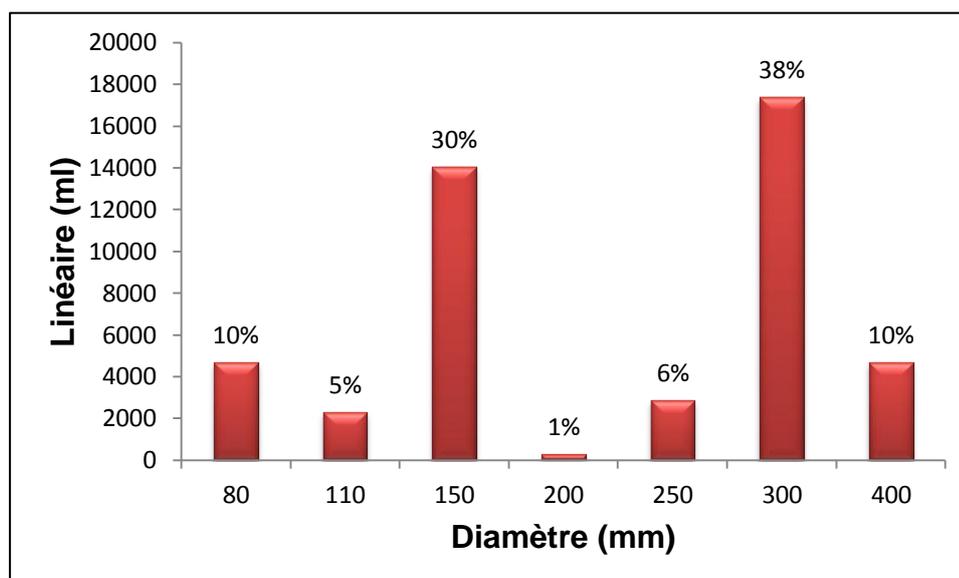


Figure V.6. Linéaire des conduites d'adduction par diamètre.

La figure V.6 définit l'état réel du linéaire en fonction du diamètre des conduites. Le diamètre 300 mm prime avec un linéaire de 17400 ml avec un pourcentage de 38%, suivi par le diamètre 150 mm avec un linéaire de 14068 ml et un pourcentage de 30%, et 80 mm avec un linéaire de 4688 ml et un pourcentage de 10%. Et pour le diamètre 400 mm et 4674 ml avec un pourcentage de 10%.

V.4.3 Etat actuel des stations de traitement

La station de traitement d'Ain Tin est alimentée par le barrage de Beni Haroun. Cette dernière permet d'approvisionner plusieurs villes en eau potable dont les villes de Mila et Grarem. La conduite d'adduction qui alimente Mila a comme point de chute le réservoir de Sennaoua Supérieur.(source : ADE)

Les caractéristiques de la station sont représentées dans tableau V.5.

Tableau V.5. Caractéristiques de la station de traitement.

Nom de la station	Capacité installée (m ³ /j)	Capacité actuelle (m ³ /j)	Produit de traitement	Superficie de la station	Année de mise en service	Etat
Station de traitement Ain Tin	64500	62000	Sulfate d'alumine, polymère, permanganate, NaCl, chaux	149500 m ³	2008	moyen

- Les équipements de la station sont en bon état.

V.4.4 Etat actuel des stations de pompages

Les stations de pompage existantes dans notre système d'adduction sont :

Station de pompage d'Ain Tin, station de pompage Lemkhout, station de pompage Kripsa et la station de pompage Boudjerrar.(source : ADE)

a) Station de pompage d'Ain Tin

La station de pompage Ain Tin a été réhabilitée en 1985. Cette station requiert des travaux de réhabilitation en raison de l'état défectueux des équipements et accessoires de fontainerie : fuites au niveau des garnitures mécaniques des pompes, fuites au niveau de certaines vannes, clapets ou brides, boulonnerie corrodée, plusieurs manomètres hors service.

L'armoire de commande sera reconditionnée pour les besoins de la télégestion.

Les caractéristiques de la station d'Ain Tin sont représentées dans le tableau V.6.

Tableau V.6. Caractéristiques de la station d'Ain Tin.

Station de pompage	Année de mise en service	Nombre de GEP	marque de pompe	marque de moteur	puissance (Kw)	Q (l/s)	HMT (m)	Etat
Ain Tin	1985	3	Caprari	Leroy Sommer	75	44	105	mauvais

b) Station de pompage Lemkhout

Cette station a été réhabilitée récemment en 2004. Les équipements sont en bon état à l'exception des clapets qui ne sont pas étanches et devront être remplacés.

Pour les besoins de la télégestion, on prévoira un asservissement en fonction du niveau du réservoir de Sennaoua supérieur pour démarrer et arrêter les pompes en fonction de seuils programmés sur ce niveau.

Les caractéristiques de la station de pompage Lemkhout sont représentées dans le tableau V.7.

Tableau V.7.Caractéristiques de la station Lemkhout.

Station de pompage	Année de mise en service	Nombre de GEP	marque de pompe	marque de moteur	puissance (Kw)	Q (l/s)	HMT (m)	Etat
Lemkhout	2004	3	KSB	Siemens	75	40	82,4	Bon

c) Station de pompage Kripsa

Cette station a été mise en service en 1989. Elle été équipée à l'origine de 4 groupes électropompes (Q=106 l/s). 3 sont actuellement opérationnels, la 4^{ème} est immobilisée pour cause d'avarie sur un palier.

Cette station refoule vers la station de reprise de Boudjerrar.

Les caractéristiques de la station Kripsa est représenté dans le tableau V.8.

Tableau V.8. Caractéristiques de la station Kripsa.

Station de pompage	Année de mise en service	Nombre de GEP	marque de pompe	marque de moteur	puissance (Kw)	Q (l/s)	HMT (m)	Etat
Kripsa	1989	4	KSB	SIEMENS	500	106	290	Bon

d) Station de pompage Boudjerrar

Cette station à été mise en service en 1989 et construite sur un modèle identique à la station de Kripsa.

La commande des forages d'Arres se fera depuis l'armoire de commande par bouton poussoir.

La station de Boudjerrar refoule vers le réservoir 2 X 3000 d'El Kharba supérieur.

Les caractéristiques de la station Boudjerrar est représenté dans le tableau V.9.

Tableau V.9. Caractéristiques de la station Boudjerrar.

Station de pompage	Année de mise en service	Nombre de GEP	marque de pompe	marque de moteur	puissance (Kw)	Q (l/s)	HMT (m)	Etat
Boudjerrar	1989	4	KSB	SIEMENS	500	106	290	Bon

V.5 Simulation de réseau d'adduction existant

La simulation de réseau d'adduction existant est représentée sur la figure V.7.

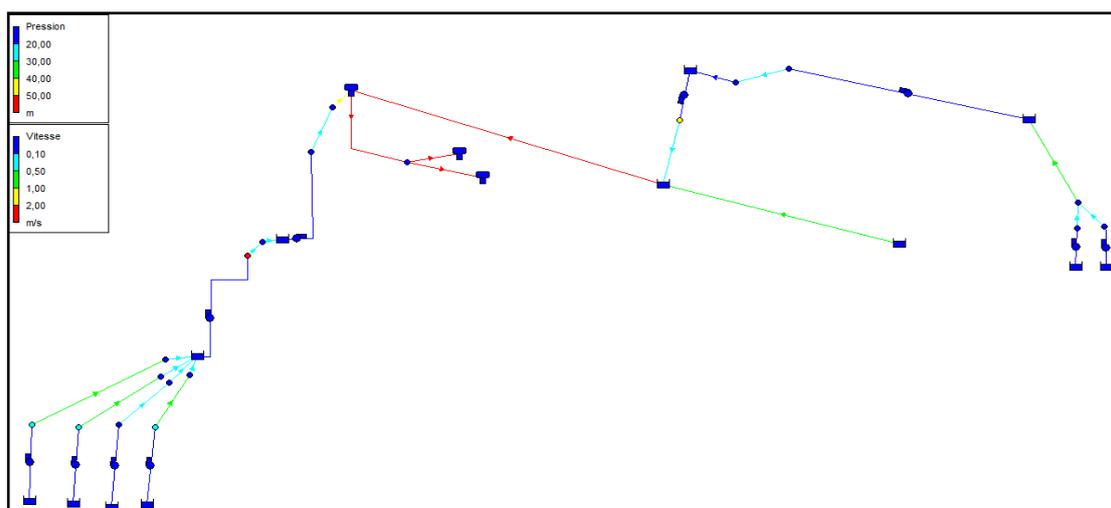


Figure V.7. Simulation du réseau d'adduction existant.

Les résultats de simulation sont représentés dans les tableaux V.10 et V.11.

Tableau V.10. Résultat des Nœud du réseau d'adduction existant.

ID Nœud	Etat des Nœuds du Réseau			
	Altitude (m)	Demande (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
N1	213,11	0	241,58	28,47
N2	211,69	0	231,98	20,29
N3	204,81	0	222,36	17,55
N4	200,76	0	222,67	21,91
N5	435	106	494,52	59,52
N7	664	106	674,75	10,75
N8	555	27	552,02	-2,98
N9	624	0	637,23	13,23
N10	555	27	552,02	-2,98
N16	670,92	0	672,93	2,01
N17	517,99	0	524,73	6,74
N18	637	12,22	637	0
N19	662	40	703,32	41,32
N20	550	0	552	2
Rés Kharba	670,92	-280,48	672,92	2
Rés parc	517,99	340,15	520,99	3
Rés Oliver	493	118,43	497	4

Tableau V.11. Résultat des Arcs du réseau d'adduction existant.

ID Arc	Etat des Arcs du Réseau			
	Longueur (m)	Diamètre(mm)	Débit(l/s)	Vitesse(m/s)
P1	39,36	300	27,44	0,39
P2	1283,19	300	15,29	0,22
P3	8558,91	80	4,18	0,83
P4	2684,08	300	141,51	2
P5	2018,02	300	458,58	6,49
P6	40	300	27,45	0,39
P7	4221	250	43,49	0,89
P8	4221	300	50,04	0,71
P9	2337	300	22,32	0,32
P10	1406	350	49,16	0,51
P18	5079,9	400	36,59	0,29
P19	10612,64	150	8,68	0,49
P20	2447,93	300	10,37	0,15
P21	5,74	200	340,15	10,83
P22	300	200	118,43	3,77

V.6 Remarque et solution

D'après les résultats du tableau V.10 et V.11 on a constaté que les vitesses d'écoulement du réservoir Kharba vers le réservoir Parc ADE et Olivier sont élevées d'où la nécessité de dimensionner le diamètre de tel sorte à avoir des vitesses admissibles.

On a remarqué des dépressions au niveau des nœuds 8 et 10 juste à la sortie des forages Ain Tin, Pour éviter cette dépression on diminue les diamètres jusqu'au 100 mm.

V.6.1 Calcul du diamètre avantageux

Afin de recalculer les diamètres des conduites on a supposé que pour une vitesse admissible de 1m/s. Les calculs sont représentés dans le tableau V.12.

Tableau V.12 Calcul des diamètres avantageux.

	cote amont	cote aval	L	ΔH_t	Q	V	D	DN
R Kharba- N17	708,5	517,99	2018,02	73,43	0,459	1	0,764	800
Kharba- parc	679,76	522,32	5,74	652,37	0,340	1	0,658	700
Kharba- olivier	679,76	498,85	300	92,45	0,118	1	0,388	400

La vérification de la vitesse des diamètres normalisés est nécessaire. Le calcul est représenté dans le tableau V.13.

Tableau V.13 Calcul des nouvelles vitesses.

	D	Q	S	V
R Kharba- N17	0,8	0,459	0,502	0,913
Kharba- parc	0,7	0,340	0,385	0,884
Kharba- olivier	0,4	0,118	0,126	0,943

V.7 Profil en long des conduites d'adduction

Les profils en long des conduites d'adduction sont représentés sur les planches 2 à 8

On a pu installer sur les profils en long les équipements hydrauliques tels que Ventouses, vidange et vanne de sectionnement.

Ces équipements vont être installés dans des chambres appelés chambre de ventouses, de vidange et chambre de vanne de sectionnement.

V.8 Hauteur manométrique des pompes

On a pu tracer les courbes caractéristiques des pompes à l'aide de logiciel Epanet. Les différentes caractéristiques des pompes sont représentées sur les figures V.8 à V.17.

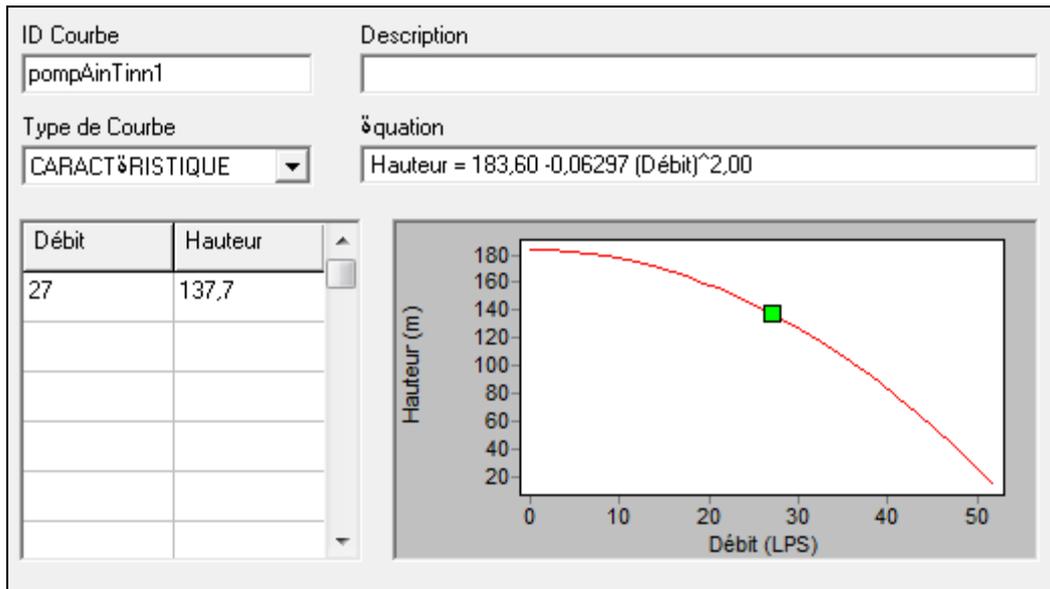


Figure V.8. Courbe caractéristique de la pompe Ain Tin 1

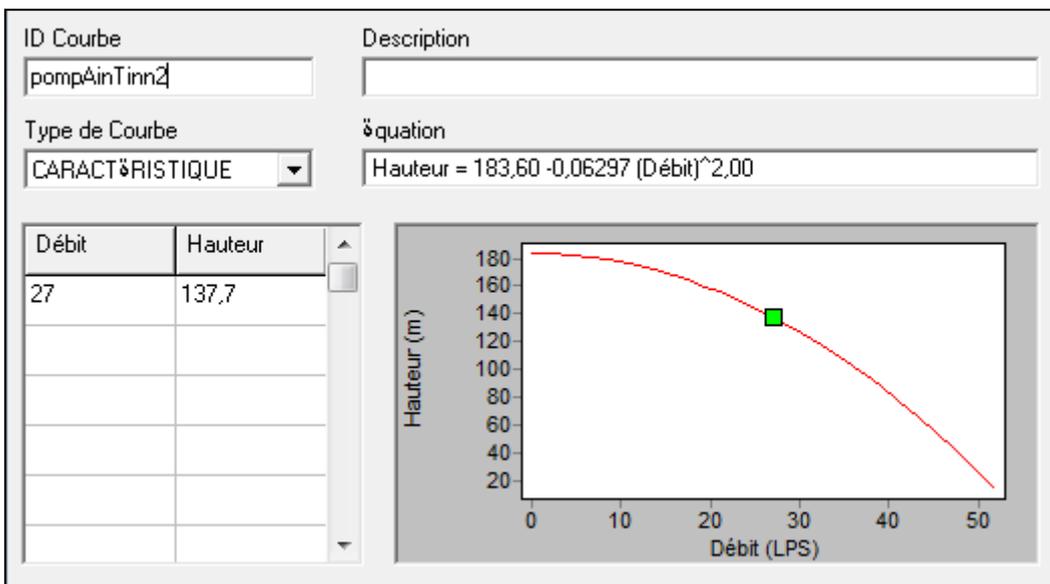


Figure V.9. Courbe caractéristique de la pompe Ain Tin 2.

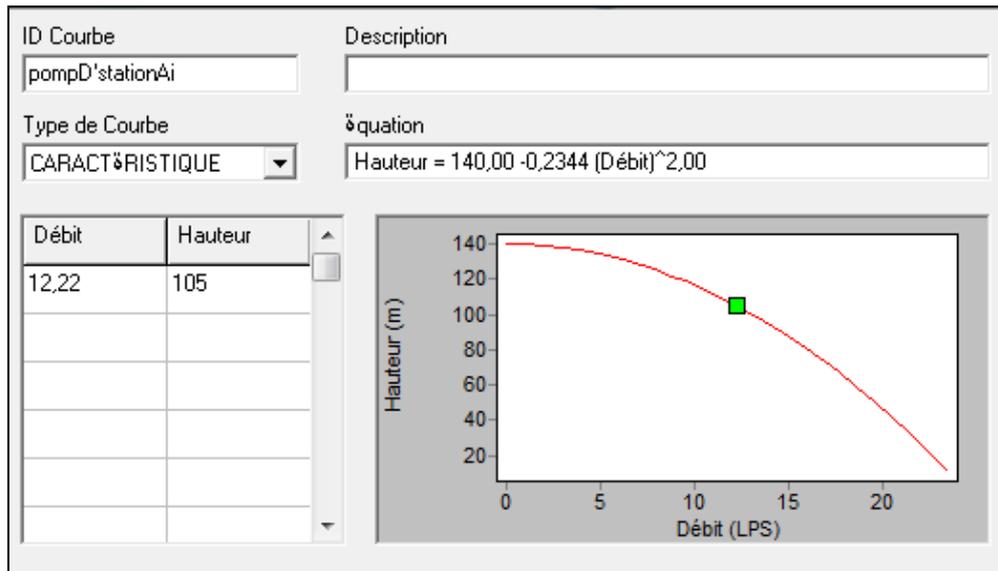


Figure V.10. Courbe caractéristique de la pompe de la station de pompage Ain Tin.

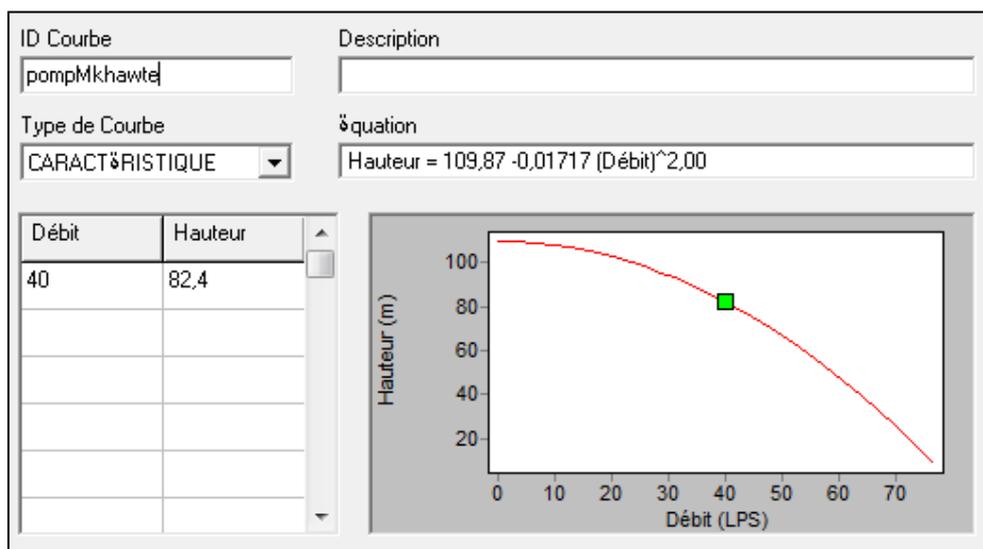


Figure V.11. Courbe caractéristique de la pompe de la station de reprise Mekhawet.

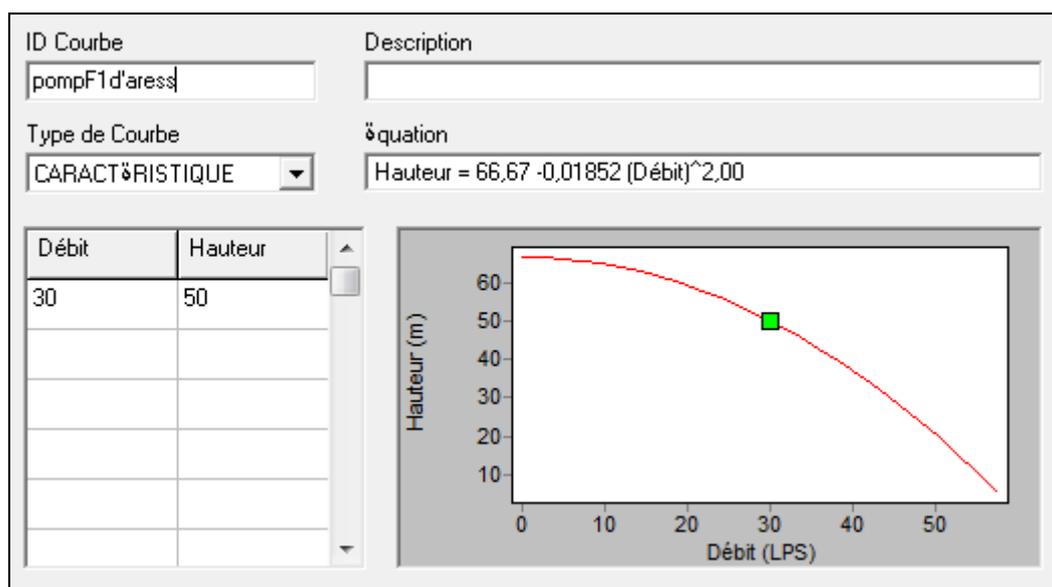


Figure V.12. Courbe caractéristique de la pompe de Forage1 d'Aress.

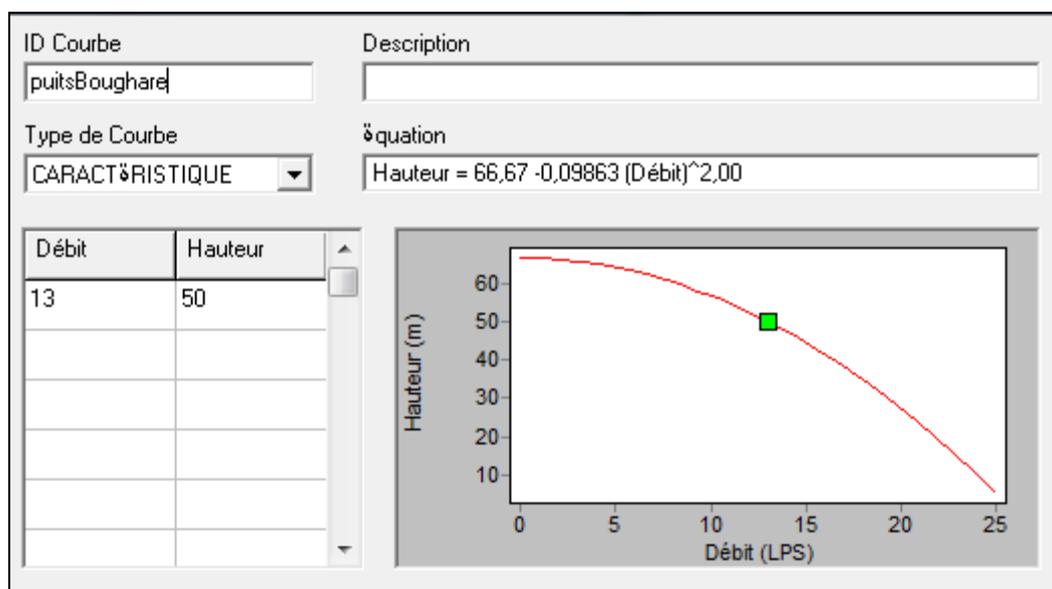


Figure V.13. Courbe caractéristique de la pompe de puits Bougherdain d'Ares.

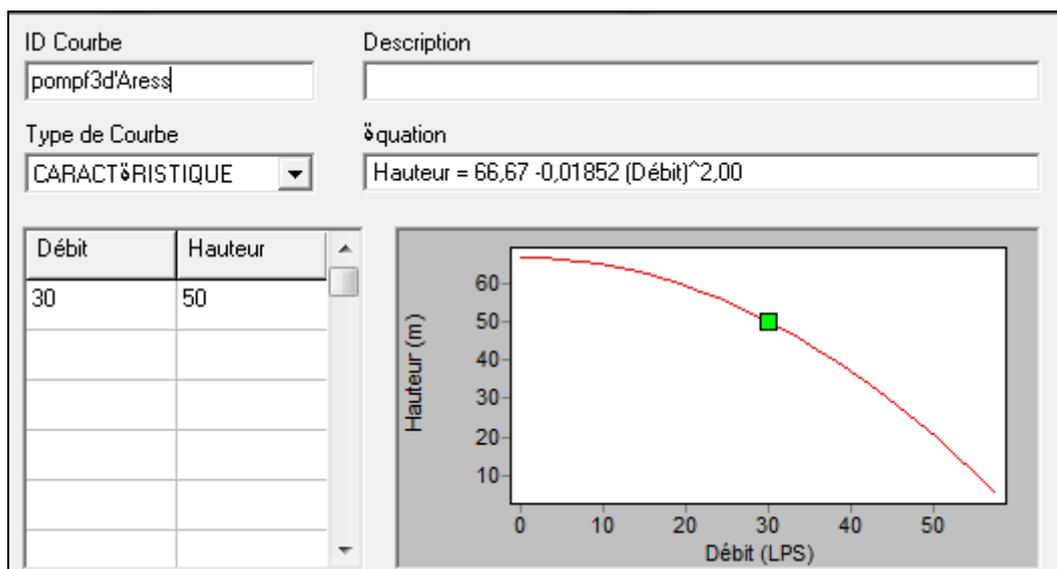


Figure V.14. Courbe caractéristique de la pompe de forage 3 d'Aress.

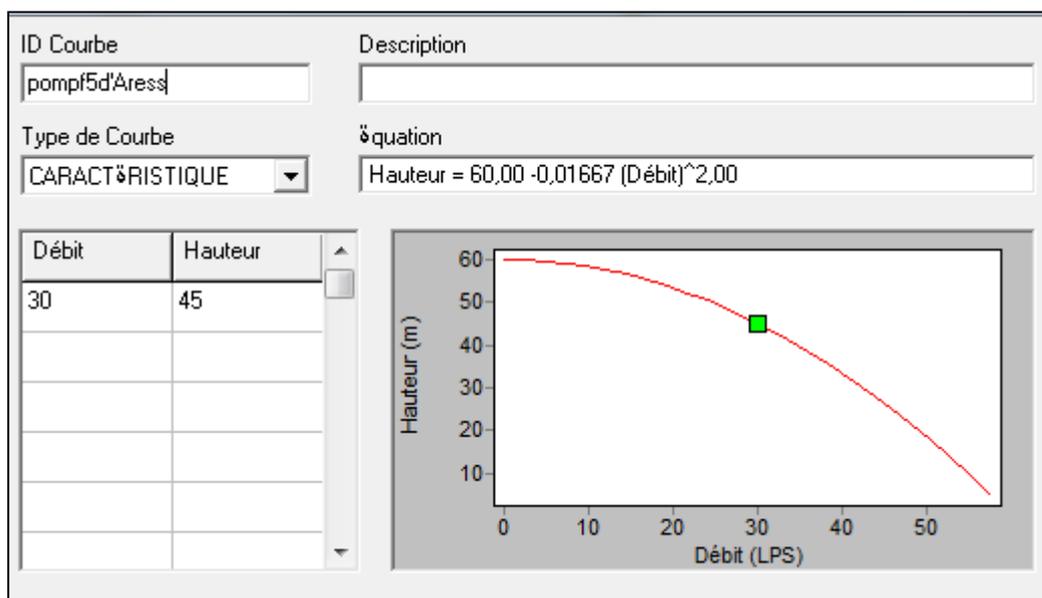


Figure V.15. Courbe caractéristique de la pompe de forage 5 d'Ares.

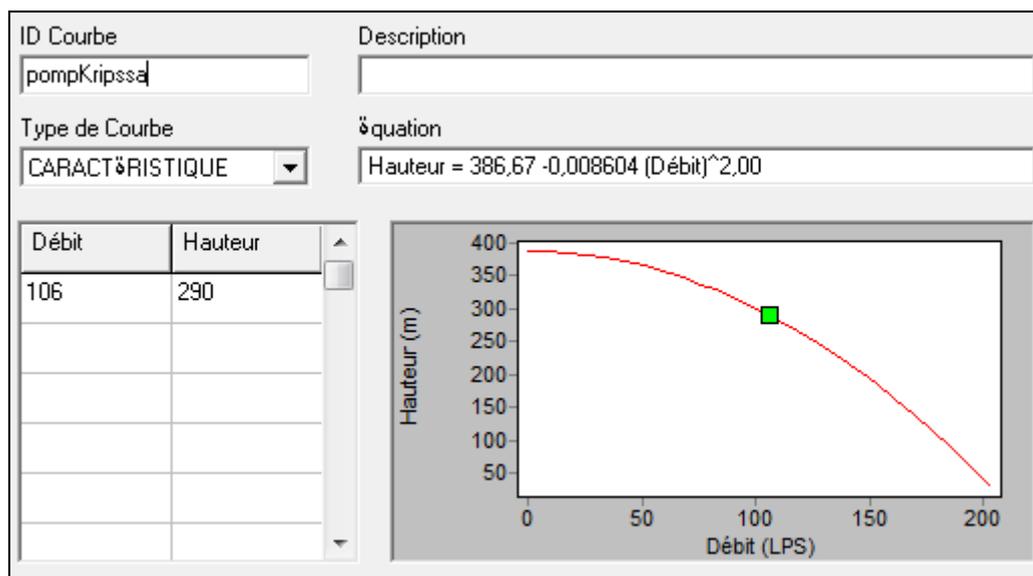


Figure V.16. Courbe caractéristique de la pompe de la station de reprise Kripssa.

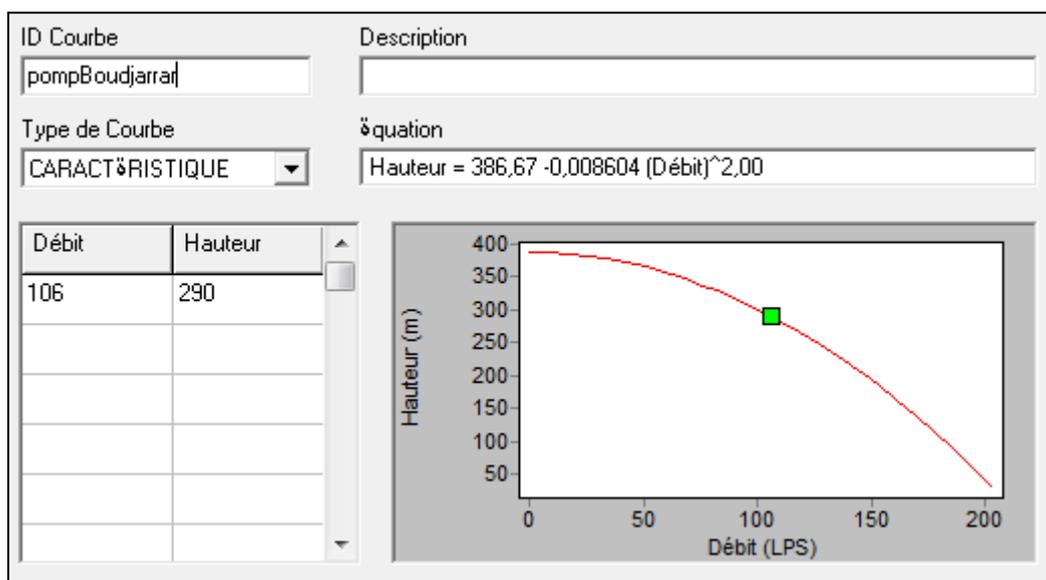


Figure V.17. Courbe caractéristique de la pompe de la station de reprise Boudjarrar.

V.9 Conclusion

Ce chapitre nous a permis de faire un diagnostic de système d'adduction vis-à-vis les conduites d'adduction, station de pompage et les ressources en eau.

La simulation de système existant nous a permis de détecter les anomalies, de point de vue pression et vitesse, de fonctionnement de système d'adduction afin de proposer des solutions pertinentes.

Chapitre VI

Les réservoirs

VI.1 Introduction

Le stockage dans les systèmes de distribution est l'accumulation en un point de quantité d'eau pour résoudre un problème technique et/ou un problème économique (coût de l'énergie).

Sur le plan hydraulique le stockage peut être :

- un réservoir : ouvrage posé au sol, semi-enterré, enterré ;
- un château d'eau : ouvrage surélevé selon les besoins, dont la hauteur peut atteindre plusieurs dizaines de mètres.

VI.2 Définition

Les réservoirs constituent les organes régulateurs de pression et de débit entre le régime de production et le régime de consommation. Ainsi, un réservoir est principalement utilisé en tant que liaison entre un ouvrage de production dont le fonctionnement est d'autant meilleur qu'il lui est demandé de fournir un débit constant dans le temps et un réseau de distribution dont le débit est soumis à la demande aléatoire des consommateurs.

Ils peuvent être réalisés selon le cas, en maçonnerie, en béton ordinaire ou précontraint, ou en acier pour de petites capacités.

VI.3 Rôle des réservoirs

✚ Ils permettent d'emmagasiner l'eau lorsque la consommation inférieure à la production, et la restituent lorsque la consommation devient supérieure à la production. [4]

✚ Les réservoirs permettent, outre une régularité de fonctionnement des groupes de pompage, de profiter au maximum du tarif de nuit en énergie électrique.

✚ Les réservoirs, à partir d'une certaine capacité, comportent deux compartiments pour les faciliter leur nettoyage (minimum une fois par an) et leurs réparations.

✚ Assurer l'alimentation du réseau en cas de panne ou de l'arrêt des ouvrages situés à l'amont.

✚ Satisfaire les conditions de pression en tout point du réseau de distribution.

✚ Maintenir l'eau à l'abri des risques de contamination et préserver contre les fortes variations de température.

✚ Assurer une réserve d'incendie.

✚ Possibilité d'injection du chlore.

VI.4 Emplacement des réservoirs

L'emplacement du réservoir doit concilier deux contraintes :

- se situer au centre de la zone desservie pour minimiser la longueur et le diamètre des conduites principales.
- être construit au point géométriquement le plus haut de la zone couverte afin de minimiser sa hauteur par rapport au terrain naturel.

La surélévation d'un réservoir a un impact important sur son coût de construction. Lorsque la zone est un terrain plat la solution optimale consiste à placer le réservoir au centre de gravité du réseau de distribution.

VI.5 Principe de fonctionnement des réservoirs

Les réservoirs ont pour fonction principale de résorber ou d'atténuer les phénomènes transitoires préjudiciables au fonctionnement des installations et d'écrêter les phénomènes cycliques dus au comportement des usagers. Ils participent à la sécurisation du système de distribution, à la continuité du service et à l'amélioration de sa qualité.

VI.6 Etat actuelle des réservoirs

L'état actuel des réservoirs est représenté dans les tableaux VI.1 et VI.2.
(source : ADE)

Tableau VI.1. Caractéristiques des réservoirs.

Nom de réservoir	Capacité (m ³)	Point de production	Point de chloration	Description du réservoir
Parc ADE	2x500	BBH	Manuel	Réservoir semi enterré en béton arme, a couverture par coupole
Les oliviers	1000	BBH	Manuel	Réservoir semi enterré en béton arme, a couverture par coupole
Ain Tin	2x500	BBH	Manuel	Réservoir semi enterré en béton arme, a couverture par coupole
Lemkhouat	1000	BBH	Manuel	Réservoir semi enterré en béton arme, a couverture par coupole
Kripsa	2x500	BBH	Manuel	Réservoir semi enterré en béton arme, a couverture par coupole
Boudjerrar	2x500	BBH	Manuel	Réservoir semi enterré en béton arme, a couverture par coupole

Sennaoua supérieur	2x750	BBH	Manuel	Réservoir semi enterré en béton arme, a couverture par coupole
Kharba supérieur	2x3000	BBH	Manuel	Réservoir semi enterré en béton arme, a couverture par coupole

Tableau VI.2. Principaux problèmes observés.

Nom de réservoir	problèmes observés
Parc ADE	<ul style="list-style-type: none"> - Absence d'éclairage. - Absence de poste de garde. - Mauvais grillage moustiquaire. - Mauvaise peinture. - Absence d'étanchéité extradossée. - Mauvaises passerelle d'accès aux vannes. - Absence de la couverture de coupole. - Mauvais support de sécurité. - Infiltrations d'eau à travers le béton de la coupole et de l'acrotère. - Enrobage des aciers insuffisant en intrados de coupole.
Les oliviers	<ul style="list-style-type: none"> -Absence d'éclairage et escaliers. -Fissuration sur le mur de clôture. -Mauvais grillage moustiquaire. -Mauvaise peinture. -Etanchéités mauvaise. -Mauvaises passerelle d'accès aux vannes. -Absence de la couverture de coupole. -Mauvais support de sécurité.
Lemkhouat	<ul style="list-style-type: none"> -absence d'éclairage. -absence des parties de mure de clôture. -mauvais grillage moustiquaire. -mauvaise peinture. -étanchéités mauvaise. -mauvaises passerelle d'accès aux vannes. -absence de la couverture de coupole. -mauvais support de sécurité.
Sennaoua supérieur	<ul style="list-style-type: none"> -absence d'éclairage. -absence la couverture de la coupole. -fissuration sur le mur de clôture. -mauvais grillage moustiquaire. -mauvaise peinture. -étanchéités mauvaise. -mauvaises passerelle d'accès aux vannes. -absence de la couverture de coupole. -mauvais support de sécurité.

Kharba supérieur	<ul style="list-style-type: none">-absence d'éclairage.-absence de poste de garde.-fissuration sur le mur extérieure du réservoir.-mauvais grillage moustiquaire.-mauvaise peinture.-étanchéités mauvaise.-mauvaises passerelle d'accès aux vannes.-absence de la couverture de coupole.-absence de support de sécurité.
-------------------------	--

Les différentes photos des réservoirs sont représentées sur les figures VI.1 à VI.7



Figure VI.1. Vue générale de réservoir Parc ADE.



Figure VI.2. Chambre des vannes réservoir Parc ADE.



Figure VI.3. Chambre des vannes réservoir Olivier.



Figure VI.4. L'entrée du réservoir Olivier.



Figure VI.5. Conduite d'arrivée des eaux des forages d'Arres (Réservoir Kharba Supérieur).



Figure VI.6. Différentes fissures sur le mur extérieur du réservoir Kharba supérieur.



Figure VI.7. Chambre de visite du réservoir Sennaoua supérieur.

VI.7 Détermination de la capacité des réservoirs

Un réservoir doit être dimensionné pour répondre aux fonctions qui lui sont demandés depuis sa mise en service jusqu'aux conditions les plus exigeantes.

La capacité de stockage sur les réseaux de distribution est comprise entre 25% et 50%, avec une moyenne le 33%, de la consommation journalière de pointe. Elle se compose de trois éléments représentés sur la figure VI.8.

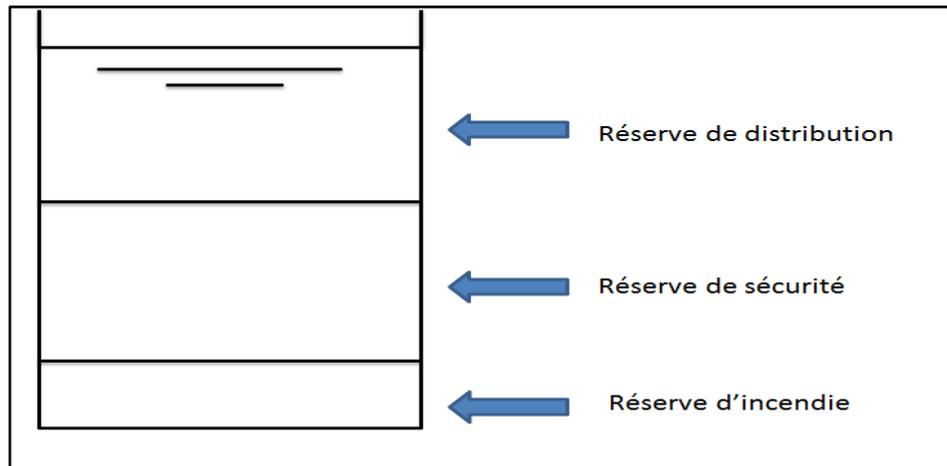


Figure VI.8. Stockage des réservoirs.

Pour estimer la capacité de réservoir on utilise la formule suivant :

$$V_r = V_u + V_s + V_{inc}$$

Avec :

V_r : Volume de réservoir en m^3 .

V_u : Volume de distribution (utile) en m^3 .

V_s : Volume de sécurité en m^3 .

V_{inc} : Volume d'incendie en m^3 .

VI.7.1 Réserve de distribution (utile)

La capacité théorique de la réserve de distribution est fonction du débit d'adduction et des fluctuations du débit de distribution.

Différentes méthodes peuvent être utilisées pour le calcul de la capacité utile des réservoirs.

- La méthode graphique, qui tient compte de la courbe de consommation totale déduite à partir des coefficients des variations horaires de la consommation et de la courbe d'apport de débit pompé.
- La méthode simplifiée est le résultat de l'expérience de chaque pays. Elle est consacrée par l'usage et peut être utile, surtout pour les localités où il n'existe pas encore de données statistiques conséquentes.
- La méthode analytique, le fonctionnement du système est simulée au cours d'une journée afin de déceler à des pas de temps prédéterminés les déficits et les surplus de volume non consommés.

VI.7.1.1 La méthode analytique

Elle est basée essentiellement sur les coefficients horaires, Ces derniers sont fonction des heures de la journée ainsi que le nombre d'habitant.

Le volume utile est calculé par la formule suivant :

$$V_u = |\Delta V^+|_{\max} + |\Delta V^-|_{\max}$$

Les calculs sont représentés dans le tableau VI.3 et VI.4.

Tableau VI.3. Calcul de volume de distribution du réservoir Parc ADE.

Heurs	ah en %	Volume partielle en m ³		Volume cumulé en m ³		Différence en m ³	
		apport (m ³)	consommation (m ³ /j)	apport (m ³)	consommation (m ³ /j)	ΔV^+	ΔV^-
0_1	1,5	282,555	101,720	282,555	101,720	180,835	
1_2	1,5	282,555	101,720	565,110	203,440	361,670	
2_3	1,5	282,555	101,720	847,665	305,159	542,506	
3_4	1,5	282,555	101,720	1130,220	406,879	723,341	
4_5	2,5	282,555	169,533	1412,775	576,412	836,363	
5_6	3,5	282,555	237,346	1695,330	813,758	881,572	
6_7	4,5	282,555	305,159	1977,885	1118,918	858,967	
7_8	5,5	282,555	372,973	2260,440	1491,890	768,550	
8_9	6,25	282,555	423,833	2542,995	1915,723	627,272	
9_10	6,25	282,555	423,833	2825,550	2339,555	485,995	
10_11	6,25	282,555	423,833	3108,105	2763,388	344,717	
11_12	6,25	282,555	423,833	3390,660	3187,220	203,440	
12_13	5	282,555	339,066	3673,215	3526,286	146,929	
13_14	5	282,555	339,066	3955,770	3865,352	90,418	
14_15	5,5	282,555	372,973	4238,325	4238,325	0,000	
15_16	6	282,555	406,879	4520,880	4645,204		-124,324
16_17	6	282,555	406,879	4803,435	5052,083		-248,648
17_18	5,5	282,555	372,973	5085,990	5425,056		-339,066
18_19	5	282,555	339,066	5368,545	5764,122		-395,577
19_20	4,5	282,555	305,159	5651,100	6069,281		-418,181
20_21	4	282,555	271,253	5933,655	6340,534		-406,879
21_22	3	282,555	203,440	6216,210	6543,974		-327,764
22_23	2	282,555	135,626	6498,765	6679,600		-180,835
23_24	1,5	282,555	101,720	6781,320	6781,320		0,000

Donc :

$$V_u = |881.572| + |-418.181| = 1299.753\text{m}^3$$

Tableau VI.4. Calcul le volume de distribution de réservoir Olivier.

Heurs	ah en %	Volume partielle en m ³		Volume cumulé en m ³		Différence en m ³	
		apport (m ³)	consommation (m ³ /j)	apport (m ³)	consommation (m ³ /j)	ΔV^+	ΔV^-
0_1	1,5	351,056	126,380	351,056	126,380	224,676	
1_2	1,5	351,056	126,380	702,112	252,760	449,352	
2_3	1,5	351,056	126,380	1053,169	379,141	674,028	
3_4	1,5	351,056	126,380	1404,225	505,521	898,704	
4_5	2,5	351,056	210,634	1755,281	716,155	1039,126	
5_6	3,5	351,056	294,887	2106,337	1011,042	1095,295	
6_7	4,5	351,056	379,141	2457,393	1390,182	1067,211	
7_8	5,5	351,056	463,394	2808,449	1853,577	954,873	
8_9	6,25	351,056	526,584	3159,506	2380,161	779,345	
9_10	6,25	351,056	526,584	3510,562	2906,745	603,817	
10_11	6,25	351,056	526,584	3861,618	3433,329	428,289	
11_12	6,25	351,056	526,584	4212,674	3959,914	252,760	
12_13	5	351,056	421,267	4563,730	4381,181	182,549	
13_14	5	351,056	421,267	4914,786	4802,448	112,338	
14_15	5,5	351,056	463,394	5265,843	5265,843	0,000	
15_16	6	351,056	505,521	5616,899	5771,363		-154,465
16_17	6	351,056	505,521	5967,955	6276,884		-308,929
17_18	5,5	351,056	463,394	6319,011	6740,278		-421,267
18_19	5	351,056	421,267	6670,067	7161,546		-491,479
19_20	4,5	351,056	379,141	7021,123	7540,686		-519,563
20_21	4	351,056	337,014	7372,180	7877,700		-505,521
21_22	3	351,056	252,760	7723,236	8130,461		-407,225
22_23	2	351,056	168,507	8074,292	8298,968		-224,676
23_24	1,5	351,056	126,380	8425,348	8425,348		0,000

Donc :

$$V_u = |1095.295| + |-519.563| = 1614.858 \text{ m}^3$$

VI.7.2 Réserve d'incendie

Tout réservoir devra comporter une réserve d'incendie. En conséquence, la réserve minimale à prévoir est de 120 m³.

VI.7.3 Réserve de sécurité

Un réservoir de distribution situé à l'aval d'une station de pompage doit disposer d'une réserve de sécurité suffisante pour assurer la distribution pendant la durée d'une défaillance de la station de pompage. Pour calculer cette réserve on utilise la formule suivante :

$$V_s = (10 \div 15)\% (V_u + V_{inc})$$

Réservoir Parc ADE

$$V_s = 12\% (1299.753 + 120) = 170.370 \text{ m}^3$$

Réservoir Olivier

$$V_s = 12\% (1614.858 + 120) = 208.183 \text{ m}^3$$

D'après le calcul de différents réserves constituent le réservoir d'eau potable, on peut déterminer la capacité totale de réservoir :

Réservoir Parc ADE

$$V_r = 1299.753 + 170.370 + 120$$

$$V_r = 1590.123 \text{ m}^3$$

$$\approx 1500 \text{ m}^3$$

Réservoir Olivier

$$V_r = 1614.858 + 208.183 + 120$$

$$V_r = 1943.041 \text{ m}^3$$

$$\approx 2000 \text{ m}^3$$

Remarque :

A partir de ces résultats, on a constaté que le volume de stockage nécessaire pour la satisfaction des besoins de cette agglomération est supérieur au volume de stockage disponible. A cet effet, nous recommandons la construction d'un nouveau réservoir de volume 1500 m³.

VI.8 Dimensionnement du réservoir

Pour la détermination du diamètre de la cuve et la hauteur d'eau on utilise les formules suivantes :

$$S = \frac{V_r}{h_e}$$

Avec :

S : La section de réservoir.

V_r : Volume de réservoir.

h_e : La hauteur de la colonne d'eau.

Réservoir Parc ADE

$$V_r = 1500 \text{ m}^3 .$$

$$h_e = 6 \text{ m} .$$

Donc :

$$S = \frac{1500}{6} = 250 \text{ m}^2$$

Sachant que :

$$S = \frac{\pi D^2}{4}$$

D : Diamètre de la cuve (m).

Nous avons :

$$D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}}$$

Donc :

$$D = \sqrt{\frac{4 * 250}{3.14}} = 17.846 \text{ m} \approx 18 \text{ m}$$

$$D = 18 \text{ m}$$

Pour le diamètre obtenu (D = 18 m) la nouvelle section de la cuve est donnée toujours par la relation

$$S = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$S = \frac{3.14 \times (18)^2}{4} = 254,34 \text{ m}^2$$

$$S = 254.34 \text{ m}^2$$

D'où la hauteur d'eau est :

$$S = \frac{V}{h_e}$$

$$h_e = \frac{V}{S} = \frac{1500}{254,34}$$

$$h_e = 5.9 \text{ m}$$

Réservoir Olivier

$$V_r = 2000 \text{ m}^3 .$$

$$h_e = 6.3 \text{ m} .$$

Donc :

$$S = \frac{2000}{6.3} = 317.46 \text{ m}^2$$

Sachant que :

$$S = \frac{\pi D^2}{4}$$

D : Diamètre de la cuve (m).

Nous avons :

$$D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}}$$

Donc :

$$D = \sqrt{\frac{4 * 317.46}{3.14}} = 20.11 \text{ m} \approx 20.5 \text{ m}$$

$$D = 20.5 \text{ m}$$

Pour le diamètre obtenu (D = 20.5 m) la nouvelle section de la cuve est donnée toujours par la relation

$$S = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$S = \frac{3.14 \times (20.5)^2}{4} = 329,9 \text{ m}^2$$

$$S = 329.9 \text{ m}^2$$

D'où la hauteur d'eau est :

$$S = \frac{V}{h_e}$$

$$h_e = \frac{V}{S} = \frac{2000}{329.9}$$

$$h_e = 6.06 \text{ m}$$

VI.9 Bilan de stockage-besoins

La région d'étude sera alimentée à partir des réservoirs Parc ADE ($2 \times 500 \text{ m}^3$) et le réservoir Olivier (1000 m^3).

Les résultats de calcul des besoins de stockage à différents horizons sont représentés dans le tableau VI.15.

Tableau VI.5 Calcul des besoins de stockage à différents horizons.

Année	2008	2015	2020	2025	2030	2045	Observations
$Q_{\text{moyj}} \text{ (m}^3/\text{j)}$	6764.170	7481.290	8044.618	8654.515	9314.698	11640.586	Les apports disponibles sont insuffisants
Stockage nécessaire (m^3)	3382.085	3740.645	4022.309	4327.258	4657.349	5820.293	
Stockage disponible	2000	2000	2000	2000	2000	2000	
Déficit	-1382,085	-1740,645	-2022,309	-2327,258	-2657,349	-3820,293	

On remarque que d'après le tableau VI.17 que le stockage disponible actuellement est insuffisant à partir de l'année 2008 jusqu'à l'année 2045, pour cela il nécessaire de prévoir d'autre réserve de stockage.

VI.10 Equipements de réservoir

Un réservoir doit avoir les équipements suivants pour faciliter son exploitation :

- un système d'arrêt de son alimentation : robinet à flotteur, vanne à commande hydraulique ou vanne à commande électrique ;
- un compteur de distribution, facilement accessible afin de mesurer les volumes d'eau distribués ;
- Un robinet de prise pour l'analyse de la qualité de l'eau sera placé sur la conduite de distribution ;
- une conduite de soutirage de la réserve d'incendie dont le dispositif d'ouverture est la disposition permanente des sapeurs pompiers ;
- une conduite de trop plein ;
- une conduite de vidange munie de vanne, dont le système de manœuvre est protégé n'est accessible que par les agents de la société de distribution ;
- un by-pass entre la conduite d'adduction et la conduite de distribution afin d'assurer la continuité du service pendant l'entretien du château d'eau ;
- un système de mesure du volume d'eau contenue dans le réservoir ;

VI.11 Conclusion

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

A partir de ce chapitre, on remarqué un déficit de stockage. Pour cela, on a proposé la construction d'un réservoir de volume 1500 m³ pour la satisfaction des besoins de l'agglomération de notre région d'étude.

Chapitre VII

Protection des conduites

VII.1 Introduction

L'interruption de l'alimentation en eau potable, même temporaire, au sein d'une agglomération urbaine entraîne des problèmes majeurs.[5]

Une cause possible de coupure de l'approvisionnement d'eau est la rupture de la conduite principale.

VII.2 Protection des conduites contre la corrosion

La prévention de la corrosion doit être envisagée dès la phase de conception d'une installation. En effet, des mesures préventives prises au bon moment permettent d'éviter de nombreux problèmes lorsqu'il s'agit de garantir une certaine durée de vie à un objet. [6]

Parmi les moyens employés pour lutter contre la corrosion, la protection électrochimique doit son originalité au fait qu'elle consiste à agir de manière contrôlée sur les réactions d'oxydation et de réduction qui se produisent lors du phénomène de corrosion. En effet, cette méthode consiste à imposer au métal à protéger une valeur de potentiel pour laquelle la vitesse d'attaque devient très faible, voire nulle. On distingue la protection cathodique qui consiste à abaisser le potentiel d'électrode du métal, et dont le principe est connu depuis longtemps puisque les premières observations de ce phénomène sont dues à monsieur H. Davy qui remarqua en 1824 que lorsque deux métaux différents (Cu et Zn) plongés dans un milieu corrosif sont reliés électriquement, la vitesse de corrosion de l'un augmente alors que celle de l'autre diminue. Peu après, H. Becquerel préconisa l'utilisation de lames de zinc pour la protection des conduites en fonte. La protection anodique, d'origine plus récente, repose sur l'aptitude à la passivation du matériau dans le milieu considéré.

VII.3 Le coup de bélier

Dans un réseau de conduites véhiculant un fluide sous pression, si l'on modifie localement les conditions d'écoulement, comme par exemple une mise en route ou arrêt d'une pompe, manœuvre d'une vanne... etc., on introduit dans le fluide une discontinuité portant sur les paramètres de cet écoulement, à savoir la pression et le débit. C'est sous le vocable de coup de bélier que l'on regroupe l'ensemble de ces phénomènes transitoires, désignant ainsi une variation brutale du régime d'écoulement et pouvant avoir des conséquences fâcheuses telles que la rupture de canalisations et la détérioration d'appareils traversés par le fluide. Il est donc capital de prévoir et d'étudier ces phénomènes transitoires afin de réduire leurs effets par l'utilisation de dispositifs spéciaux et le dimensionnement correct des différents composants d'une installation hydraulique.

L'une des installations les plus vulnérables à ce phénomène est bien la station de pompage ou d'élévation des eaux. Pour pallier aux risques néfastes des régimes transitoires, plusieurs dispositifs anti-bélier sont utilisés. Excepté le cas des faibles

hauteurs d'élévation, l'emploi d'une cheminée d'équilibre à la station de pompage est pratiquement irréalisable. Dans ce cas on fait appel à un autre dispositif de protection anti-bélier qui est le réservoir d'air. Appelé encore cloche ou ballon d'air, ce dispositif a reçu un vaste champ d'application et un emploi intensif dans la protection des conduites d'élévation, le rendant ainsi d'une utilisation quasi systématique dans les stations de pompage par suite des avantages innombrables qu'il présente.

VII.4 Principe de réservoir d'air

Le réservoir est partiellement rempli. Lorsque la conduite est le siège d'une surpression, le réservoir accepte de l'eau de la conduite de façon à tempérer la surpression. Au contraire, lorsque la conduite est le siège d'une dépression, le réservoir apporte de l'eau à la conduite de façon à tempérer la dépression. Comme le montre la figure 1.

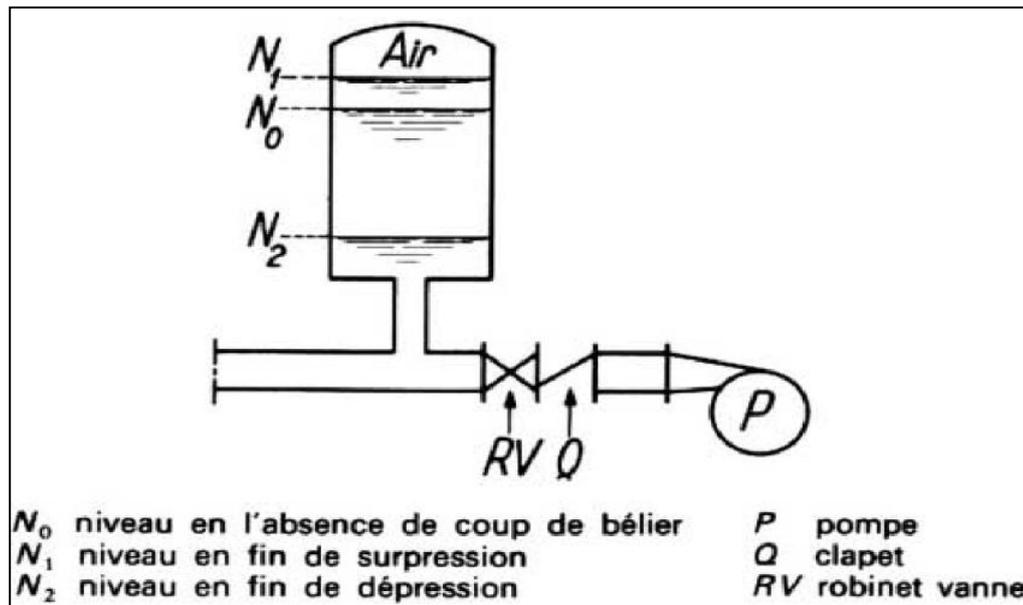


Figure VII.1. Principe de réservoir d'air.

VII.5 Dimensionnement du réservoir d'air

Le réservoir d'air, que l'on appelle aussi réservoir hydropneumatique, n'est pas une technologie nouvelle en ce qui concerne la protection contre le coup de bélier. Il est utilisé depuis quelques dizaines d'années et c'est en ce qui a trait au dimensionnement que l'on sent une évolution récente.

VII.5.1 Calcul de la célérité d'onde

La vitesse de propagation de l'onde de surpression, que l'on appelle le plus souvent la célérité de l'onde, est proportionnelle à la rigidité du matériau et est aussi un paramètre qui agit sur l'amplitude et l'amortissement de l'onde transitoire. Pour une conduite donnée qui transporte de l'eau, on obtient la valeur de la célérité de l'onde par la formule suivant :

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \frac{D}{e}}}$$

Avec :

a : célérité d'onde en m/s.

K : coefficient dépendant de la nature de la conduite (K=0.5 pour l'acier).

D : diamètre intérieur de la conduite en m.

e : épaisseur de la conduite en m.

VII.6 La méthode de Peuch et Meunier

L'étude comparative faite par M. PEUCH et MEUNIER sur tous les abaques existants montre que tous les résultats sont compris dans une fourchette de 10%. Cette précision est suffisante pour faire un dimensionnement industriel. [7]

La méthode de Peuch et Meunier utilise trois nombres adimensionnels qui sont :

K : qui caractérise les pertes de charge ;

A : qui caractérise la conduite de refoulement ;

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

Tel que :

$$K = \frac{H_{abs} - H_0}{H_0}$$

$$A = \frac{a \cdot V_0}{g \cdot H}$$

$$B = \frac{V_0^2}{g \cdot H_{abs}} \times \frac{L \cdot S}{U_0}$$

a : célérité d'onde de choc (m/s).

V₀ : vitesse d'écoulement en régime permanent (m/s).

H₀ : pression statique absolue = Hg+10 (m).

H_{abs} : la pression de service absolue tel que :

$$H_{abs} = H_g + \sum \Delta h + 10 = H_{mt} + 10 \quad (m)$$

L : longueur total de la conduite de refoulement (m) ;

S : section de la conduite de refoulement (m) ;

U_0 : volume d'air initial (m³)

g : accélération de pesanteur (m/s²).

Ayant calculé K et A, nous superposerons la famille de courbe B au profil en long de la conduite, et nous choisirons la courbe qui laisse au moins une sécurité de 3m de pression absolue au-dessus du point le plus défavorable du profil ; la valeur de B permet de calculer U_0 .

Les résultats de calcul sont représentées dans le tableau VII.1.

Tableau VII.1. Calcul les valeurs K et A .

	Diamètre (m)	Q (m ³ /s)	S (m/s)	V (m ³)	a (m/s)	H0 (m)	HMT (m)	Habs (m)	K	A
ain tinn-lemkhouad	0.3	0.073	0.071	1.033	1209	95	116	126	0.33	1.34
lemkhouad-senaoua	0.3	0.066	0.071	0.934	1209	77.5	75	85	0.10	1.49
f5--sp kripsa	0.3	0.07	0.071	0.991	1209	53.73	106	116	1.16	2.27
f3--sp kripsa	0.2	0.03	0.031	0.955	1270	45.2	54	64	0.42	2.74
puit--sp kripsa	0.15	0.02	0.018	1.132	1304	43.23	55	65	0.50	3.48
f1--sp kripsa	0.15	0.018	0.018	1.019	1304	53.42	53	63	0.18	2.54
kripsa--boudjerar	0.35	0.135	0.096	1.404	1182	252	273	283	0.12	0.67
boudjerar--kherba	0.35	0.13	0.096	1.352	1182	222.76	227	237	0.06	0.73

Les profils en long doivent être tracé sur les abaques de Peutch et Meunier.

Les calcul sont représentés dans le tableau VII.2.

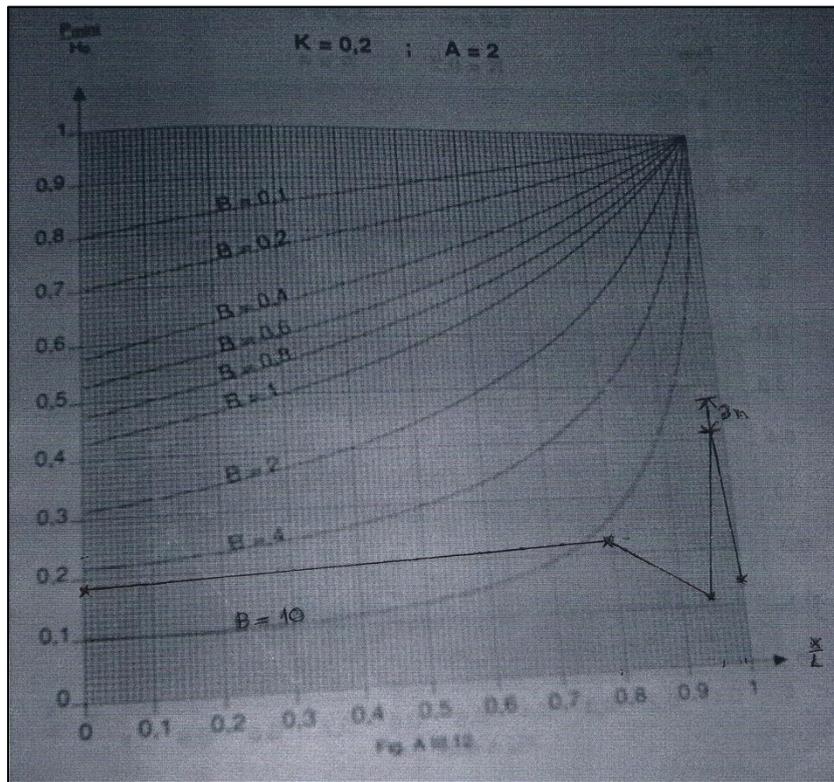
Tableau VII.2. Profil en long (absolu) des conduites.

forage 5- ST KRISSA						
points	X	Z	L(m)	DZ	DZ+10/Hg+10	X/L
1	0	213,04	2000	0	0,186	0,000
2	638,97	216,79		3,75	0,256	0,127
3	1791,31	226,42		13,38	0,435	0,355
4	2000	225,17		12,13	0,412	0,397
5	2480	221,44	3041,45	8,4	0,342	0,492
6	3079,5	208,83		-4,21	0,108	0,611
7	4960	210,97		-2,07	0,148	0,984
8	5041,45	209,18		-3,86	0,114	1,000
forage 3 - ST KRISSA						
1	0	211,69	2000	0	0,221	0,000
2	638,97	216,79		5,1	0,334	0,127
3	1791,31	226,42		14,73	0,547	0,355
4	2000	225,17		13,48	0,519	0,397
5	2480	221,44	4000	9,75	0,437	0,492
6	3079,5	208,83		-2,86	0,158	0,611
7	4000	202,89		-8,8	0,027	0,793
8	4960	210,97		-0,72	0,205	0,984
9	5041,45	209,18	5041,45	-2,51	0,166	1,000
puits Bougherdain - ST KRISSA						
1	0	204,093	4000	0	0,231	0,000
2	1079,5	208,83		4,737	0,341	0,214
3	2160	200,26		-3,833	0,143	0,428
4	4000	202,89		-1,203	0,203	0,793
5	4799,3	199,09	5041,45	-5,003	0,116	0,952
6	4960	210,97		6,877	0,390	0,984
7	5041,45	209,18		5,087	0,349	1,000
forage1 - ST KRISSA						
1	0	201,21	4000	0	0,187	0,00
2	4000	202,89		1,68	0,219	0,793
3	4799,3	199,09	5041,45	-3,8	0,116	0,952
4	4960	210,97		11,88	0,410	0,984
5	5041,45	209,18		-1,79	0,154	1
ST KRISSA- ST Boudjerrar						
1	0	207,52	1959,42	0	0,038	0,000
2	480	200,57		-6,95	0,012	0,013
3	1959,42	193,67		-13,85	0,015	0,053
4	4959,42	211,19	5439,42	3,67	0,053	0,134
5	5439,42	220,59		13,07	0,089	0,147
6	10399,42	270,69	10399,42	63,17	0,281	0,281
7	17399,42	332,15	17399,42	124,63	0,518	0,471

8	26399,42	380,08	26399,42	172,56	0,702	0,714
9	36966,24	451,95	36966,24	244,43	0,979	1,000
St Boudjerrar-Réservoir Kharba						
1	0	451,95	1280	0	0,045	0,000
2	1240	525,52		73,57	0,375	0,088
3	1280	521,52		69,57	0,357	0,091
4	4000	425,04	4000	-26,91	0,076	0,283
5	8040	574,34	9040	122,39	0,594	0,569
6	9040	670,92		218,97	1,028	0,640
7	14119,9	674,52	14119,9	222,57	1,044	1,000
ST Ain tin - St Lemkhouat						
1	0	550,63	2040	0	0,105	0,000
2	1120	615,17		64,54	0,785	0,081
3	2040	593,55		42,92	0,557	0,147
4	3200	584,54	3200	33,91	0,462	0,231
5	4880	546,42	4880	-4,21	0,061	0,352
6	8200	577,84	8200	27,21	0,392	0,591
7	13880	589,43	13880	38,8	0,514	1,000
st Lemkhouat -Réservoir Sennaoua						
1	0	589,43	1670.31	0	0,129	0.00
2	680	601,81		12,38	0,289	0.407
3	1670.31	577,22		-12,21	0,029	1.00

Nous allons superposer le profil en long sur les abaques de Peuch et Meunier et on déduit la valeur de B et on laisse au dessous du point le plus défavorable du profil une pression absolue de plus de 3 m d'eau.

La superposition du profil en long sur les abaques est représentée dans les figures VII.2 à VII.9.



FigureVII.2 Superposition de profil de F1-SP Kripsa.

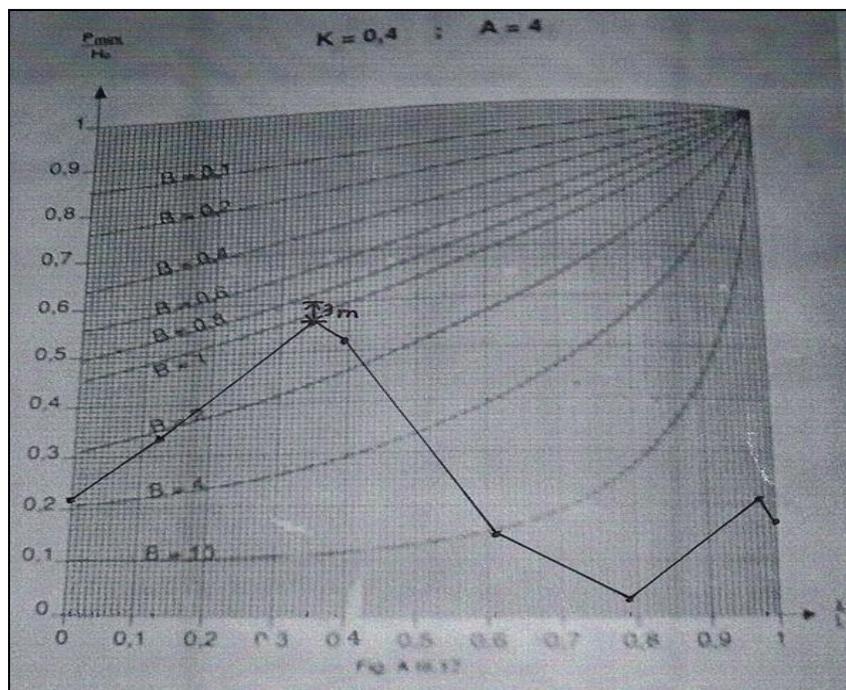


Figure.VII.3 Superposition de profil de F3-SP Kripsa.

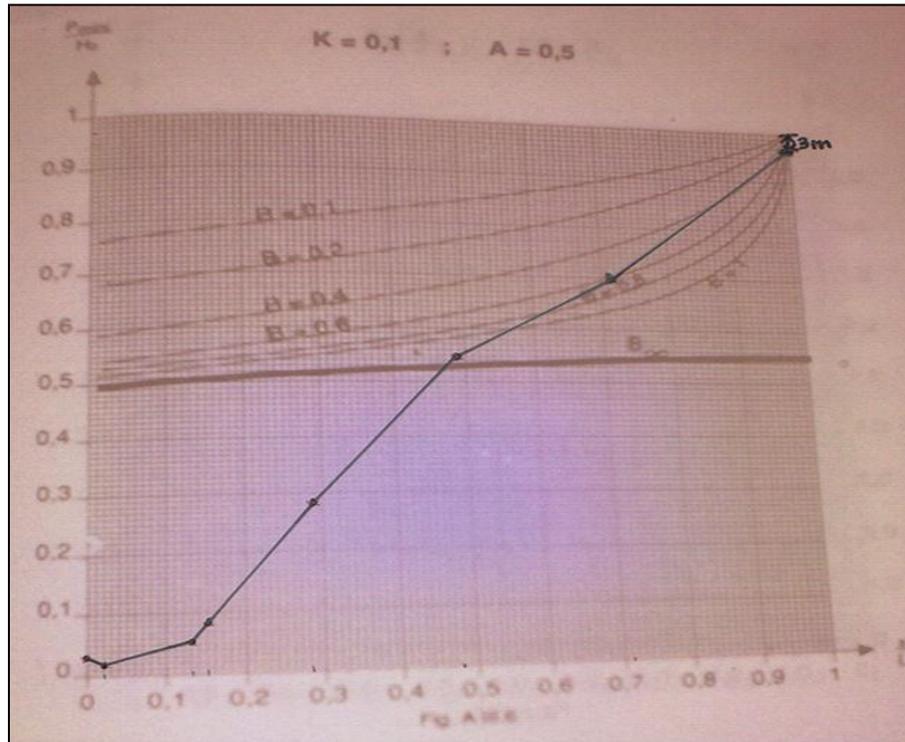


Figure.VII.4 Superposition de profil de Kripsa-Boudjarrar.

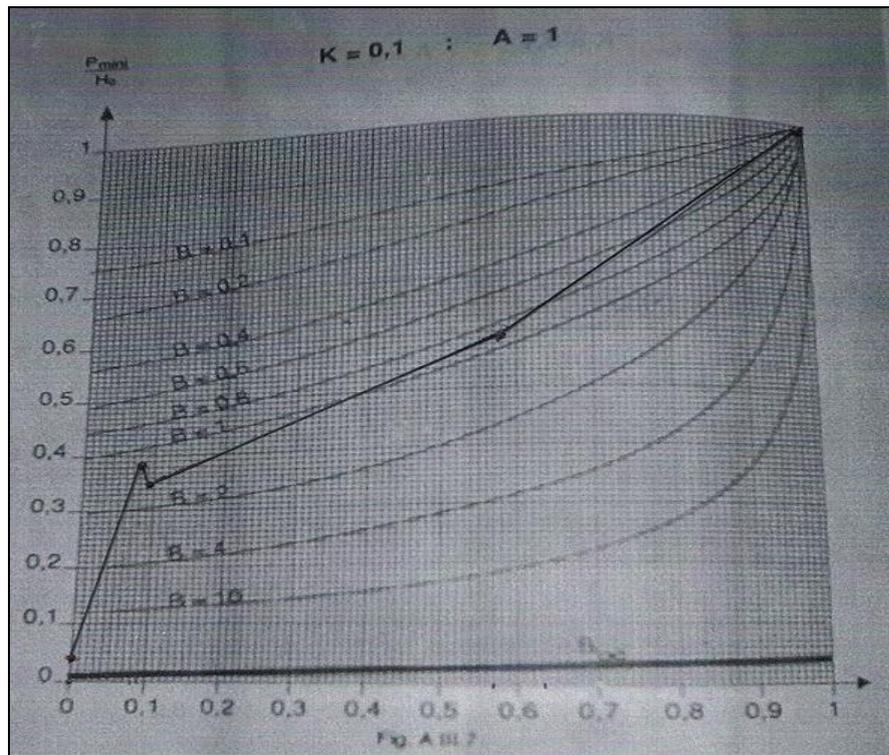


Figure.VII.5 Superposition de profil de Boudjarrar-Kharba.

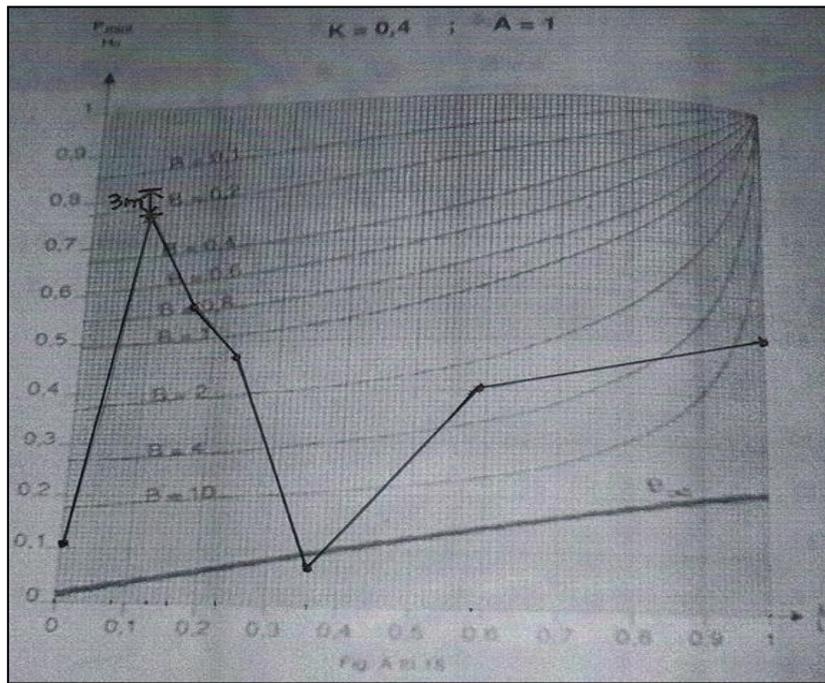


Figure.VII.6 Superposition de profil de ST Ain Tin-Lemkhouat.

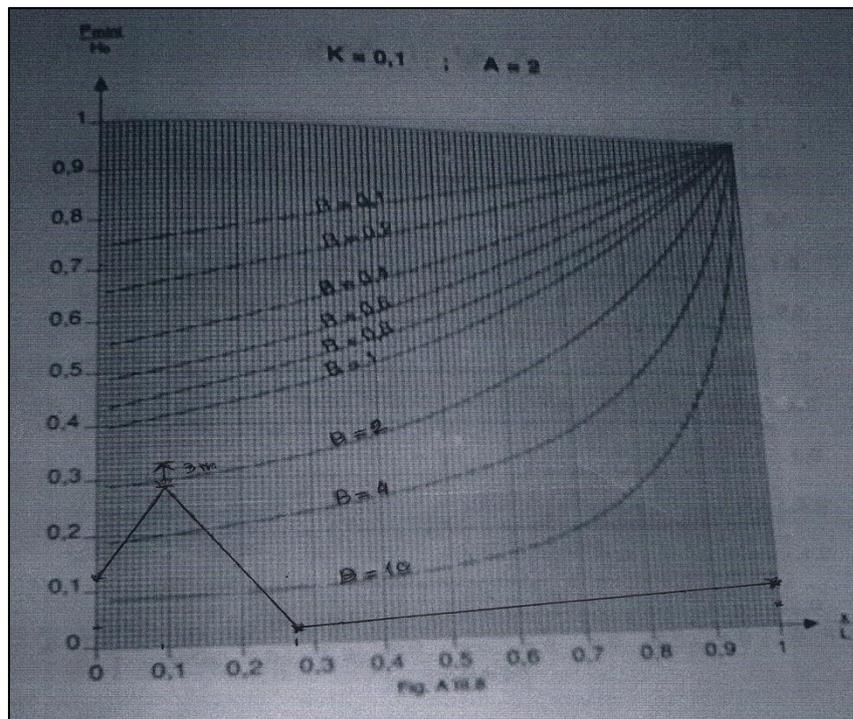


Figure.VII.7 Superposition de profil de Lemkhouat-Sennaoua.

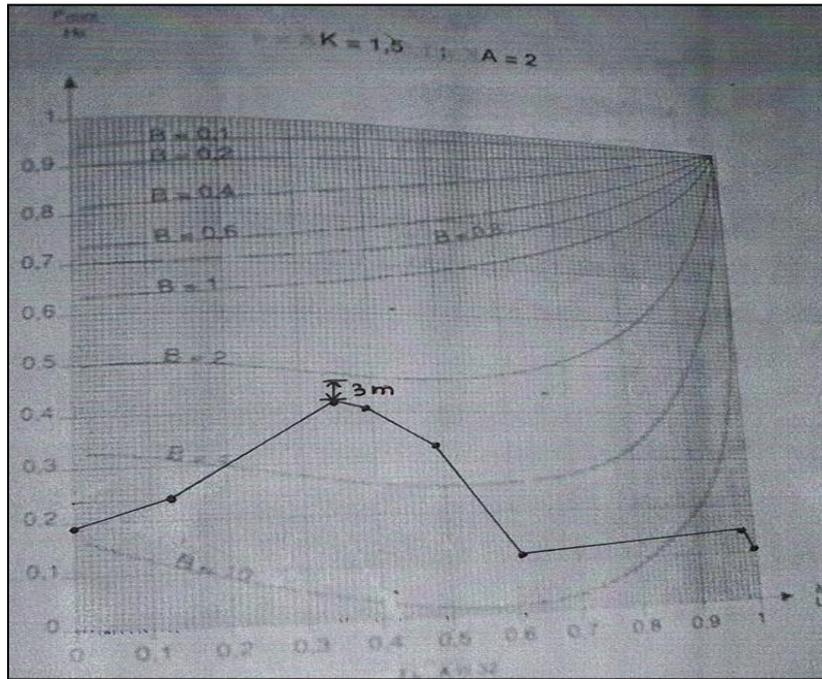


Figure.VII.8 Superposition de profil de F5-SP Kripsa.

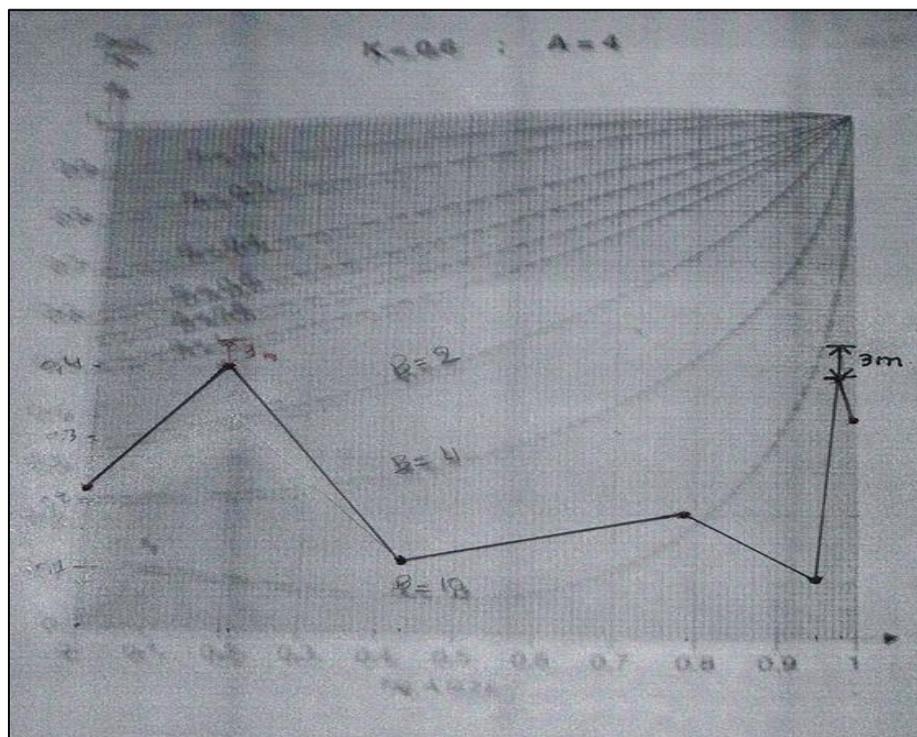


Figure.VII.9 Superposition de profil de Puits-SP Kripsa.

Le calcul de volume d'air est représenté dans le tableau VII.2.

Tableau VII.3 calcul de volume d'air.

	B	U₀ (L)
Ain tin-Lemkhouat	0,2	2680
Lemkhouat-Sennaoua	2	272
F5-SP kripssa	2	154
F3-SP kripssa	0,8	220
Puits-SP kripssa	10	8
F1-SP kripssa	10	4.1
kripssa-Boudjerrar	0,1	7250
Boudjerrar-Kharba	0,1	3840

Chapitre VIII

Gestion et suivi du réseau

VIII.1 Introduction

La gestion d'un réseau de distribution et les moyens de production d'eau est un travail délicat qui nécessite des moyens d'interventions et de réparations appropriés ainsi qu'un personnel hautement qualifié, en effet l'eau livrée au consommateur doit être pure, potable, de bonne qualité et disponible à tout moment, car la vie en dépend. [8]

A cet effet la cellule A.D.E chargé de la gestion des réseaux et de la production d'eau au niveau d'une commune doit disposer des moyens humains et matériels.

VIII.2 Définition de la gestion

La gestion est une politique, permettant de gérer et d'effectuer des opérations qui permettant la conservation du matériel, et d'assurer la continuité et la qualité de la production. La gestion c'est aussi assurer la maintenance, l'entretien et la bonne exploitation des ouvrages et des équipements avec coût global minimum.

la gestion des réseau d'alimentation en eau potable à pour objet d'assurer :

- la pérennité des ouvrages par des opérations de conservation.
- l'entretien courant des réseaux et des ouvrages mécanique par des interventions de nettoyage, de dépannage et de maintenance.
- l'exploitation par la régulation des débits et la synchronisation, relevage, traitement, stockage et distribution.

VIII.3 Gestion des forages

Au cours de l'exploitation des forages on s'efforcera de respecter, tout en essayant de satisfaire la demande, les débits recommandés définis par les pompages d'essai.

Les forages d'exploitation doivent être l'objet d'une surveillance continue. Le fonctionnement normal du pompage se vérifie par l'observation du débit en fonction de régime de la pompe, et par l'observation du rabattement en fonction de débit.

En plus de contrôles systématiques annuels (essais de débit, vérification des instruments de mesure), il est recommandé de procéder à une inspection complète du forage environ tous les trois ou quatre ans.

En plus de contrôle périodiques, cette inspection complète devra être effectuée en cas d'observation d'un fonctionnement anormal du pompage, tel qu'un rabattement excessif non dû à un état naturel particulièrement bas de la nappe.

VIII.3.1 Gestion technique et suivi général des installations

La gestion d'un forage ou d'un champ de captage nécessite un suivi général des installations de contrôle, et d'inspections pour les machines tournantes et installation électriques:

VIII.3.1.1 Contrôle hebdomadaire

- ✓ purges.
- ✓ fonctionnement des armoires électriques.
- ✓ Etanchéité des conduites, vanne, robinetteries.
- ✓ Remplissage d'air des réservoirs anti –bélrier.

VIII.3.1.2 Contrôle mensuel

- ✓ fonctionnement et indication des installations de télécommande et télétransmission.
- ✓ Essai de fonctionnement des équipements de secours et auxiliaires, fonctionnement des organes de robinetterie.

VIII.3.2 Vieillessement et traitement des forages

Le vieillissement d'une conduite correspond à sa dégradation dans le temps, qui se manifeste par l'observation de certains dommages, ou par un mauvais fonctionnement hydraulique du réseau.

Le facteur principal de vieillissement est le phénomène de corrosion, ce dernier est un phénomène incurable qui s'accompagne de plusieurs effets :

- ✓ La présence de l'eau corrosive à l'intérieur et à l'extérieur d'un forage.
- ✓ Effets galvaniques du même ensemble métallique de composition différente entre différentes parties au contact avec l'eau.
- ✓ La présence de différents types de bactéries.

Parmi les moyens employés pour lutter contre la corrosion, la protection électrochimique (cathodique), qui a pour but de stopper les phénomènes de corrosion.

Pour la protection contre la corrosion intérieure dans les conduits métalliques on a deux possibilités:

- ✓ Une protection contre la corrosion externe dépend de l'agressivité du sol.
- ✓ Le traitement des eaux devant être transportées par conduites pour qu'elle ne soit pas corrosive, et qu'une couche de protection contre la rouille se forme sur les parois des conduites empêchant une corrosion ultérieurement.

VIII.4 Gestion et exploitation des réservoirs

Pour pouvoir satisfaire à tout moment, la demande en eau potable des abonnés, on crée des réservoirs qui permettent de gérer les pointes de consommation.

Le maintien en service de ces réservoirs implique leur remise aux normes, dans la limite du raisonnable :

- la mise en œuvre d'une isolation thermique afin de maintenir à l'intérieur de l'ouvrage une température constante proche de celle de l'eau emmagasinée (en vue de diminuer les phénomènes de condensation).
- le renouvellement de l'étanchéité extérieure avec mise en œuvre d'une maçonnerie drainante afin de parer à toute infiltration d'eau pouvant contaminer l'eau stockée.
- la réfection du revêtement de la surface intérieure en contact avec l'eau potable.
- la séparation de la réserve d'eau et de la chambre de vannes.
- la modification du système d'aération de la cuve (élimination des chapeaux d'aération au-dessus du plan d'eau et mise en place d'un système d'aération avec bouche murale, filtres et gaines d'aération horizontales).
- la modification de l'accès aux cuves pour faciliter le travail du personnel en charge des travaux d'entretien.
- le renouvellement de la tuyauterie et de la robinetterie.
- la limitation de l'éclairage naturel.

VIII.5 Gestion et exploitation des réseaux

➤ La gestion des réseaux utilise de nombreuses informations sous des formes variées :

- Graphique pour l'implantation des réseaux (conduites, vannes, appareils).
- Alphanumérique (diamètre, longueur, ...).
- Événementielles (fuites, travaux de réparation,...).
- Dynamiques (état des vannes, pression, débits, vitesses,...).

Pour être distribuée, l'eau doit transiter dans les conduites qui ne devraient pas altérer sa qualité. Malheureusement, l'expérience montre que le réseau peut être le siège de diverses réactions dont la conséquence est la dégradation, de l'eau transportée.

Pour limiter la dégradation de la qualité de l'eau dans les réseaux, on va devoir agir principalement sur l'évolution des phénomènes de corrosion interne et le développement des dépôts. Pour cela, il va falloir entretenir les conduites, c'est-à-dire les nettoyer, les réhabiliter.

VIII.5.1 Entretien de réseau

Quels qu'aient pu être les précautions apportées à l'exécution des chantiers et dans la gestion de la distribution, des ruptures et des fuites peuvent se produire. Ces phénomènes sont symptomatiques du vieillissement du réseau. C'est alors que l'on déclenche l'opération classique d'entretien curatif. Celle-ci nécessite d'abord une localisation de la fuite. On fouille dans la zone où l'eau vient en surface, puis on effectue la réparation avec les moyens techniques disponibles (montage de joints lorsque cela est possible, mise en place de colliers de réparations des joints,...). Une attention particulière doit être portée sur les risques de pollution au cours de ces opérations de réparation. Lors des fuites sur les vannes, les ventouses et les décharges, le choix est plus limité et l'on procède le plus souvent au remplacement systématique de l'appareil en cause.

D'autres actions peuvent également être entreprises. Elles résultent alors d'une attitude volontariste dans le domaine de la qualité de l'eau et dans le maintien des capacités hydraulique du réseau. L'entretien préventif conduit à la lutte contre le vieillissement du réseau par des opérations de remplacement, ou par des opérations de réhabilitation des ouvrages.

VIII.6 Conclusion

La gestion technique des réseaux d'AEP a pour principal objectif de livrer aux consommateurs une eau répondant aux normes de qualité, à un prix le plus possible et avec une continuité du service sans défaut. Une bonne gestion du réseau passe toujours par une bonne connaissance de ces infrastructures, de son fonctionnement hydraulique et un entretien de ce réseau. Mais avec le temps ce réseau vieillit, engendrant des perturbations.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le diagnostic d'alimentation en eau potable de la ville de Mila nous a permis d'identifier les dysfonctionnements et de proposer d'éventuelles solutions.

A la lumière de cette étude, nous nous permettons de conclure ce qui suit après avoir estimé les besoins en eau futur on constate qu'à partir de 2015, ces dernières sont loin d'être satisfaites avec l'apport existant. Comme solution à ce déficit, on doit suggérer l'exploitation de la source et des forages abandonnés avec un débit minimum de 350 L/S et de renforcer le débit à partir de barrage de Beni Haroun jusqu'à l'horizon 2045.

A signaler les difficultés d'étude rencontrées et ce à cause des problèmes pratiques et essentiellement les diamètres imposés, en plus le réseau existe avec un matériau qui influe sur la santé des consommateurs et provoque des maladies dangereuses, (amiante ciment)

Il est dans l'impératif de changer carrément certains tronçons du réseau avec des nouveaux diamètres bien déterminés qui nous permettent d'avoir des vitesses admissibles avec un matériau plus performant que l'amiante ciment.

Nous avons pu introduire le débit et la hauteur des pompes immergées au logiciel EPANET. A l'aide de ces caractéristiques des forages on a tracé la courbe caractéristique des pompes de chaque forage.

Aussi nous avons proposé un moyen de lutter contre le coup de bélier pour cette adduction, qui consiste à un arrêt brusque de la pompe, garantissant une valeur de coup de bélier à laquelle résisteront le système d'adduction et les régulateurs de pressions pour l'écoulement gravitaire.

Le problème le plus crucial dans ce réseau étant celui des fuites qui est environ 30%. Les services gestionnaires des réseaux prennent conscience de ces anomalies souvent très en retard, généralement après des pertes importantes d'eau, ce retard est dû à l'absence d'une politique efficace de surveillance et de contrôle. A cet effet, le diagnostic nous a permis de mettre en évidence les insuffisances du réseau et de nous orienter un peu plus dans le choix d'une variante adéquate.

En fin, nous souhaitons que ce travail serve à travers les conclusions faites sur les réseaux actuels de repère pour le projet d'alimentation en eau potable de la ville de Mila, et servira comme guide bénéfique pour d'autres projets orientés dans le sens de promouvoir le secteur hydraulique dans la zone en question.

Bibliographie

Bibliographie

Bibliographie

[4] : **BONNIN J.** Hydraulique urbaine appliquée en agglomération de petite et moyenne Importance.

[2] : **SALAH B.** Alimentation en eau potable. ENSH 1993, 50p.

[5] : **REVUE AMERICAIN.** American water works association (AWWA) internal corrosion of water distribution system 2^e edition 1996.

[6] : **BASALO C., GATSCH G.** Canalisations d'eau et de gaz, corrosion, dégradation et protection. Technique et documentation Lavoisier 1987.

[1] : **DUPONT.A.** Hydraulique urbaine (tome 2). Edition Eyrolles (1979).

[7] : **MICHEL.A.MOREL.** Exercice de mécanique des fluides (tome 2).Chihab -Eyrolles 1994.

[8] : **LYONNAISE DES EAUX.** Mémento du gestionnaire de l'AEP et de l'assainissement tome 1 LAVOISIER TEC &DOC ; 1994 France.

[3] : **MOUNIR B.** Alimentation en eau potable. ESIER 2004 Tunisie, 141p.

Webographie

- <http://www.andi.dz/PDF/monographies/Mila.pdf>
 - <http://www.docfoc.com/128221245-2-alimentation-en-eau-potable>
 - <https://www.scribd.com/doc/206587295/Poly-Alimentation-en-Eau-Potable-Moussa-2002>
 - http://www.arnalich.com/epanetes/descargas/Epanet_fr.pdf
 - http://engees.unistra.fr/fileadmin/user_upload/pdf/shu/COURS_hydraulique_generale_MEPA.pdf
-