

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



جامعة أبو بكر بلقايد - تلمسان -

Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen

Faculté de Technologie



Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master en
Hydraulique

Option : Hydraulique Urbaine

Thème :

ÉTUDE CRITIQUE DU RÉSEAU D'AEP D'OULED MIMOUN

Présenté par :

NACER Ibtissem

Soutenu en Juin 2018, devant le jury composé de :

DEBBAL Mohamed Zakaria

SEDDINI Abdellali

BOUKLI HACÈNE Chérifa

ADJIM Mohamed

LALLAM Faïza

Président

Encadreur

Co-Encadreur

Examineur

Examineur

Promotion : 2017/2018

Remerciements

Avant tous, je remercie Dieu tout puissant de m'avoir aidé à porter ce travail à son terme.

Je tiens à remercier mes directeurs de mémoire :

Professeur SEDDINI Abdelali, qui a accepté de me guider durant toute la période de réalisation de ce mémoire,

Madame BOUKLI HACENE Chérifa, pour sa disponibilité, son aide compétente qu'elle m'a apporté et son temps qu'elle a bien voulu me consacrer malgré ses charges professionnelles. Son œil critique m'a été très précieux pour améliorer ce travail,

Qu'ils trouvent ici le témoignage de ma profonde gratitude.

Je voudrais également remercier les membres de jury pour avoir accepté d'évaluer ce travail et pour toutes leurs remarques et critiques,

Je tiens à remercier particulièrement Mr LAARIBI Mostafa qui m'a beaucoup aidé et a mis à ma disposition leurs documentations et connaissances,

Un grand Merci à : Mr BENALI, Mr BOUACHA, Mr LAZZOUZI, Mr BOUZID et Mr CHORFI pour leurs aides, disponibilités et bienveillances,

Merci à vous tous,

Trouvez ici l'expression de mes plus sincères remerciements.





Dédicace

*À la plus belle créature que Dieu a créé sur terre,
À cette source de tendresse, de patience et de générosité,*

À ma mère.

À mon père, qui était toujours à mes côtés,

À mes sœurs, qui m'ont toujours épaulé,

À mes chères nièces et mon cher neveu,

À mes frères et beaux-frères,

À tous mes ami(e)s,

À tous ceux qui me sont chers,

À tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer.

NACER Ibtissem



RÉSUMÉ

Aujourd'hui, plus de 90% de la population d'Ouled Mimoun est desservie en eau potable, mais, deux à trois fois par semaine avec un taux important de pertes. Pour améliorer la situation de l'alimentation en eau potable de cette localité, une étude diagnostique est indispensable pour comprendre le fonctionnement du réseau d'AEP et les désordres y associés. C'est dans ce sens que s'inscrit ce travail qui vise à simuler le comportement du réseau d'AEP de Ouled Mimoun à l'aide de « EPANET », afin d'étudier son comportement hydraulique pour différentes configurations et de proposer des mesures correctives ou préventives pour assurer un fonctionnement optimal.

Mots clés : Ouled Mimoun, réseau d'AEP, EPANET, Modélisation, Simulation.

ABSTRACT

Today, more than 90% of Ouled Mimoun's population is served with drinking water, but two to three times a week with a high rate of losses. To improve the situation of the drinking water network of this locality, a diagnostic study is essential to understand the functioning of this drinking water network and the associated disorders. In this sense, this work aims to simulate the behavior of the Ouled Mimoun's network using « EPANET » software, in order to study its hydraulic behavior for different configurations and to propose corrective or preventive measures to ensure optimal functioning.

Keywords : Ouled Mimoun, Drinking Water Network, EPANET, Modelization, Simulation.

المخلص

اليوم، أكثر من 90 ٪ من سكان أولاد ميمون يتم تزويدهم بالمياه الصالحة للشرب، لكن مرتين إلى ثلاث مرات في الأسبوع مع معدل مرتفع من الخسائر. لتحسين حالة التزويد بالمياه الصالحة للشرب في هذه المنطقة، تعتبر الدراسة التشخيصية ضرورية لفهم عمل شبكة الامداد بالمياه الصالحة للشرب والاضطرابات المرتبطة بها. ومن هذا المنطلق، يهدف هذا العمل إلى محاكاة سلوك هذه الشبكة باستخدام البرنامج « EPANET » من أجل دراسة السلوك الهيدروليكي لمختلف التكوينات، و اقتراح إجراءات تصحيحية أو وقائية لضمان الأداء الأمثل.

الكلمات المفتاحية : أولاد ميمون ، وشبكة إمدادات مياه الشرب، EPANET ، النمذجة، المحاكاة.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction générale :.....	1
------------------------------	---

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS SUR L'AEP & LE MODÈLE EPANET

I.1	Introduction :.....	5
I.2	Système d'alimentation en eau potable :	5
I.3	Définition de la modélisation hydraulique :	8
I.4	Présentation du logiciel EPANET :	9
I.4.1	Capacités de modélisation hydraulique d'EPANET :	9
I.4.2	L'EPANET calcule :.....	10
I.4.3	Les objets du logiciel EPANET :	10
I.4.4	Les étapes de l'utilisation d'EPANET :	11
I.4.5	Limites du logiciel EPANET :.....	13
I.5	Méthode de calcul :.....	13
I.5.1	Coefficient de rugosité pour les tuyaux :.....	14
I.6	Conclusion :	14

CHAPITRE II : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

II.1	Introduction :.....	16
II.2	Présentation générale d'Ouled Mimoun :	16
II.3	Situation démographique :.....	18
II.4	Situation hydrologique :.....	19
II.5	Situation topographique et reliefs :.....	20
II.6	Situation climatologique et précipitations :	21
II.7	Situation géologique :	21
II.7.1	Marno-calcaires d'Ouled Mimoun :	22
II.7.2	Argiles de Lamoricière :.....	22
II.8	Ressources en eau :	22
II.9	Consommation en eau :.....	22
II.10	Ouvrages de stockage :.....	23
II.11	Réseau de distribution d'eau potable :	23
II.12	Infrastructures d'irrigation :.....	24
II.13	Système d'assainissement :	24
II.13.1	Réseau d'assainissement des eaux usées de la ville d'Ouled Mimoun :	25

II.14	Conclusion :	25
-------	--------------	----

CHAPITRE III : ÉTUDE DIAGNOSTIQUE DU RÉSEAU D’AEP D’OULED MIMOUN

III.1	Introduction :	27
III.2	Besoins :	27
III.2.1	Dotation domestique :	27
III.2.2	Taux de perte :	28
III.2.3	Estimation de la population d’Ouled Mimoun :	28
III.2.4	Besoins domestiques :	28
III.2.5	Besoins de l’industrie et des équipements :	30
III.3	Débit de pointe :	30
III.3.1	Coefficient de pointe journalier :	30
III.4	Les besoins en eau totaux :	30
III.5	Le système d’AEP de Ouled Mimoun :	31
III.6	Ressources :	33
III.7	Bilan Ressources/Besoins :	33
III.8	Stockage :	34
III.8.1	Besoins en stockage :	34
III.8.2	Capacité de stockage :	35
III.8.3	Balance Capacité / Besoins en stockage :	36
III.9	Conclusion :	37

CHAPITRE IV : ÉTUDE CRITIQUE DU RÉSEAU D’AEP D’OULED MIMOUN

IV.1	Introduction :	39
IV.2	Acquisition des données :	39
IV.3	Modélisation du réseau sous EPANET :	40
IV.3.1	Résultats préliminaires de la modélisation sous EPANET :	42
IV.4	Étude critique du réseau :	44
IV.4.1	Simulation du réseau :	45
IV.4.2	Synthèse :	53
IV.5	Contribution à la simulation du réseau :	54
IV.6	Extension du réseau :	56
IV.6.1	Simulation à longue durée du réseau proposé pour Sidi Zouaoui :	57
IV.7	Réseau total proposé :	58
IV.7.1	Simulation à longue durée du réseau total proposé :	58
IV.7.2	Résultats de la simulation à longue durée du réseau total proposé :	60

IV.8 Conclusion :	61
-------------------------	----

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion générale :	63
-----------------------------	----

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bibliographie :	66
-----------------------	----

Webographie :	67
---------------------	----

ANNEXES

Annexe A :	69
------------------	----

Annexe B :	76
------------------	----

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I

Figure I-1: Schéma général d'un Réseau d'AEP	5
Figure I-2: Composantes d'un système d'AEP.....	6
Figure I-3: Schéma d'une adduction gravitaire.....	6
Figure I-4: Schéma d'une adduction par refoulement.....	7
Figure I-5: Schéma simplifié d'une adduction mixte.....	7
Figure I-6: Réseaux de distribution de type maillé et ramifié	8
Figure I-7: Barre d'outils d'Epanet.....	11

CHAPITRE II

Figure II-1: Carte du réseau hydrographique du sous-bassin versant d'Oued Isser	20
---	----

CHAPITRE III

Figure III-1: Schéma synoptique du réseau d'AEP de la ville d'Ouled Mimoun	32
Figure III-2: Histogramme de comparaison entre les besoins en stockage et la capacité de stockage	36

CHAPITRE IV

Figure IV-1: Réseau du quartier Rahma sous AutoCad	39
Figure IV-2: Réseau du centre-ville d'Ouled Mimoun sous AutoCad	40
Figure IV-3: Réseau d'AEP d'Ouled Mimoun modélisé sous EPANET	41
Figure IV-4: éditeurs de propriétés (conduite, nœud, réservoir)	41
Figure IV-5: éditeur de courbes.....	42
Figure IV-6: Répartition des tuyaux selon le matériau de fabrication (réseau étudié).....	42
Figure IV-7: Répartitions des différents diamètres de conduites en PEHD	43
Figure IV-8: Répartitions des différents diamètres de conduites en Fonte Ductile.....	43
Figure IV-9: Répartition des diamètres des canalisations utilisées (mm)	44
Figure IV-10: Résultat de simulation du réseau d'AEP d'Ouled Mimoun modélisé sous EPANET (cas de simulation instantanée)	45
Figure IV-11: Courbe de distribution de pressions (cas de simulation instantanée).....	46
Figure IV-12: Courbe de niveau des pressions (cas de simulation instantanée)	46
Figure IV-13: Représentation graphique des pressions (cas de simulation instantanée)	47
Figure IV-14: Courbe de distribution de vitesses (cas de simulation instantanée)	47

Figure IV-15: Représentation graphique des vitesses (cas de simulation instantanée).....	48
Figure IV-16: Courbe de modulation associée aux nœuds.....	49
Figure IV-17: Messages d'avertissement lors de l'exécution.....	49
Figure IV-18: Résultat de simulation du réseau d'AEP d'Ouled Mimoun modélisé sous EPANET (cas de simulation longue durée).....	50
Figure IV-19: Courbe de distribution de vitesses (cas de simulation à longue durée).....	51
Figure IV-20: Représentation graphique des vitesses (cas de simulation à longue durée)	51
Figure IV-21: La distribution des pressions aux nœuds (cas de simulation à longue durée)...	52
Figure IV-22: Représentation graphique des pressions (cas de simulation à longue durée)....	53
Figure IV-23: Les zones où il existe surtout le problème de pression négative.....	54
Figure IV-24: Réseau d'AEP proposé pour Sidi Zouaoui sous EPANET.....	56
Figure IV-25: Répartition des tuyaux selon le matériau de fabrication (Sidi Zouaoui).....	57
Figure IV-26: Résultat de simulation du réseau d'AEP proposé pour Sidi Zouaoui	57
Figure IV-27: Réseau d'AEP total proposé pour Ouled Mimoun modélisé sous EPANET.....	58
Figure IV-28: Résultat de simulation du réseau total proposé	59
Figure IV-29: Courbe de niveau des pressions du réseau total proposé.....	60
Figure IV-30: Répartition des pressions aux nœuds (réseau total proposé).....	60
Figure IV-31: La répartition des vitesses aux arcs (réseau total proposé).....	61

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE I

Tableau I-1: Coefficients de rugosité pour les tuyaux :.....	14
Tableau I-1: population de Ouled Mimoun de l'année 1977 à l'année 2008 :.....	18
Tableau I-2: population de Ouled Mimoun de l'année 2008 :	18

CHAPITRE III

Tableau III-1: Estimation de la population d'Ouled Mimoun	28
Tableau III-2: Estimation des besoins de la population :	29
Tableau III-3: Estimation des besoins domestiques futurs avec une dotation de 122 l/j/hab...	29
Tableau III-4: Estimation des besoins domestiques futurs avec une dotation de 150 l/j/hab :.	29
Tableau III-5: Estimation des besoins domestiques futurs avec une dotation de 200 l/j/hab :.	29
Tableau III-6: Besoins en eau :.....	31
Tableau III-7: Champs de captage d'eau d'Ouled Mimoun :	33
Tableau III-8: Balance Ressources/Besoins :.....	34
Tableau III-9: Evolution des besoins en stockage :.....	35
Tableau III-10: Dimensions des réservoirs existants :	35
Tableau III-11: Comparaison entre la capacité de stockage des ouvrages existants et les besoins en stockage :	36

CHAPITRE IV

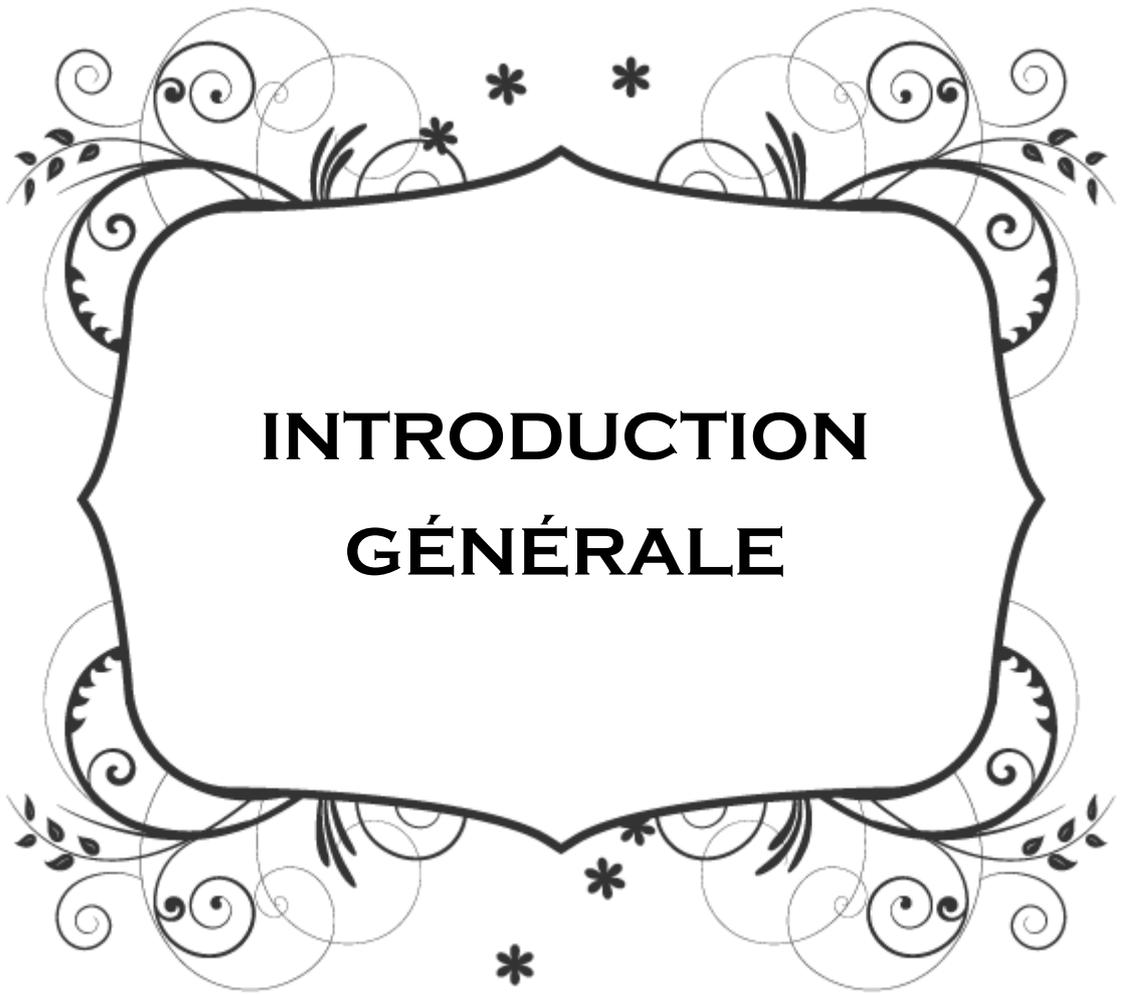
Tableau IV-1: La répartition des conduites dans le réseau :.....	42
Tableau IV-2 : Diamètres des tuyaux utilisés pour le réseau :	44
Tableau IV-3: La répartition de la consommation sur une journée :.....	48
Tableau IV-4: Synthèse du fonctionnement du réseau préexistant :.....	53
Tableau IV-5: Diamètres proposés :.....	55

ANNEXES

Tableau A-1 : Altitudes des nœuds du réseau actuel :	72
Tableau A-2: Données des tuyaux du réseau actuel :	74
Tableau B-1: Etat des nœuds de demande du réseau proposé pour Sidi Zouaoui :	79
Tableau B-2 : Etat des arcs du réseau proposé pour Sidi Zouaoui :	83

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ACL	Agglomération Chef-Lieu
ADE	Algérienne Des Eaux
AEP	Alimentation en Eau Potable
Alt	Altitude (m)
APC	Assemblée Populaire Communale
AS	Agglomération Secondaire
CTH	Contrôle Technique Hydraulique
DN	Diamètre Nominal (mm)
DWG	Extension des fichiers de dessins AutoCAD
FD	Fonte Ductile
hab	Habitant
ONS	Office National des Statistiques
PEHD	Polyéthylène Haute Densité
PDAU	Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme
PNE	Plan National de l'Eau
RGPH	Recensement Général de la Population et de l'Habitat
SAU	Surface Agricole Utile
SDEM	Station de Dessalement de l'Eau de Mer



**INTRODUCTION
GÉNÉRALE**

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Il est d'une grande importance de rappeler que l'eau est indispensable à la vie et aux activités humaines, telles que les activités agricoles, industrielles et domestiques.

Les besoins en eau sont en constante augmentation. C'est pourquoi la mobilisation de la ressource en eau est en progrès continu, mais elle reste insuffisante par rapport à la demande en se basant sur le bilan Besoins / Offres.

Pour ces raisons que la science n'a cessé de se développer dans ce domaine. La modélisation des réseaux d'alimentation en eau est le dernier avancement dans ce processus de développement ; elle est devenue, une partie incontournable pour la conception et la gestion des systèmes d'alimentation en eau. (BELAIB, 2014)

La disponibilité de plus en plus de modèles fiables de gestion et de conception des infrastructures hydriques permet à ces buts d'être entièrement atteints plus que jamais avant. (BELAIB, 2014)

C'est dans cet ordre d'idée que nous nous sommes intéressés au Réseau d'AEP de Ouled Mimoun.

L'objectif de ce travail est de faire une étude critique pour vérifier le comportement du fonctionnement du réseau d'AEP d'Ouled Mimoun en se servant du logiciel EPANET.

Le présent travail s'articule autour des points suivants :

Le premier chapitre est consacré à la présentation du système d'AEP et de la modélisation hydraulique et du logiciel de simulation utilisé « EPANET ».

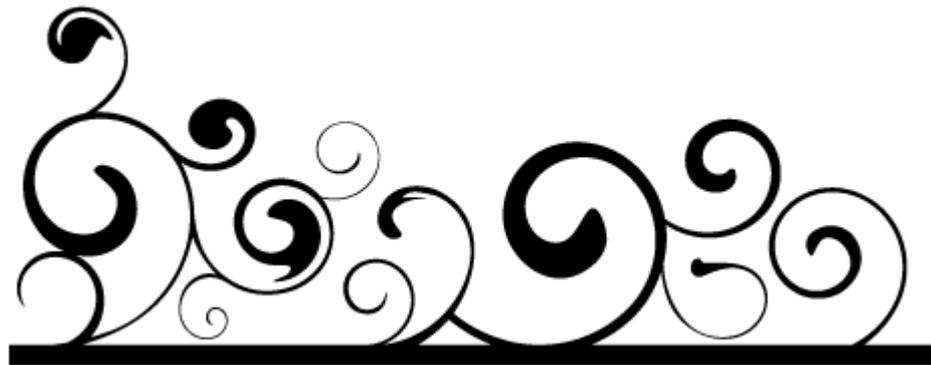
En deuxième chapitre, on présente notre zone d'étude, dans le but de décrire la situation géographique, démographique, géologique, hydrologique ... etc.

En troisième chapitre, on évalue les différents besoins en eau à différents horizons pour différents scénarios de dotations, on étudie aussi les ressources en eau et les ouvrages de stockage existants, afin d'avoir un dimensionnement efficace des divers organes hydrauliques.

En quatrième chapitre on fait une étude critique du réseau d'AEP actuel d'Ouled Mimoun à l'aide du logiciel EPANET, effectuée en utilisant la méthode de dotation égale pour le calcul des débits distribués aux nœuds, on contribue à sa simulation et on donne quelques propositions pour contourner les problèmes rencontrés.

On termine notre travail par une conclusion générale et des recommandations à prendre en considération.

Chapitre I :



GÉNÉRALITÉS SUR L'AEP
&
LE MODÈLE EPANET



I. GÉNÉRALITÉS SUR L'AEP & LE MODÈLE EPANET

I.1 Introduction :

Dans ce travail, on doit simuler le réseau d'AEP de Ouled Mimoun sous EPANET afin d'observer globalement le fonctionnement du réseau en fonction des variations de pressions et de vitesses.

Le présent chapitre donne un aperçu général sur le système d'AEP et la modélisation hydraulique, ainsi que le modèle EPANET tout en donnant quelques définitions et des principes de base de ces systèmes.

I.2 Système d'alimentation en eau potable :

Un système d'AEP est composé d'un ensemble d'infrastructures et d'installations nécessaires à satisfaire tous les besoins en eau des zones urbaines et industrielles.

Il comporte différents composants dont les constructions et les installations affectées au captage (1,2), au traitement (5), au transport (2, 6, 8), au stockage (7) et à la distribution de l'eau potable (9) chez les différents consommateurs (10). Comme le montre la figure I-1: (BLÎNDU, 2004)

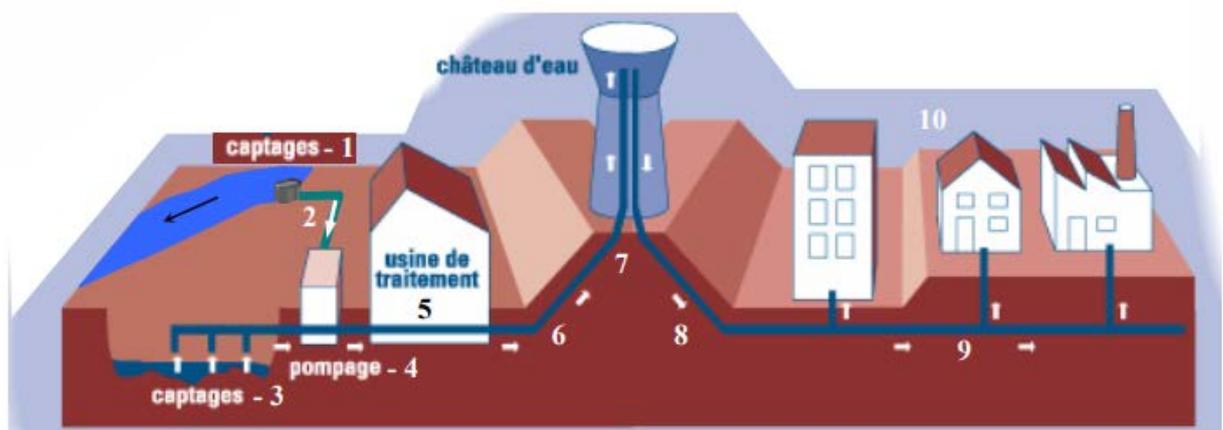


Figure I-1: Schéma général d'un Réseau d'AEP

On considère généralement cinq étapes distinctes dans un système d'alimentation en eau potable qui sont représentées dans la figure I-2 : (MORARECH, 2017) :



Figure I-2: Composantes d'un système d'AEP

- ❖ **Captage de l'eau** : ensemble des ouvrages qui permettent de capter de l'eau (au niveau de la ressource en eau) et qui peut être :
 - ↳ Une eau de surface telle qu'une rivière, source non captée sur place, ...retenue de barrage.
 - ↳ Une eau de profondeur telle qu'un puits ou forage, source captée sur place, ...
- ❖ **Potabilisation de l'eau** : ensemble des ouvrages qui permettent de traiter (rendre potable) une eau naturelle qui vient d'être captée.
- ❖ **Adduction** : ensemble des conduites, ouvrages et appareillages permettant le transport de l'eau captée, jusqu'à son lieu de stockage au niveau du village.
 - ↳ Elle peut être gravitaire, : lorsque la cote de captage de l'eau est largement supérieure à celle du stockage (au niveau du village) tel qu'il est montré en figure I-3 :

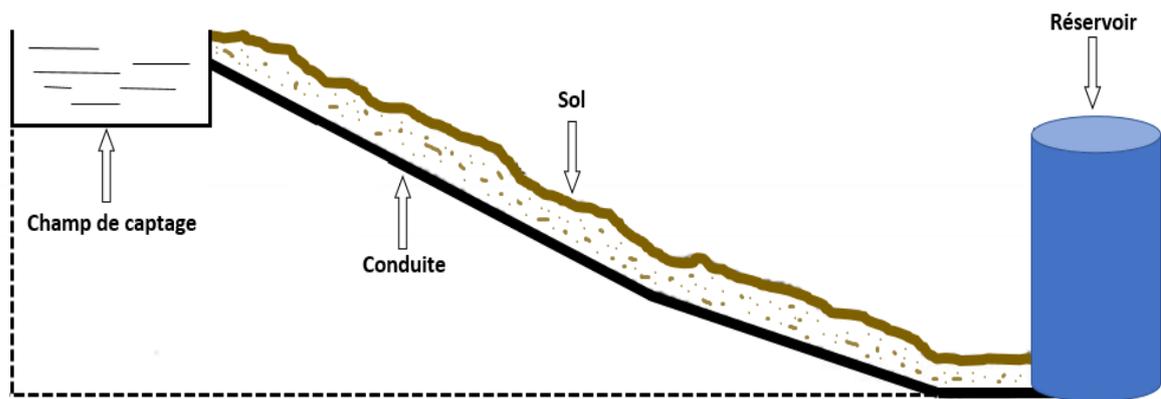


Figure I-3: Schéma d'une adduction gravitaire

- ↳ Elle peut être une adduction par refoulement (c'est à dire non gravitaire), et dans ce dernier cas, il faut installer une station de pompage tel que la figure I-4 montre :

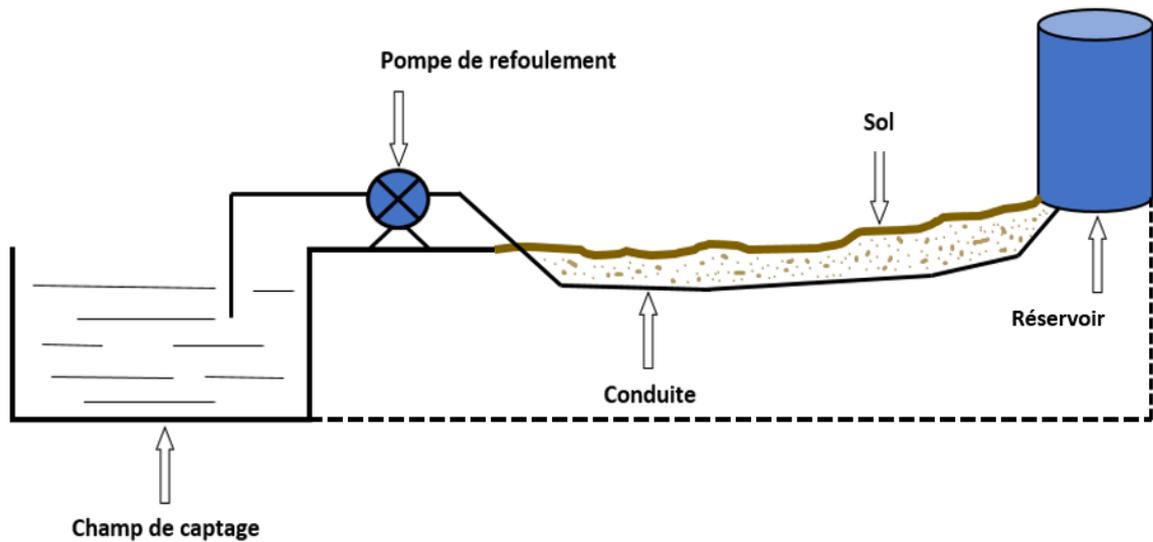


Figure I-4: Schéma d'une adduction par refoulement

∞ Comme elle peut être mixte où la conduite par refoulement se transforme en conduite gravitaire ou l'inverse comme le montre la figure I-5 :

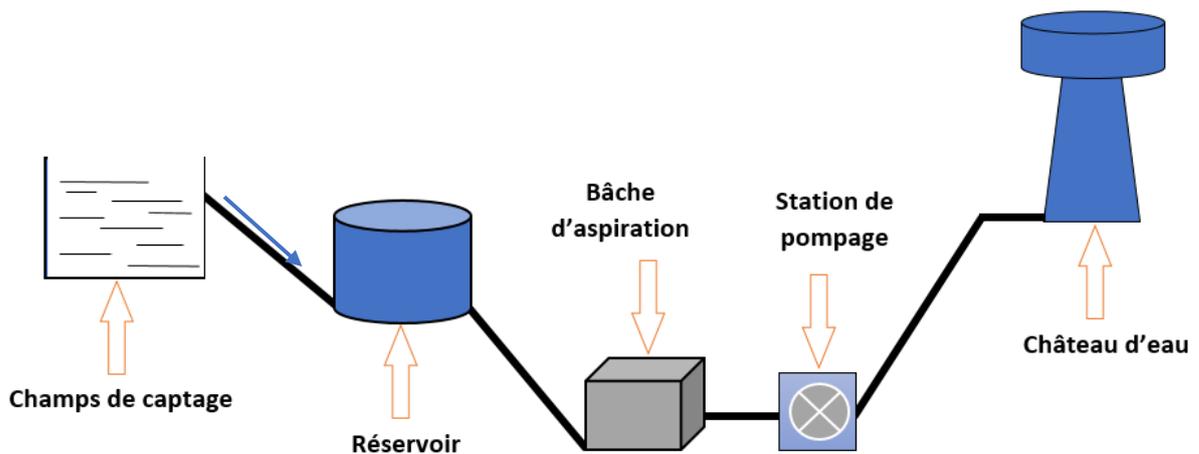


Figure I-5: Schéma simplifié d'une adduction mixte

❖ **Stockage** : c'est l'ensemble des ouvrages du génie civil qui assurent principalement l'emmagasinement de l'eau dans des réservoirs.

- ❖ **Distribution** : c'est l'ensemble des conduites et appareillages assurant la desserte de l'eau potable (permettant la distribution de l'eau stockée) aux abonnés. Ce réseau de distribution peut être ramifié ou maillé comme le montre la figure I-6 :

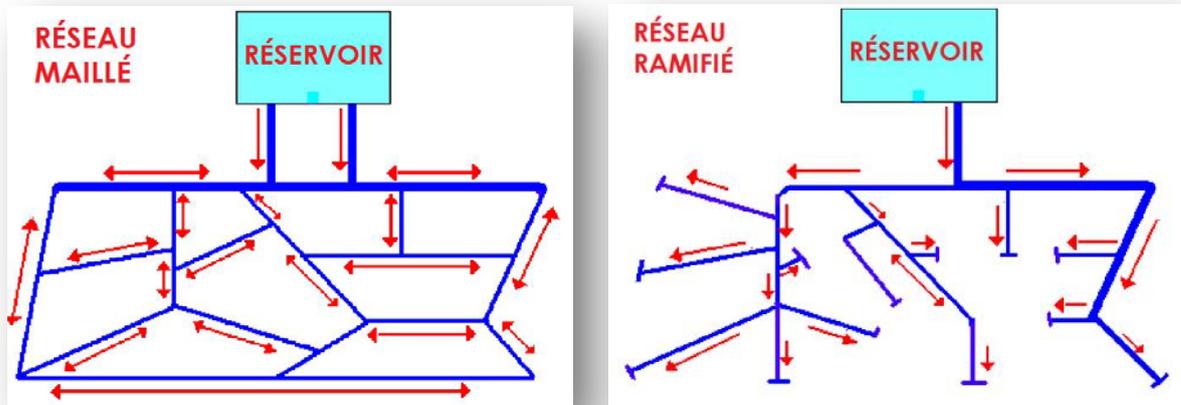


Figure I-6: Réseaux de distribution de type maillé et ramifié

Comme il peut être les deux à la fois, et sans oublier le cas des réseaux en étage. (MORARECH, 2017).

En résumé, un système d'AEP est constitué essentiellement de 5 principales composantes, dans notre cas, s'agissant d'un branchement à un système préexistant, donc on se limitera juste aux conduites de distribution.

I.3 Définition de la modélisation hydraulique :

La modélisation hydraulique consiste à effectuer la simulation du comportement d'un fluide à travers un système d'écoulement.

Le modèle hydraulique doit fournir une vision globale et juste du réseau, afin de reproduire au mieux la réalité

En élaborant des scénarios qui seront simulés sur le modèle hydraulique du réseau, il sera possible de mieux comprendre et de prévoir son comportement afin d'anticiper certains dysfonctionnements. [1]

La modélisation hydraulique fait partie des étapes les plus intéressantes de la conception d'un réseau d'AEP. C'est à ce niveau que l'on peut apprécier son comportement dans le temps. EPANET est le logiciel utilisé.

I.4 Présentation du logiciel EPANET :

EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression. Un réseau est un ensemble de tuyaux, nœuds, pompes, vannes, bâches et réservoirs. EPANET calcule le débit, la vitesse et les pertes de charge dans chaque tuyau, la pression à chaque nœud, le niveau d'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. Il a été développé par l'*Environmental Protection Agency*.

EPANET a pour objectif une meilleure compréhension de l'écoulement et de l'usage de l'eau dans les systèmes de distribution. Il peut être utilisé pour différents types d'application dans l'analyse des systèmes de distribution. (ROSSMAN, 2003)

I.4.1 Capacités de modélisation hydraulique d'EPANET :

EPANET a de nombreux avantages tel que : [1]

- ↪ Taille de réseau illimitée.
- ↪ Formules de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach et Chezy-Manning.
- ↪ Sait calculer les pertes de charge singulières aux coudes, joints.
- ↪ Sait modéliser les pompes (même à vitesse variable), l'énergie consommée et le coût de fonctionnement.
- ↪ Sait modéliser différents types de vannes (clapets anti retour, vannes de contrôle de pression, vannes d'arrêt, etc.).
- ↪ Sait modéliser les réservoirs à forme variable.
- ↪ Sait modéliser un profil de consommation variable à un nœud ou une consommation dépendante de la pression (asperseur).
- ↪ Permet la simulation du réseau par commandes simples ou horodatées.
- ↪ Le logiciel présente également un module qualité qu'on ignorera dans notre étude, qui permet de calculer les concentrations en substances chimiques et les temps de séjour de l'eau dans différentes parties du réseau.

I.4.2 L'EPANET calcule :

En plus de ces avantages, EPANET calcule : [1]

- ↪ Le débit dans chaque tuyau
- ↪ La pression à chaque nœud
- ↪ Le niveau d'eau dans les réservoirs
- ↪ La concentration en substances chimiques dans les différentes parties de réseau et les temps de séjour

Le logiciel EPANET permet une analyse hydraulique de réseau à partir des caractéristiques physiques des tuyaux et dynamiques des nœuds. Il peut être utilisé pour différents types d'application dans l'analyse de systèmes de distribution. EPANET offre aussi une aide à la recherche de stratégies alternatives pour gérer un réseau (modification du régime de pompage, précision d'usage des stations de rechloration, planification des entretiens et des remplacements des éléments du réseau, etc.). Il propose aussi de maintenir et d'améliorer la qualité d'eau distribuée aux consommateurs. (ARNALICH, 2016)

I.4.3 Les objets du logiciel EPANET :

EPANET reconnaît 6 types fondamentaux d'objets qui interviennent dans un réseau. Ce sont ces objets qui se dessinent et permettent de le faire fonctionner.

Ce sont les suivants :

 Le nœud : c'est un point auquel on assigne une altitude donnée et par lequel l'eau peut sortir du réseau. Cette sortie se caractérise en lui assignant une demande ou consommation.

 La bache infinie : elle représente une rivière, un lac ou un aquifère souterrain.

Elle se caractérise par sa hauteur totale.

 Le réservoir : c'est un nœud avec une capacité de stockage limitée.

Il se caractérise par : l'altitude de son radier, son diamètre, ses niveaux (maximal, minimal et moyen).

 Le tuyau : il permet de véhiculer l'eau dans le système.

EPANET suppose que les tuyaux sont pleins à tout instant. De plus, il est possible d'ouvrir, de fermer, ou de limiter le débit à une seule direction sans nécessité d'ajouter des vannes.

☒ La vanne : les vannes seront probablement des éléments à éviter dans notre contexte, car nous avons déjà précisé que les clapets anti-retours et les vannes d'ouverture et de fermeture s'intègrent comme une propriété du tuyau sur lequel elles seront installées.

☑ La pompe : elle permet de pressuriser l'eau dans le réseau. (ARNALICH, 2016)

I.4.4 Les étapes de l'utilisation d'EPANET :

Les étapes classiques de l'utilisation d'EPANET pour modéliser un système de distribution d'eau sont les suivantes [1] :

☞ Construction du réseau :

Pour tracer un réseau nous devons utiliser la barre d'outils présentée en figure I-7 :

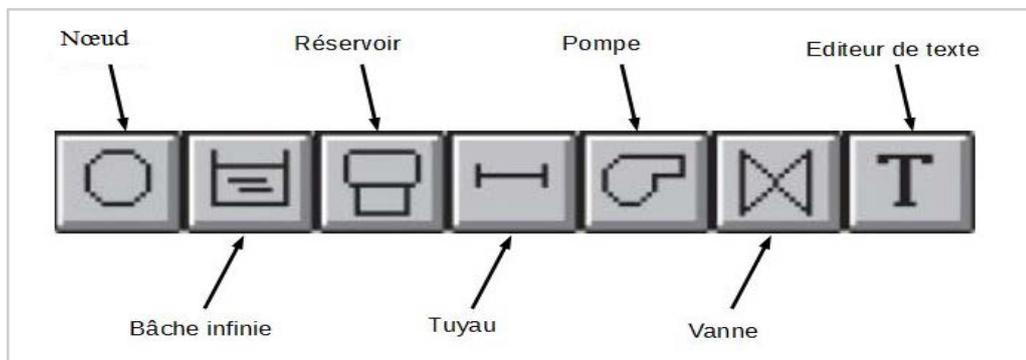


Figure I-7: Barre d'outils d'Epanet

A l'aide de la barre d'outils Schéma, représenter dans l'espace de travail :

- Les nœuds (sources et demandes) : Positionner les bâches, les nœuds de demande, les réservoirs.
- Positionner les tuyaux.
- Positionner les singularités (pompes, vannes).

☞ Saisie des propriétés des objets :

- Définir les propriétés de la bâche tel que : l'altitude (charge totale)
- Définir les propriétés du réservoir : altitude du radier, niveau initial, niveau minimal et maximal, diamètre
- Définir les propriétés des tuyaux : longueur, diamètre, rugosité.
- Définir les demandes de base et altitudes aux nœuds de demande.

☞ **Ajouter une courbe caractéristique** : EPANET accepte la représentation de la courbe de la pompe sous la forme Q-V, Q-H, Q- ΔH , Q- η

↪ **Sauvegarder et exporter un projet** : Enregistrer le projet sous format binaire (Fichier *.NET) [1]

↪ **Simulation d'un régime permanent (simulation instantanée)** : elle permet de calculer les paramètres de fonctionnement pour des conditions initiales données. Ce mode de calcul est généralement suffisant pour vérifier le bon dimensionnement du réseau de distribution à partir d'un réservoir, où il s'agit surtout de s'assurer que le réseau est capable de supporter la demande de pointe. (AZZI, 2015)

↪ **Calcul d'un réseau en régime permanent :**

- Exécuter la simulation statique ;
- Observer les :
 - Codes couleurs aux nœuds et arcs dans : Affichage => Légende.
 - Valeurs calculées sur les nœuds et arcs.
- Afficher les valeurs et flèches d'écoulement sur le réseau pour vérification graphique.

↪ **Création de rapports tabulés ou graphique :**

- Générer un tableau d'état des nœuds et des arcs du réseau.
- Créer un graphique de type profil longitudinal.
- Ajouter les nœuds à représenter et définir le paramètre concerné.

↪ **Simulation à longue durée :**

Courbe de modulation de la demande :

- Définir les options de temps.
- Définir la Durée Totale de la simulation.
- Définir l'intervalle Courbes Modulation.

↪ **Définir la courbe de modulation de la demande.** [1]

↪ **Exécution de la simulation longue durée** : Elle permet de simuler l'évolution des paramètres de fonctionnement sur une période donnée (24H, 48H, etc.) avec un pas de temps déterminé. L'intérêt est de suivre la réponse du système à la modulation de la demande : variation de niveau des réservoirs, variation des pressions (ou des débits) en tel point du système, fonctionnement des pompes, etc. Ce type de simulation permet de tester des scénarios d'exploitation en vue d'optimiser la gestion hydraulique du système. (AZZI, 2015)

- Exécuter la simulation ;
- Visualiser l'évolution des débits et pressions aux arcs et aux nœuds du réseau pendant la simulation longue durée.

- Remarquer aussi les inversions d'écoulement dans certains tuyaux.
- Créer un graphique de type Graphe d'évolution et ajouter les nœuds à représenter et définir le paramètre concerné. [1]

I.4.5 Limites du logiciel EPANET :

Malgré ses capacités, EPANET a beaucoup de limites tel que :

- ↳ EPANET ne calcule pas les coups de bélier.
- ↳ Il ne simule pas les ruptures de tuyauterie, il détermine seulement le débit d'une fuite ou ses effets sur la pression, la vitesse, etc.
- ↳ Les clapets anti-retours sont modélisés de manière simplifiée.
- ↳ Il n'évalue pas les conséquences de la présence d'air au sein du réseau.

En résumé, EPANET ne permet pas de traiter les changements brusques dans le réseau. (ARNALICH, 2016)

I.5 Méthode de calcul :

La perte de charge ou charge hydraulique perdue à cause du frottement de l'eau avec les parois du tuyau peut être calculée en utilisant une de ces trois formules :

- ↳ Formule de Hazen-Williams
- ↳ Formule de Darcy-Weisbach
- ↳ Formule de Chezy-Manning

Dans notre travail, la méthode utilisée est la méthode de Hazen-Williams.

La formule de perte de charge totale pour toute la longueur de la canalisation en charge est :

$$h_L = 10,674 Q^{1.852} C^{-1.852} d^{-4.871} L \quad \text{II-1}$$

Avec : C = Coefficient de rugosité de Hazen-Williams.

d = Diamètre du tuyau (m).

L = Longueur du tuyau (m).

Q = Débit (m³/s)

(ROSSMAN, 2003)

I.5.1 Coefficient de rugosité pour les tuyaux :

Chaque formule utilise un coefficient de rugosité différent qui doit être déterminé empiriquement. Il est important de noter que le coefficient de rugosité d'un tuyau peut changer considérablement avec son âge (ROSSMAN, 2003)

Les conduites de distribution se constituent de plusieurs matériaux à savoir : PVC, Fonte Ductile, Acier, PEHD ... etc.

Le tableau I.1 donne les valeurs de ces coefficients pour différents types de matériaux des tuyaux neufs et des tuyaux au bout de 20 ans. (Karassik,1976)

Tableau I-1: Coefficients de rugosité pour les tuyaux :

	PEHD / PVC	Fonte Ductile	Acier
Tuyaux neufs	160	130	140
Tuyaux au bout de 20 ans	150	100	95

I.6 Conclusion :

Les modèles hydrauliques permettent de connaître les paramètres de fonctionnement du réseau d'AEP (le débit, la vitesse, le sens de circulation et la perte de charge dans les conduites ainsi que la pression en chaque nœud) et d'avoir la meilleure conception du réseau.

Dans ce chapitre on a pu faire une description générale du système d'AEP et du modèle EPANET qui sera le support au niveau de la partie pratique de ce travail.

Chapitre II



**PRÉSENTATION DE LA ZONE
D'ÉTUDE**



II. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

II.1 Introduction :

Pour un projet d'alimentation en eau potable, l'étude du milieu physique est une démarche très importante pour connaître toutes les caractéristiques de la zone d'étude et les facteurs qui ont une influence sur la conception du projet. Parmi ces facteurs, on note : les données relatives à l'agglomération, les dimensions du réseau d'AEP, ainsi que la connaissance de la géologie et la topographie du site qui nous permettent de prendre les dispositions nécessaires lors de la conception du projet et la réalisation des travaux.

Ouled Mimoun, objet de ce travail, est une commune de la wilaya de Tlemcen en Algérie, pour lequel on va donner les principales spécificités dans ce chapitre.

II.2 Présentation générale d'Ouled Mimoun :

Ouled Mimoun (anciennement Lamoricière pendant la colonisation française) est située sur l'axe des piémonts Nord de Tlemcen, elle jouit d'une position géostratégique forte intéressante pour de multiples raisons, notamment :

- ❖ La fertilité de son territoire agricole ou le sol de la vallée de AIN ISSER et les eaux qui y déversent ont fait de cette commune un important pôle de production céréalier, Fourrager et maraicher, dont les produits sont d'une qualité saine très sollicitée. La vallée s'étend sur une longueur de 10 km et une largeur de 1 à 2,5 km, située entre les cotes 893 et 703 m.
- ❖ La configuration topographique, géologique et structurale offrant une alternance des formes de reliefs entre anticlinaux et synclinaux font de commune un endroit parfaitement protégé contre les vents dominant particulièrement ceux du Grand Sud à effets néfaste sur l'activité agricole.
- ❖ Ainsi, l'espace communal d'Ouled Mimoun, occupe une place privilégiée dans la partie occidentale de la wilaya de Tlemcen. Elle rassemble les éléments vitaux (eau, sol) et des infrastructures techniques (routes, rail et hydraulique) lui permettant s'ajoutant au savoir-faire de l'homme depuis les anciens temps. À ces atouts, richesses naturels et infrastructurels s'ajoute une bonne accessibilité offerte par des axes de liaison dans les quatre directions. (BENZIANE, 2016)

Le territoire de la commune d'Ouled Mimoun est situé au Nord-Est de la wilaya de Tlemcen, son chef-lieu est situé à environ 21 km à vol d'oiseau à l'Est de Tlemcen, elle est localisée sur

l'axe de liaison Est -Ouest, assuré par la route nationale n07 (RN7) et du chemin de fer Oran-Oujda (Maroc), elle se situe sous la longitude de 1°28° et latitude 34°55°N.

La commune d'Ouled Mimoun est limitée :

- ✓ Au Nord par la commune de Sidi-Abdelli ;
- ✓ Au Sud par la commune de Beni-Smiel ;
- ✓ A l'Est par la commune d'Ain-Tellout ;
- ✓ A l'Ouest par la commune d'Oued-Lakhdar.

Ouled Mimoun a ces caractéristiques générales (BENZIANE, 2016):

Infrastructure de basse : Ouled Mimoun est traversée par deux axes routiers d'importance locale : la R. N22B et CW19 mettant en relation la ville avec les régions du Sud et du Nord ainsi que le CW5 desservant la plaine d'Ain Nehala au Nord-est ;

Relief : légèrement accidenté ;

Potentialités naturelles : terres à hautes valeurs agro-pédologiques, dotées des ressources en eau appréciables offertes par le passage d'Oued Isser et les émergences des aquifères karstiques des Monts de Tlemcen ;

Géotechnique : des désordres géotechniques à risque majeur sur l'habitat urbain limitrophes ;

Atouts culturels : présence des zones de fouilles archéologiques de la ville antique d'Altava, située au sud de la ville de part et d'autre de la RN22B ;

Superficie : la superficie totale de la commune est de 15.532 Ha après le découpage territorial de 1988.

La superficie totale de la commune est répartie comme suit : (PDAU, 2006)

- SAU : 5 934 Ha
- Forêt et maquis : 2 964 Ha
- Parcours et pacage : 320 Ha
- Terres improductives : 6 314 Ha

II.3 Situation démographique :

Selon le RGPH du 2008, la population de la commune de Ouled Mimoun est évaluée à 26 389 habitants contre 10 766 en 1977 et elle représente 2.75 % de la population de la wilaya de Tlemcen [2].

La commune d'Ouled Mimoun est constituée des domaines suivants :

- **L'ACL** : 25 414 habitants
- **A.S.** : 557 habitants
- **Zone éparse** : 428 habitants
- **Total commune** : 26 389 habitants

Selon le RGPH effectué en 2008, l'évolution démographique de la commune d'Ouled Mimoun est comme suit : [2]

Tableau I-1: population de Ouled Mimoun de l'année 1977 à l'année 2008 :

Année	1977	1987	1998	2008
Population	10 766	18 030	24 368	26 389

Selon les données fournies par le dernier recensement, la population d'Ouled Mimoun est composée comme suit : [2]

Tableau I-2: population de Ouled Mimoun de l'année 2008 : [2]

Commune	Masculin	Féminin	Total	Taux d'accroissement (1998-2008)
Ouled Mimoun	13 363	13 026	26 389	0,8

Pour l'estimation de la population d'Ouled Mimoun en 2018, on utilise l'équation suivante :

$$P_N = P_D (1+\alpha)^n \quad \text{II.1}$$

Avec : P_N : nombre de population à calculer ;

P_D : nombre de population donné ;

α : taux d'accroissement moyen de la population ;

n : intervalle des années, égale à $N - D$.

D'après les données fournis par le dernier recensement tiré de l'annuaire statistique de la Wilaya de Tlemcen en 2008, le taux d'accroissement d'Ouled Mimoun (α) est pris de l'ordre de 1,5%, [2]

La population de la commune d'Ouled Mimoun en 2018 sera :

$$P_{2018} = P_{2008} (1+0.015)^{10} = \mathbf{30\ 626\ habitants}$$

II.4 Situation hydrologique :

La commune d'Ouled Mimoun est marquée par le passage d'Oued Isser qui représente l'un des principaux cours d'eau de la région. Il draine une partie des eaux des monts de Tlemcen. Plusieurs affluents lui sont tributaires, notamment Oued Chouly et Oued Khelfoune sur lequel s'installe le petit barrage de Khelfoune crée en 2004.

L'apport liquide, évalué par la seule station hydrométrique la plus proche, située au niveau de Bensekrane est de l'ordre de 610 Hm³/an. Quant à l'apport solide, résultant de l'érosion hydrique, est évalué à 0,45 Hm³/an. Il est reconnu des études hydrologiques du bassin versant du l'ISSER, que la plus importante part des écoulements en eau superficielle de ce bassin hydrographique provient du synclinal de Ain Isser, c'est-à-dire de la partie amont d'Ouled Mimoun, transitant par l'agglomération chef-lieu. (BENZIANE, 2016)

La commune d'Ouled Mimoun jouit d'un passage d'Oued Isser comme le montre la figure II-2:



Figure II-1: Carte du réseau hydrographique du sous-bassin versant d'Oued Isser
(BENZIANE, 2016)

II.5 Situation topographique et reliefs :

Ouled Mimoun est située entre une altitude au Nord de 656 mètre et une altitude de 789 mètre au Sud ;

Deux ensembles physiques caractérisent l'espace communal d'Ouled Mimoun :

- ❖ Une zone de montagne faisant partie de Monts de Tlemcen dépeuplée et à faible couverture forestière.
- ❖ Une zone de plaine et de plateaux céréaliers s'étendant vers le nord.

Oued ISSER traverse la commune du nord au sud, en coupant l'agglomération chef-lieu en deux entités : le quartier de Sidi Abderrahmane, le noyau colonial avec les vestiges de la cité romaine d'Altava à l'est, en parallèle le quartier populaire de Sidi Zouaoui à l'Ouest.

II.6 Situation climatologique et précipitations :

Le climat d'Ouled Mimoun est dit tempéré chaud. En été, à Ouled Mimoun, les pluies sont moins importantes qu'elles ne le sont en hiver. D'après Köppen et Geiger, le climat y est classé Csa. [3]

- ✓ La température moyenne annuelle à Ouled Mimoun est de 15.5 °C.
- ✓ Les précipitations annuelles moyennes sont de 455 mm.
- ✓ Une différence de 61 mm est enregistrée entre le mois le plus sec et le mois le plus humide.
- ✓ Une variation de 17.0 °C est enregistrée sur l'année.
- ✓ Aout est le mois le plus chaud de l'année.
- ✓ La température moyenne est de 25.1 °C à cette période.
- ✓ 8.1 °C font du mois de Janvier le plus froid de l'année.

II.7 Situation géologique :

La géologie du territoire d'Ouled Mimoun résume le grand ensemble de la région. La formation dominante est d'âges variés. Les plus récentes sont du Quaternaire : ce sont essentiellement les alluvions anciennes et récentes. (BENZIANE, 2016)

Doumergue (1969), signale qu'il y'a deux types de formations géologique dans la région d'Ouled Mimoun :

- Les marno-calcaires, formation développée au sommet de série carbonatée du jurassique supérieure, et marquant un passage du jurassique au crétacé, sa limite inférieure se place au mur des grés de Merchich, sa limite supérieure matérialisée par toit d'une corniche de calcaire.
- Les argiles, correspondent au mésocrétacé à dominance argilo-gréseuse, nettement calcaire à son sommet. La limite inférieure se situe au toit de la dernière assise calcaire de maroncalcaire d'Ouled Mimoun, quant à sa limite supérieure moins évidente que la dernière, se place à l'apparition du premier banc gréseux ou dolomitique de la formation de grés « Berthlot ».

II.7.1 Marno-calcaires d'Ouled Mimoun :

Il s'agit de calcaires, marnes et grès de Merchiche. La limite inférieure se place à l'apparition des grès de Merchiche, sur le rebord sud du plateau de Terny, la limite supérieure de cette formation est matérialisée par une corniche de calcaire, souvent biodétritique, avec des stratifications obliques. Cette formation est peu développée au niveau du flanc Est du Djebel Karaoui, au Nord de Sidi Moussa et au Djebel el Arbi. (YAHLALI & MOHAMMEDI, 2017) Cette unité débute dans les monts de Tlemcen son épaisseur de cette formation est de 500m à 700m (NEDJMA, 2014)

II.7.2 Argiles de Lamoricière :

Cette formation transgressive d'épaisseur 150 m située à 10 Km au Sud-Est d'Ouled Mimoun. (NEDJMA, 2014)

Elles correspondent à l'Eocrétacé, à dominante argilo-gréseuse, nettement calcaire au sommet. (YAHLALI & MOHAMMEDI, 2017)

II.8 Ressources en eau :

La ville d'Ouled Mimoun est alimentée en eau par cinq champs de captages (CTH, 2018) :

- ✓ Une station de pompage du forage Tahmoumin.
- ✓ Une brise charge (BC3 Sidi Senouci) qui reçoit l'eau de la station de dessalement de l'eau de mer de Honaine.
- ✓ Une source de Ain BentSoltane qui débite 6 l/s.
- ✓ Deux forages Ouallout I et Ouallout II.
- ✓ Un forage Belmaddah.

II.9 Consommation en eau :

Le débit moyen consommé en une journée à Ouled Mimoun est de 40.5 l/s, soit 3500 m³/j.

La consommation des équipements administratifs, publics, commerciaux et industriels est approximativement de 5.5 l/s soit de 475 m³/j. (ADE, 2018)

II.10 Ouvrages de stockage :

Ouled Mimoun jouit de 5 réservoirs circulaires de stockage d'eau potable de différentes capacités :

- ✓ Le premier réservoir d'une capacité de 3 000 m³ est le réservoir principal, il alimente les autres réservoirs voisins, il est près de quartier Rahma, il est alimenté par la station de pompage du forage Tahmoumine et par la brise charge (BC3 Sidi Senouci) qui reçoit l'eau de la station de dessalement de l'eau de mer de Honaine.
- ✓ Le deuxième réservoir est d'une capacité de 2 000 m³, il se trouve à Sidi Zouaoui, il est alimenté par le réservoir I, et une source de Ain Bent Soltane.
- ✓ Le troisième réservoir est d'une capacité de 1 000 m³, il se trouve à la cité des 54 logs près de la route RN07 vers Sidi Bel Abbes, il est alimenté par deux forages Ouallout I et Ouallout II et par le premier réservoir.
- ✓ Le quatrième et le cinquième sont des petits réservoirs d'une capacité de 600 m³ ils se trouvent à la cité Sidi Zouaoui, ils sont alimentés par le forage Belmaddah et par le premier réservoir, (CTH, 2018)

II.11 Réseau de distribution d'eau potable :

Le réseau de distribution de l'eau potable d'Ouled Mimoun est caractérisé par les points suivants (ADE,2018) :

- ❖ Un réseau mixte maillé et ramifié.
- ❖ La majorité des conduites sont en PEHD et en fonte ductile avec des diamètres qui varient de 40 jusqu'à 400 mm.
- ❖ Le nombre d'abonnés au réseau d'alimentation en eau potable est de 4951 abonnés.
- ❖ Le taux de raccordement au réseau d'AEP de l'ACL d'Ouled Mimoun est de 95 %.
- ❖ Le taux de branchement au réseau d'AEP de la commune d'Ouled Mimoun est de 90 %.
- ❖ Le problème d'alimentation en eau potable à Ouled Mimoun existe surtout au niveau du quartier Sidi Zouaoui en raison de la prolifération des taudis et des bidonvilles, celui qui provoque une mauvaise conception du réseau, une insuffisance de débit et donc la défektivité.
- ❖ Le réseau de Sidi Zouaoui est un ancien réseau ramifié en Acier dont son plan est indisponible.

II.12 Infrastructures d'irrigation :

Il s'agit d'un ancien périmètre d'importance local, créé en 1978, localisé au niveau de la vallée d'Oued Isser. La superficie irriguée actuellement est estimée à 320 ha, Notons que le potentiel en sol irrigable de cette aire d'irrigation est évalué à 2700 ha. Sa gestion est confiée à un syndicat d'irrigation. L'infrastructure d'irrigation est composée comme suit :

- ↳ Des canaux de dérivation, à partir d'un barrage d'élévation ;
- ↳ Des seguias en béton, de type rectangulaire à ciel ouvert, acheminant l'eau d'irrigation par un écoulement gravitaire jusqu'à la parcelle d'une longueur totale de 19300 ml, dont 70% sont défectueuses (12900 ml) nécessitant une rénovation ;
- ↳ A défaut d'être servi par les seguias, les agriculteurs se sont équipés en motopompes pour prélever l'eau nécessaire à leurs cultures directement à partir l'Oued Isser.

Cependant, cette activité est rendue illicite par le rejet des eaux usées de l'agglomération de Béni Smiel située en amont de l'aire d'irrigation directement dans le lit d'Oued Isser sans aucun traitement préalable. (BENZIANE, 2016)

II.13 Système d'assainissement :

Au plan topographique général, le centre d'Ouled Mimoun est situé à une altitude moyenne, qui constitue une zone de relief en pente variable légèrement dirigé, accidenté essentiellement vers l'Oued Isser.

La ville d'Ouled Mimoun est drainée par un réseau d'assainissement eaux usées et pluviales couvrant la totalité des quartiers du tissu urbain.

La structure en collecteur-récepteur et le dimensionnement en diamètre 300 mm et 400 mm par les diamètres primaires.

La déclivité et la configuration du système d'assainissement permet l'évacuation sans stagnation des effluents urbains vers le collecteur rejet devraient directement sans traitement préalable ou épuration vers l'Oued Isser.

Cette situation provoque la prolifération des déchets et la dégradation du milieu récepteur ou naturel.

La pollution de l'écosystème retarde la croissance des espèces faune et flore et causent des maladies environnementales. (BENZIANE, 2016)

II.13.1 Réseau d'assainissement des eaux usées de la ville d'Ouled Mimoun :

Le réseau d'assainissement des eaux usées d'Ouled Mimoun est caractérisé par :

- ↳ Réseau de type unitaire (eaux usées et eau pluviales) ;
- ↳ Quatre collecteurs de diamètre compris entre Ø 200 et Ø 600, soit 4 secteurs d'assainissement : Est et Centre – Ouest de sidi Zouaoui- Ancien noyau colonial-nouveau lotissement.
- ↳ Rejet des eaux usées vers Oued Isser, seul exutoire de la ville ;
- ↳ Taux de raccordement 90 %. (BENZIANE, 2016)

II.14 Conclusion :

Ce chapitre nous a permis de déterminer les données de base de la zone d'étude du point de vue, géographique, démographique, hydrologique ... etc. Ces données nous serviront pour entamer notre étude du projet.

Chapitre III



**ÉTUDE DIAGNOSTIQUE
DU RÉSEAU D'AEP
D'OULED MIMOUN**



III. ÉTUDE DIAGNOSTIQUE DU RÉSEAU D'AEP D'OULED MIMOUN

III.1 Introduction :

Pour pouvoir alimenter en eau une localité, il faut que cette eau soit apte à être consommée, c'est à dire potable, qui devra satisfaire à certaines normes de qualité d'une part, d'autre part, il faut qu'elle soit en quantité suffisante pour satisfaire aux besoins de la localité.

Le réseau d 'AEP est un ensemble des ouvrages, installations et appareillages à mettre en place pour traiter et transporter ces besoins en eau à satisfaire, depuis la ressource en eau jusqu'aux abonnés.

Ce chapitre est consacré pour répondre aux questions qui s'imposent lorsqu'on se propose d'alimenter une localité en eau potable.

III.2 Besoins :

Le dimensionnement d'un réseau d'alimentation en eau potable nécessite de bien estimer les ressources et les besoins. On distingue alors plusieurs types d'usages :

- ↳ Besoins Domestiques
- ↳ Besoins Industriels
- ↳ Besoins des équipements

III.2.1 Dotation domestique :

a. Dotation domestique actuelle :

La dotation domestique représente la consommation de la population disposant de compteur.

Le PNE prévoit des dotations unitaires moyennes comprises entre 150 et 250 l/j/hab.

Pour la ville d'Ouled Mimoun, une dotation enregistrée en 2017 de 150 l/j/hab pour les quartiers populaires, et de 100 l/j/hab pour les zones moins peuplées.

La dotation moyenne à Ouled Mimoun enregistrée en 2017 est de 122 l/j/hab. (ADE, 2018)

b. Dotation domestique future :

Il est préférable de proposer une dotation raisonnable à l'horizon 2050, qui est de l'ordre de 200 l/j/hab, vue le manque de données fiables qui nous permet de faire une estimation crédible des besoins en eau réelle.

III.2.2 Taux de perte :

Le taux de perte des eaux potables au niveau national s'élève à 30 % environ du total du volume d'eau distribué.(ADE, 2018)

III.2.3 Estimation de la population d'Ouled Mimoun :

La population d'Ouled Mimoun, objet de cette étude, était de 25 414 habitants en 2008 [2] et en se basant sur un taux d'accroissement démographique de 1.5 % [2], la population actuelle est estimée en appliquant l'équation **II.1**.

- ✓ La population d'Ouled Mimoun est estimée à 29 494 habitants en 2018 :

$$P_{2018} = P_{2008} (1+0.015)^{10} = \mathbf{29\ 494}$$
 habitants

- ✓ La population aux horizons 2020, 2030, 2040 et 2050 a été estimée en appliquant l'équation II.1, les résultats sont donnés dans le tableau III-1 :

Tableau III-1: Estimation de la population d'Ouled Mimoun

Année	2020	2030	2040	2050
Population	30 385	35 264	40 925	47 495

III.2.4 Besoins domestiques :

Les besoins moyens en eau sont calculés par la formule :

$$Q_{\text{moy}} (\text{l/j}) = P \times D \times (1 + T_p) \quad \text{III.1}$$

D'où :

P : Population.

D : Dotation (en l/j/habitant).

T_p : Taux de perte (%).

a. Besoins domestiques en situation actuelle :

- ❖ Considérant un coefficient de pointe journalier de 3

Les besoins moyens de cette localité sont estimés pour différents scénarios de dotations et les résultats sont représentés dans le tableau III-2 :

Tableau III-2: Estimation des besoins de la population :

Population	29 494		
Dotation (l/j/hab)	122	150	200
Besoins domestiques (m³/j)	4 677,75	5 751	7 667,54

b. Besoins domestiques en situation future :

Comme en situation actuelle, les besoins domestiques de cette localité sont estimés pour différents scénarios de dotations :

- ❖ Considérant une dotation de 122 l/j/hab :

Tableau III-3: Estimation des besoins domestiques futurs avec une dotation de 122 l/j/hab

Année	2020	2030	2040	2050
Besoins domestiques (m³/j)	4 819,06	5 592,87	6 490,71	7 532,71

- ❖ Considérant une dotation de 150 l/j/hab :

Tableau III-4: Estimation des besoins domestiques futurs avec une dotation de 150 l/j/hab :

Année	2020	2030	2040	2050
Besoins domestiques (m³/j)	5 925,08	6 876,48	7 980,375	9 261,53

- ❖ Considérant une dotation de 200 l/j/hab :

Tableau III-5: Estimation des besoins domestiques futurs avec une dotation de 200 l/j/hab :

Année	2020	2030	2040	2050
Besoins domestiques (m³/j)	7 900,1	9 168,64	10 640,5	12 348,7

III.2.5 Besoins de l'industrie et des équipements :

Les besoins actuels des équipements et de l'industrie représentent 30 % des besoins de la population.

Comme en situation actuelle, les besoins des équipements administratifs, publics, commerciaux et industriels futurs représente 30 % des besoins domestiques moyens en situation future.

III.3 Débit de pointe :

Le débit de pointe journalier correspond aux besoins de la population, il est enregistré généralement pendant la journée la plus chargée durant les mois le plus chaud de l'année.

❖ Le débit de pointe est calculé par la formule :

$$Q_p (l/j) = k_p \times Q_{moy}. \quad \text{III.2}$$

K_p : Coefficient de pointe.

III.3.1 Coefficient de pointe journalier :

En absence de données on évalue ce coefficient en appliquant la formule suivante :

$$K_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{moy}}} \quad \text{III.3}$$

Avec : **Q_{moy}** en (l/s)

❖ Dans notre cas, on prend un coefficient de pointe égale à **3**.

III.4 Les besoins en eau totaux :

L'estimation des besoins totaux en eau s'effectue en ajoutant les besoins de l'industrie et des équipements aux besoins domestiques, les résultats sont représentés dans le tableau III-6 :

Tableau III-6: Besoins en eau :

			2018	2020	2030	2040	2050
Débit moyen journalier (m³/j)	Dotation : 122 l/j/hab	Besoins domestiques (m ³ /j)	4 677,75	4 819,06	5 592,87	6 490,71	7 532,71
		Besoins publics et industriels (m ³ /j)	1 403,33	1 445,72	1 677,86	1 947,21	2 259,81
		Somme	6 081,08	6 264,78	7 270,73	8 437,92	9 792,52
	Dotation : 150 l/j/hab	Besoins domestiques (m ³ /j)	5 751,33	5 925,08	6 876,48	7 980,38	9 261,53
		Besoins publics et industriels (m ³ /j)	1 725,40	1 777,52	2 062,94	2 394,11	2 778,46
		Somme	7 476,73	7702,60	8 939,42	10 374,49	12 039,98
	Dotation : 200 l/j/hab	Besoins domestiques (m ³ /j)	7 668,44	7 900,10	9 168,64	10 640,50	12 348,70
		Besoins publics et industriels (m ³ /j)	2 300,53	2 370,03	2 750,59	3 192,15	3 704,61
		Somme	9 968,97	10 270,13	11 919,23	13 832,65	16 053,31
Débit de pointe (m³/j)	Dotation : 122 l/j/hab	Besoins domestiques (m ³ /j)	14 033,25	14 457,18	16 778,62	19 472,12	22 598,12
		Besoins publics et industriels (m ³ /j)	4 209,98	4 337,15	5 033,59	5 841,63	6 779,44
		Somme	18 243,23	18 794,34	21 812,20	25 313,75	29 377,56
	Dotation : 150 l/j/hab	Besoins domestiques (m ³ /j)	10 870,02	17 775,23	20 629,44	23 941,13	27 784,58
		Besoins publics et industriels (m ³ /j)	3 261,00	5 332,57	6 188,83	7 182,34	8 335,37
		Somme	14 131,02	23 107,79	26 818,27	31 123,46	36 119,95
	Dotation : 200 l/j/hab	Besoins domestiques (m ³ /j)	23 005,32	23 700,30	27 505,92	31 921,50	37 046,10
		Besoins publics et industriels (m ³ /j)	6 901,60	7 110,09	8 251,78	9 576,45	11 113,83
		Somme	29 906,92	30 810,39	35 757,70	41 497,95	48 159,93

III.5 Le système d'AEP de Ouled Mimoun :

Ouled Mimoun est actuellement alimentée en eau par cinq différents champs de captage, cette eau est régularisée dans cinq réservoirs de stockage d'eau avant d'être desservie aux abonnés.

La figure III-1 représente le système d'AEP général d'Ouled Mimoun :

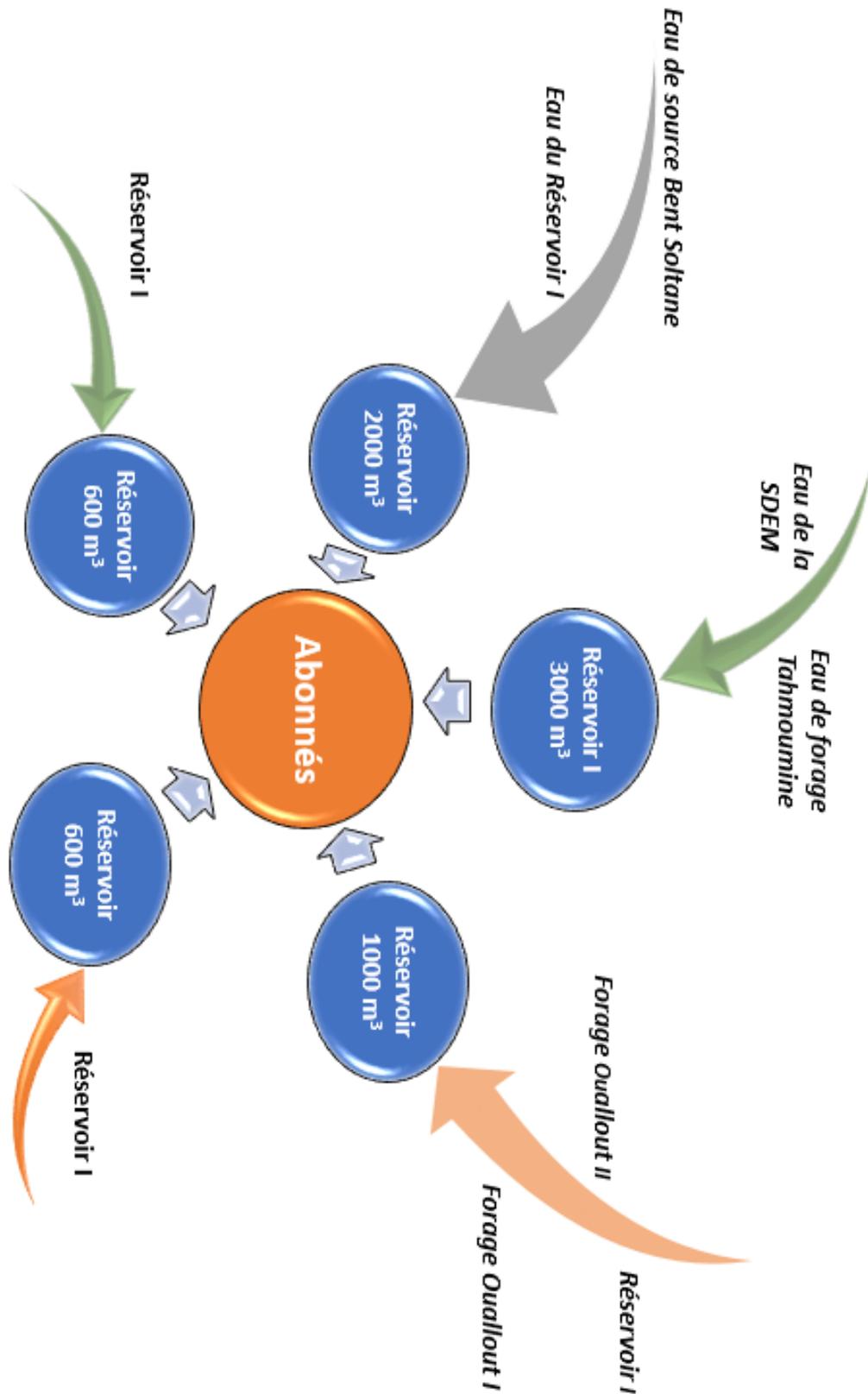


Figure III-1: Schéma synoptique du réseau d'AEP de la ville d'Ouled Mimoun

III.6 Ressources :

Théoriquement, le volume d'eau moyen produit par les différents champs de captages qui le reçoit Ouled Mimoun en une année avoisine les 2,35 Mm³, soit 6 480 m³/j. (APC, 2018)

Le tableau III-7 décrit les différents champs de captage qui alimentent Ouled Mimoun :

Tableau III-7: Champs de captage d'eau d'Ouled Mimoun : (CTH, 2018)

Ressources	Types d'ouvrage	Types d'eau	Débits
Tahmoumine	Forage	Eau souterraine	08 l/s
BC3 Sidi Senouci	Brise charge	Eau dessalée	35 l/s
Ain BentSoltane	Source	Eau de source	06 l/s
Ouallout I	Forage	Eau souterraine	10 l/s
Ouallout II	Forage	Eau souterraine	10 l/s
Belmeddah	Forage	Eau souterraine	06 l/s

III.7 Bilan Ressources/Besoins :

En situation future, nous prenons comme hypothèse que les installations de production des différents sites garderont les mêmes capacités d'autorisation soit 6 480 m³/j.

Le bilan Ressources / Besoins est donné dans le tableau III-8 :

Tableau III-8: Balance ressources/Besoins :

Année	Dotation (l/j/hab)	Besoins (m ³ /j)	Ressources (m ³ /j)	Balance (m ³ /j)			
2018	122	6 081.08	6 480	+ 398.92			
	150	7 476.73		- 996.73			
	200	9 968.97		- 3 488.97			
2020	122	6 254.78		6 480	+ 225.22		
	150	7 702.60			- 1 222.6		
	200	10 270.13			- 3 790.13		
2030	122	7 270.73			6 480	- 790.73	
	150	8 939.42				- 2 459.42	
	200	11 919.23				- 5 439.23	
2040	122	8 437.92				6 480	- 1 957.92
	150	10374.49					- 3 894.49
	200	13 832.65					- 7 352.65
2050	122	9 792.52	6 480				- 3 312.52
	150	12 039.98					- 5 559.98
	200	16 053.31					- 9 573.31

Le tableau III-8 indique que les besoins globaux dépassent largement les ressources en eaux mobilisées (eau de dessalement et eau souterraine).

La balance Ressources/ Besoins révèle une pénurie sévère qui touche la ville actuellement, et qui va s'aggraver avec le temps.

III.8 Stockage :

III.8.1 Besoins en stockage :

Selon (GOMELLA, 1985), pour calculer les besoins en stockage, il est considéré des capacités de l'ordre de 25 % de la consommation.

Le tableau qui suit résume les besoins en stockage à Ouled Mimoun :

Tableau III-9: Evolution des besoins en stockage :

	En situation actuelle	A l'horizon 2050
Débit moyen journalier (m ³ /j)	9 968,97	16 053,31
Besoins en stockage (m³)	2 492.24	4 013.33

III.8.2 Capacité de stockage :

L'alimentation en eau potable d'Ouled Mimoun est principalement régularisée par des réservoirs qui sont alimenté en eau soit par des forages, des sources ou station de dessalement de l'eau de mer :

a. Ouvrages de stockage :

Avant d'être distribuée l'eau est stockée dans cinq réservoirs d'eau. Chacun de ces derniers est implantés dans des côtes considérablement élevés et au milieu de l'agglomération bénéficière. Ils contribuent à améliorer les conditions de distribution de l'eau et à en sécuriser l'alimentation.

b. Dimensions des réservoirs :

Tableau III-10: Dimensions des réservoirs existants :(CTH, 2018)

Réservoir	Côte	Emplacement	Volume
Réservoir I	786 m	Sidi Zouaoui	3 000 m ³
Réservoir II	768 m	Sidi Zouaoui	2 000 m ³
Réservoir III	735 m	Sidi Abderrahmane	1 000 m ³
Réservoir IV	749 m	Sidi Zouaoui	600 m ³
Réservoir V	749 m	Sidi Zouaoui	600 m ³
Capacité de stockage totale : 7 200 m³			

III.8.3 Balance Capacité / Besoins en stockage :

- ❖ Considérant une dotation de 200 l/j/hab, la capacité et les besoins en stockage d'eau sont représentés dans le tableau III-11 :

Tableau III-11: Comparaison entre la capacité de stockage des ouvrages existants et les besoins en stockage futurs :

	2018	2020	2030	2040	2050
Besoins en stockage (m³)	2 492,24	2 567,53	2 979,81	3 458,16	4 013,33
<i>Capacité de stockage actuelle est de 7 200 m³</i>					

Le tableau III-11 est traduit en histogramme, les résultats sont représentés dans la figure ci-dessous :

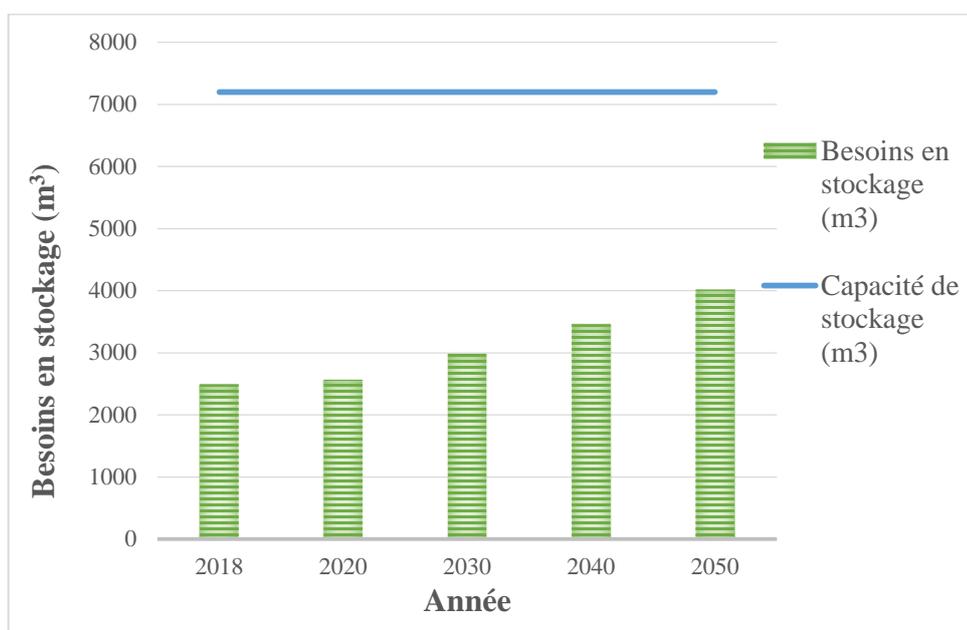


Figure III-2: Histogramme de comparaison entre les besoins en stockage et la capacité de stockage

Interprétation :

Les ouvrages de stockage d'eau potable à Ouled Mimoun assurent une capacité de stockage qui peut satisfaire les besoins en stockage jusqu'à l'année 2050.

On rappelle que la ville jouit de deux château d'eau en bon états mais hors service.

III.9 Conclusion :

L'agglomération chef-lieu d'Ouled Mimoun compte actuellement 29 494 habitants,

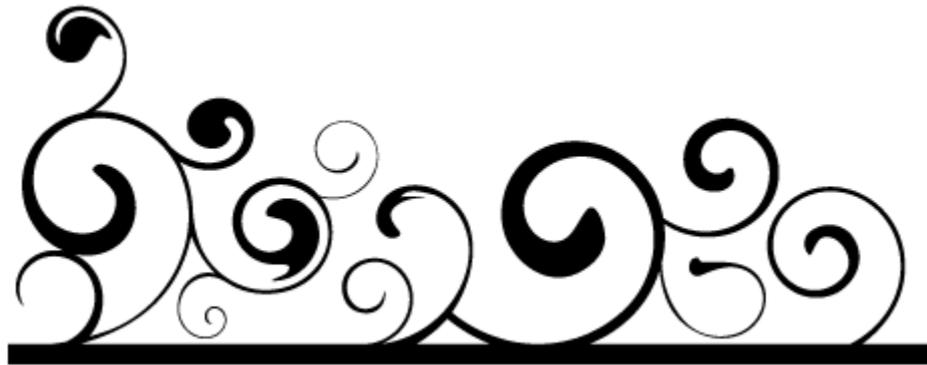
La demande en eau potable été estimée à 9 969 m³/j en 2018, avec une dotation de 200 l/j/hab. Cette quantité d'eau est supposée être régularisée par cinq réservoirs de différentes capacités de stockage qui reçoivent l'eau de cinq différents champs de captage.

Les ouvrages de stockage qui existent couvrent les besoins en stockage actuels et futurs (à l'horizon 2050).

D'après la balance établie, on remarque qu'il y'a un grand écart entre l'offre et la demande ; et le moins que l'on puisse dire c'est que cette région souffre d'un manque intensif d'eau, d'où la nécessité de rechercher des solutions pour atteindre l'adéquation Ressources/Besoins.

Suite à la discontinuité de l'alimentation en eau enregistrée au niveau de la commune, une étude critique du réseau d'AEP est effectuée, en chapitre qui suit, sur une base d'un débit de 346 l/s à l'aide du logiciel EPANET.

Chapitre IV :



**ÉTUDE CRITIQUE
DU RÉSEAU D'AEP
D'OULED MIMOUN**



IV. ÉTUDE CRITIQUE DU RÉSEAU D'AEP D'OULED MIMOUN

IV.1 Introduction :

Une modélisation du réseau d'alimentation en eau potable d'Ouled Mimoun est élaborée en utilisant le logiciel EPANET.

Ce chapitre est consacré à la présentation des principales étapes de notre travail ainsi que les différentes simulations réalisées sur la base de données du réseau d'AEP de notre zone d'étude, suivie d'une présentation des résultats de simulation effectuées sous EPANET, puis d'une détermination des paramètres hydrauliques (pressions, vitesses) à l'état actuel et les contraintes rencontrées dans le réseau avec des propositions pour les résoudre.

IV.2 Acquisition des données :

Le plan de recollement du réseau d'alimentation en eau potable d'Ouled Mimoun (la partie récemment rénovée) a été récupéré auprès du service CTH « Contrôle Technique Hydraulique » dans deux fichiers en format numérique DWG (AutoCad). Les figures IV-1, IV-2 représentent les plans du réseau récupérés :



Figure IV-1: Réseau du quartier Rahma sous AutoCad



Figure IV-2: Réseau du centre-ville d'Ouled Mimoun sous AutoCad

La cote au niveau de chaque nœud du réseau est indispensable pour lancer les calculs sous EPANET. Compte tenu du manque des données concernant les altitudes des nœuds de demande, on a utilisé Google Earth pour avoir ces dernières.

IV.3 Modélisation du réseau sous EPANET :

Le réseau d'AEP a été superposé en se basant sur une carte extraite de Google Earth tel que montré en figure IV-3 :

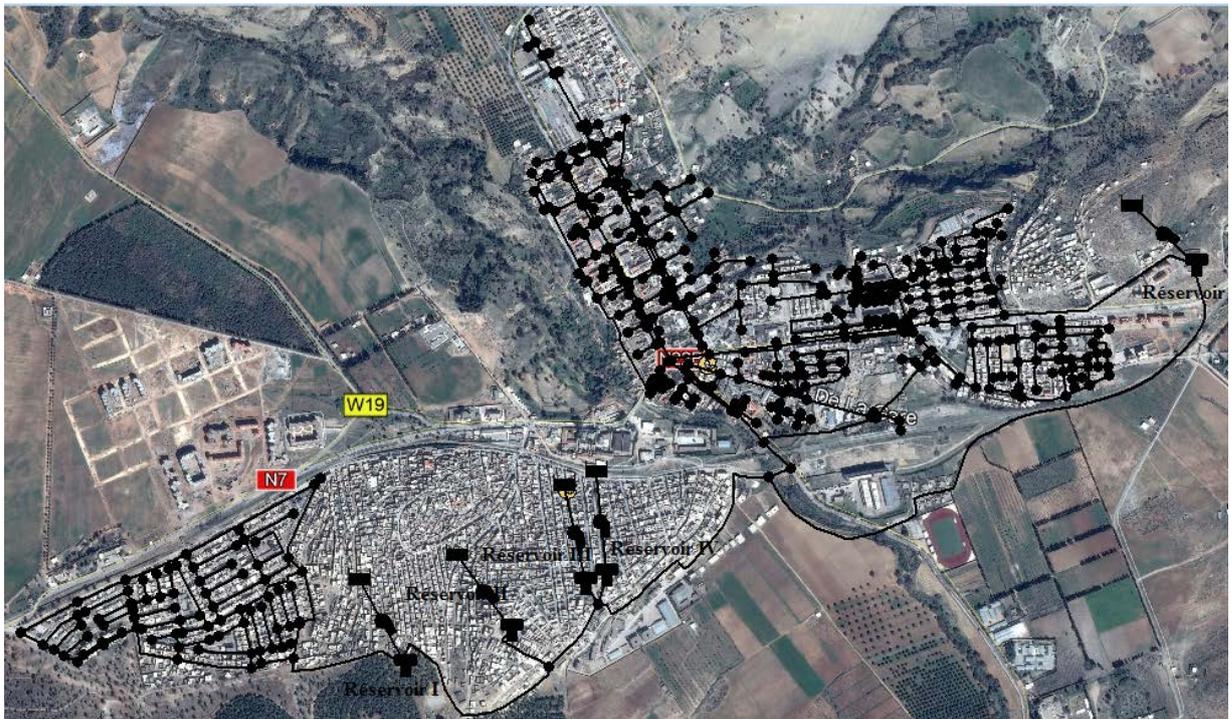


Figure IV-3: Réseau d'AEP d'Ouled Mimoun modélisé sous EPANET

Après avoir tracé notre réseau récupéré en format DWG sous EPANET à l'aide de la barre d'Outils (représentée en figure I-7), on a saisi les propriétés des objets dessinés : altitude des nœuds, longueurs, diamètres et rugosités des conduites,...etc, comme la figure IV-4 montre :

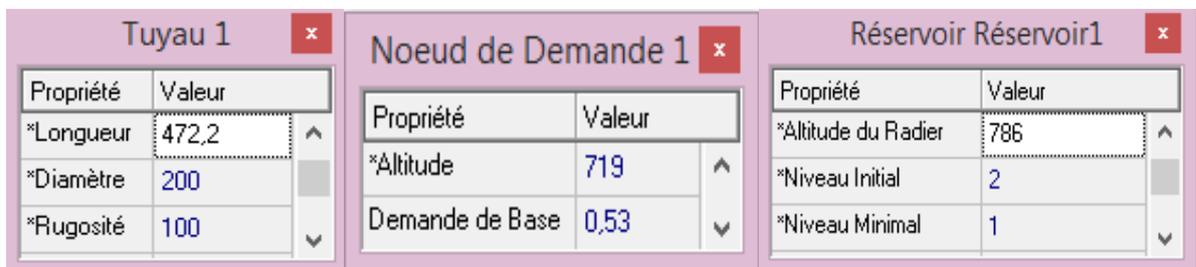


Figure IV-4: éditeurs de propriétés (conduite, nœud, réservoir)

On a positionné des pompes et des bâches fictives afin d'ajouter des débits pour l'alimentation des réservoirs en cas d'épuisement d'eau.

Chaque pompe doit être jointe par une courbe, la représentation de la courbe de la pompe est donnée en figure ci-dessous, sous la forme Q-H :

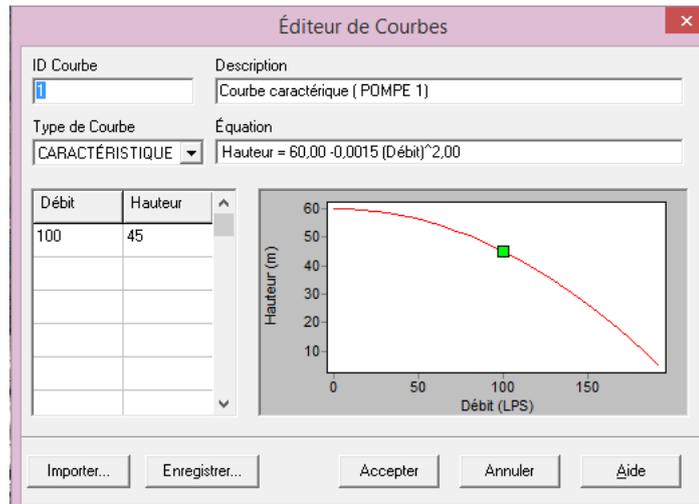


Figure IV-5: éditeur de courbes

IV.3.1 Résultats préliminaires de la modélisation sous EPANET :

La répartition des conduites de distribution dans le réseau, selon le matériau de fabrication, est donnée dans le tableau ci-dessous :

Tableau IV-1: La répartition des conduites dans le réseau :

Matériau de fabrication	Fonte Ductile	PEHD
Nombre de tronçon	226	263
Linéaires (m)	19526,18	13024,2

Comme le montre le graphique IV-6, 60 % du réseau sont des tuyaux en Fonte Ductile face à 40 % des tuyaux en PEHD :

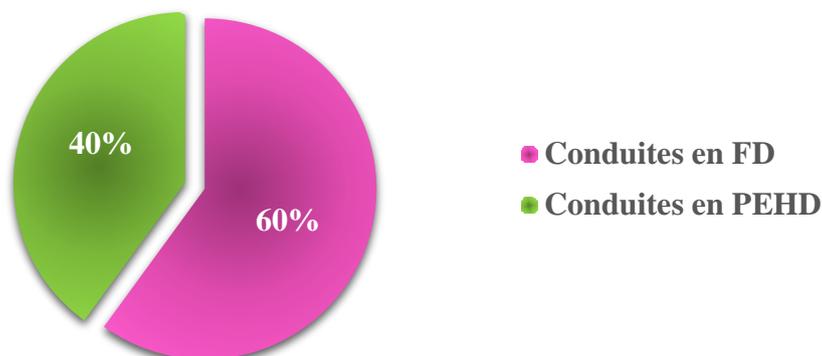


Figure IV-6: Répartition des tuyaux selon le matériau de fabrication (réseau étudié)

La majorité des conduites de distribution du réseau d'AEP d'Ouled Mimoun sont fabriqués soit en PEHD ou en Fonte Ductile, ils ont plusieurs diamètres allant de 40 jusqu'à 400 mm.

13 104,2 m des tuyaux sont en PEHD face à 19 435,18 m des tuyaux sont en Fonte Ductile.

La figure qui suit donne la répartition des diamètres de conduites en PEHD constituant le réseau :

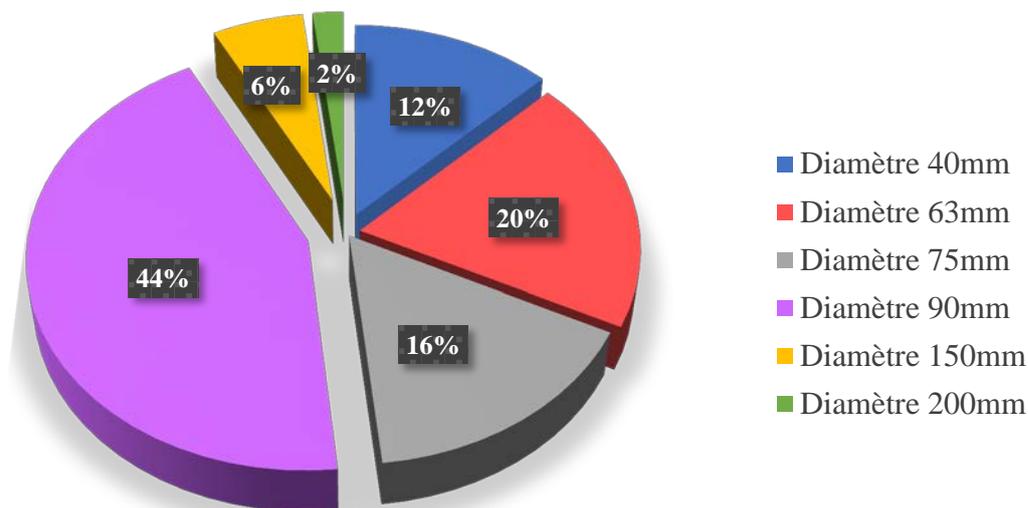


Figure IV-7: Répartitions des différents diamètres de conduites en PEHD

La figure IV-8 donne la répartition des diamètres de conduites en Fonte Ductile constituant le réseau :

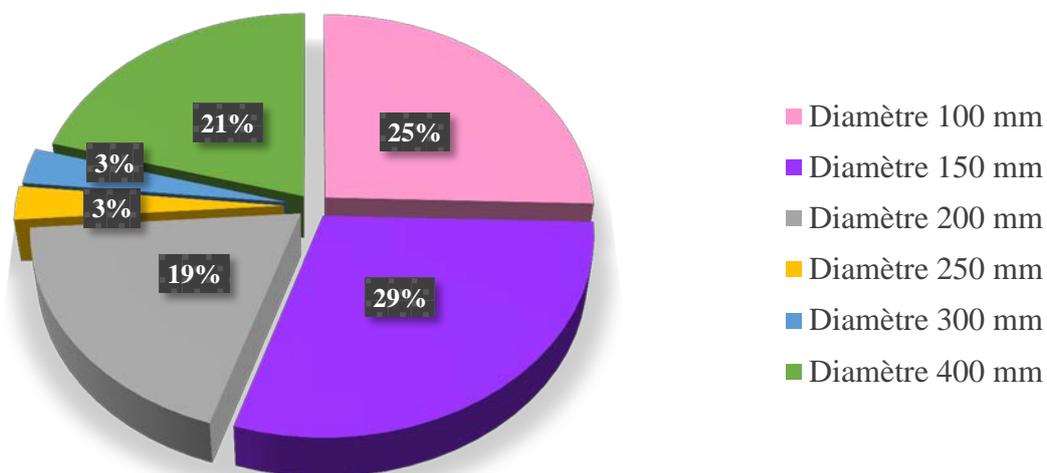


Figure IV-8: Répartitions des différents diamètres de conduites en Fonte Ductile

La répartition des conduites de distribution dans le réseau, selon les diamètres, est donnée dans le tableau IV-2 :

Tableau IV-2 : Diamètres des tuyaux utilisés pour le réseau :

	Nombre de tronçon	Linéaire (m)
Diamètre < 80 mm	128	6 293,78
150 mm > Diamètre > 80 mm	191	10 783,54
Diamètre =150 mm	114	6 479,16
Diamètre > 150 mm	56	8 993,90

La répartition des diamètres est illustrée dans la figure IV-9.

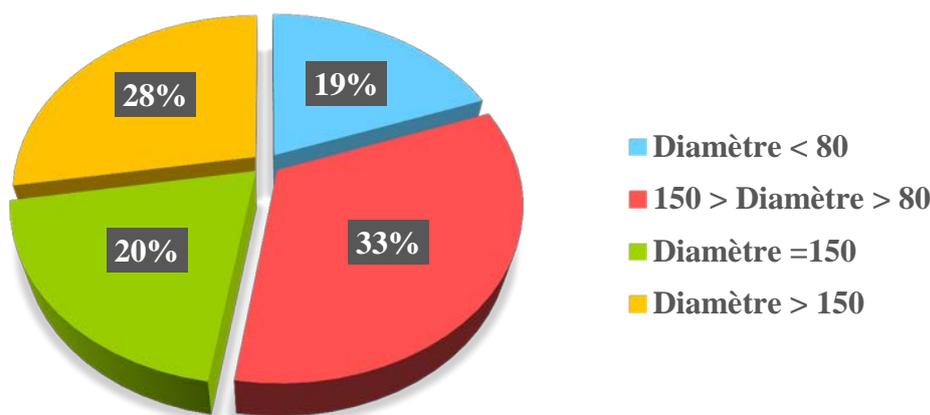


Figure IV-9: Répartition des diamètres des canalisations utilisées (mm)

Le linéaire total du réseau d'AEP de la ville d'Ouled Mimoun est d'environ 32 Km avec 489 arcs et 460 nœuds.

IV.4 Étude critique du réseau :

Dans ce travail, le réseau d'AEP d'Ouled Mimoun est simulé avec un débit de pointe de 346 l/s, (voir chapitre III), qui correspond à une dotation de 200 l/j/hab.

Par manque de données statistiques concernant la densité des habitants et la répartition de la consommation réelle, on considère que la consommation est la même au niveau de tous les nœuds en se basant sur la méthode d'égalité de dotation pour chacune pour le calcul des débits distribués aux nœuds.

Par manque d'informations sur le réseau d'AEP actuel du quartier populaire Sidi Zouaoui, on suppose que le réseau qu'on possède représente 70 % du réseau entier actuel.

Après avoir modéliser le réseau d'AEP d'Ouled Mimoun sous EPANET et associer les données correspondantes aux nœuds (altitudes), conduites (longueurs et diamètres) et réservoirs (altitude du radier, diamètre), on a distribué les 70 % du débit de pointe uniformément sur les 460 nœuds de demande, soit une dotation de : $\frac{346 \times 70\%}{460} = 0,53 \text{ l/s/nœud}$. Cette méthode peut prévoir approximativement le comportement du réseau, elle l'exprime avec une bonne précision considérant que la population et les nœuds de distribution soient repartis uniformément sur toute la surface desservie.

IV.4.1 Simulation du réseau :

La simulation d'un réseau d'AEP peut être une simulation statique (simulation instantanée) ou dynamique (simulation à longue durée) :

a. Simulation instantanée :

On a lancé une simulation instantanée de notre réseau, comme le montre la figure IV-10 :

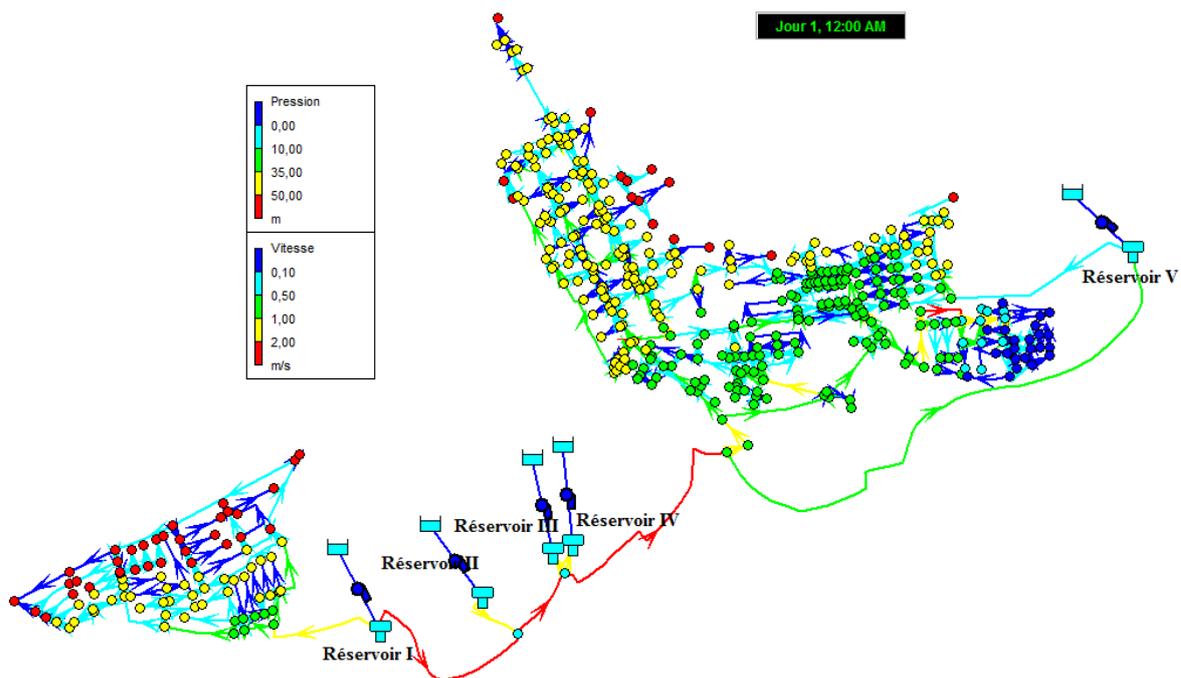


Figure IV-10: Résultat de simulation du réseau d'AEP d'Ouled Mimoun modélisé sous EPANET (cas de simulation instantanée)

1) Résultats de la simulation instantanée :

On s'est intéressé de deux paramètres : les pressions aux nœuds et les vitesses aux arcs.

Les résultats concernant les pressions aux nœuds sont représentés dans les figures : IV-11, IV-12 et IV-13 :

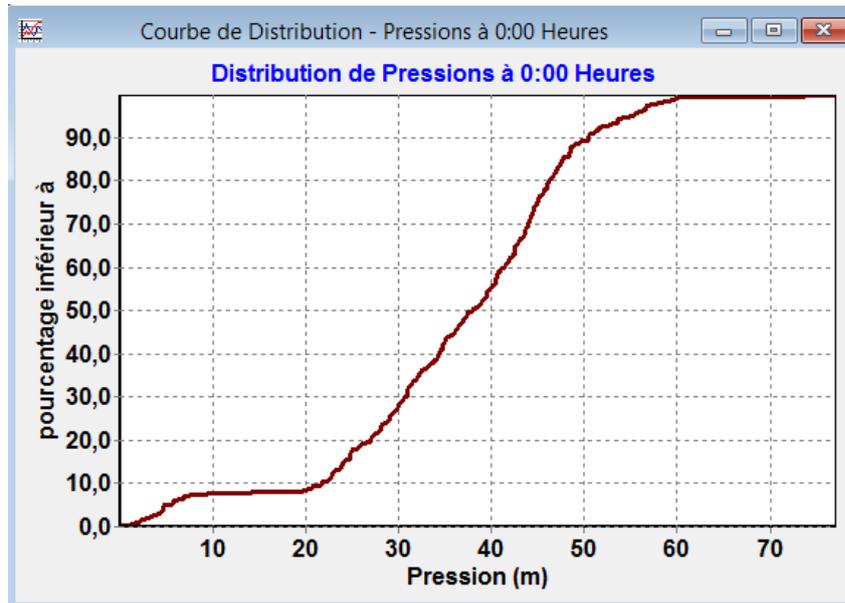


Figure IV-11: Courbe de distribution de pressions (cas de simulation instantanée)

La figure IV-12 affiche les régions du schéma et leurs valeurs de pression :

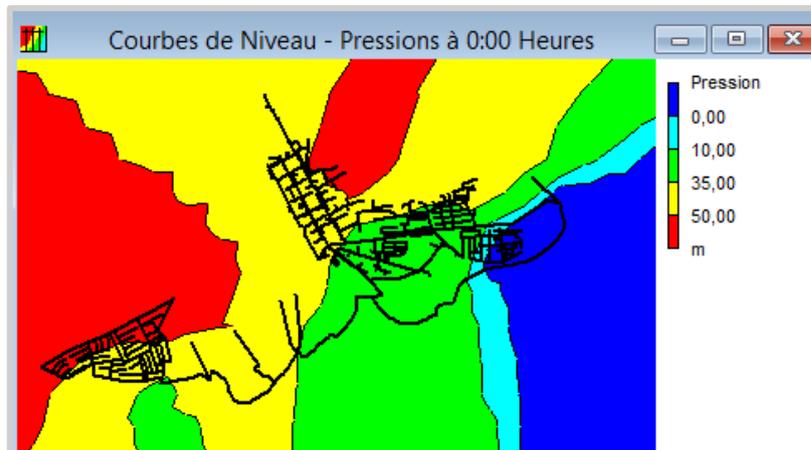


Figure IV-12: Courbe de niveau des pressions (cas de simulation instantanée)

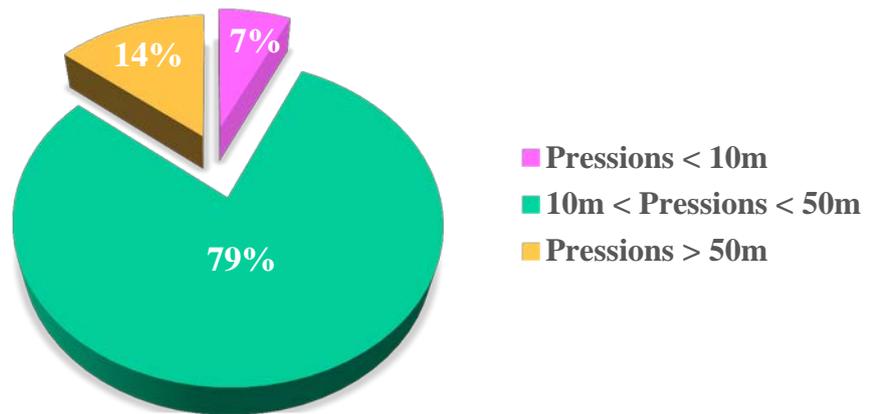


Figure IV-13: Représentation graphique des pressions (cas de simulation instantanée)

D'après les figures IV-11, IV-12 et IV-13, les pressions varient de [1,38 – 78m], les pressions au niveau de la plupart des nœuds sont dans la fourchette [10 – 50m].

Les résultats concernant les vitesses aux arcs sont représentés dans les figures IV-14, IV-15:

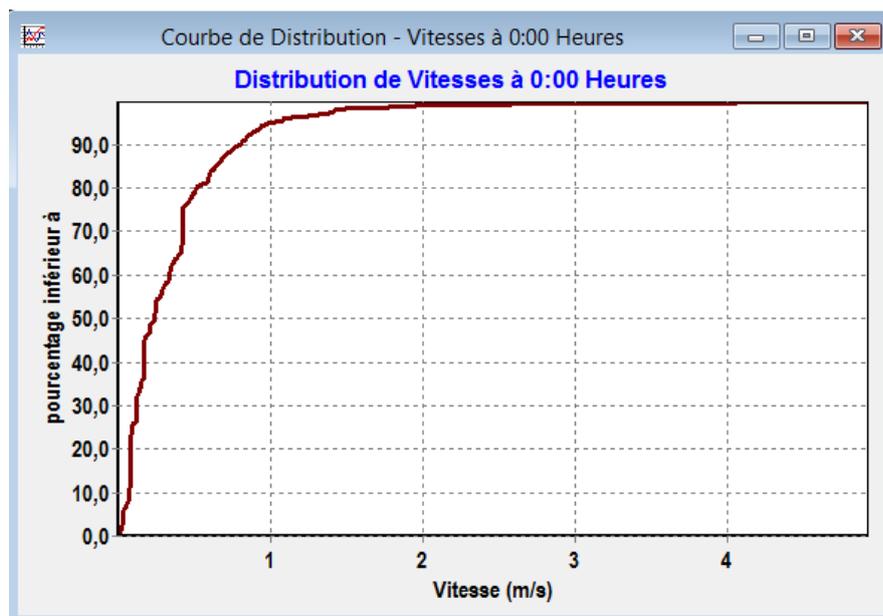


Figure IV-14: Courbe de distribution de vitesses (cas de simulation instantanée)

La figure IV-15 représente la répartition des pressions aux nœuds pendant les heures de pointe (7 :00h) :

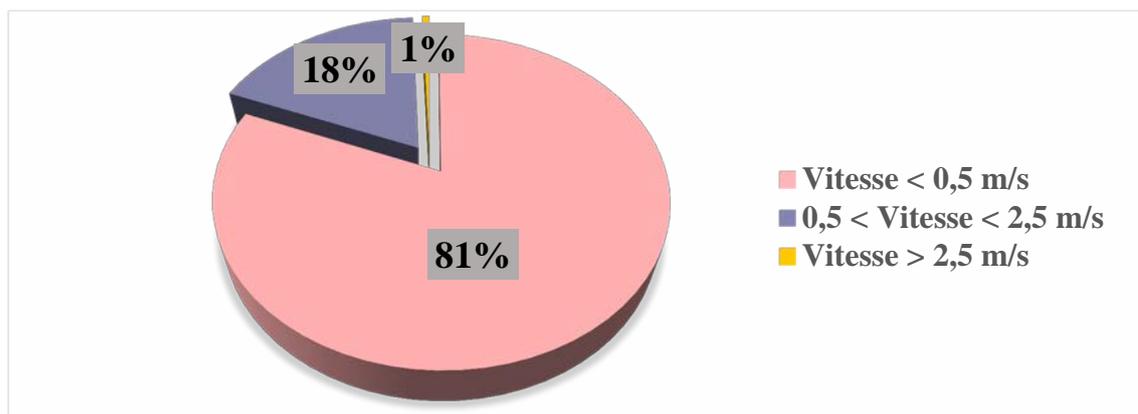


Figure IV-15: Représentation graphique des vitesses (cas de simulation instantanée)

Comme le montrent les figures IV-14 et IV-15, les vitesses varient de [0,01 – 4,92 m/s], les vitesses au niveau de la plupart des tuyaux sont inférieures à 0,5 m/s.

A partir des résultats de simulation instantanée, on peut dire que les pressions sont dans la majorité acceptables mais ce n'est pas le cas pour les vitesses.

b. Simulation à longue durée :

On va simuler l'évolution des paramètres de fonctionnement (pressions et vitesses) sur une journée avec un pas de temps de 1 heure.

1) *Création de la courbe de modulation :*

La courbe de modulation permet de prendre en compte les variations de la demande au cours du temps. Cette courbe est multipliée par un coefficient, appelé "coefficient de pointe horaire", pour obtenir la demande réelle à chaque période.

Selon (DUPONT, 1974), la répartition de la consommation d'eau sur une journée est représentée dans le tableau ci-dessous :

Tableau IV-3: La répartition de la consommation sur une journée :

Période	Multiplicateur
00h à 1h	0,125
1h à 2h	0,125
2h à 3h	0,125
3h à 4h	0,125
4h à 5h	0,125
5h à 6h	0,125
6h à 7h	1
7h à 8h	3,5
8h à 9h	3,5
9h à 10h	3,5
10h à 11h	3,5
11h à 12h	0,4
12h à 13h	0,4
13h à 14h	0,4
14h à 15h	0,4
15h à 16h	0,4
16h à 17h	2
17h à 18h	2
18h à 19h	0,5
19h à 20h	0,5
20h à 21h	0,5
21h à 22h	0,5
22h à 23h	0,125
23h à 00h	0,125

Ces valeurs sont transformées en une courbe de modulation qui est donc éditée dans les données du réseau sous EPANET :

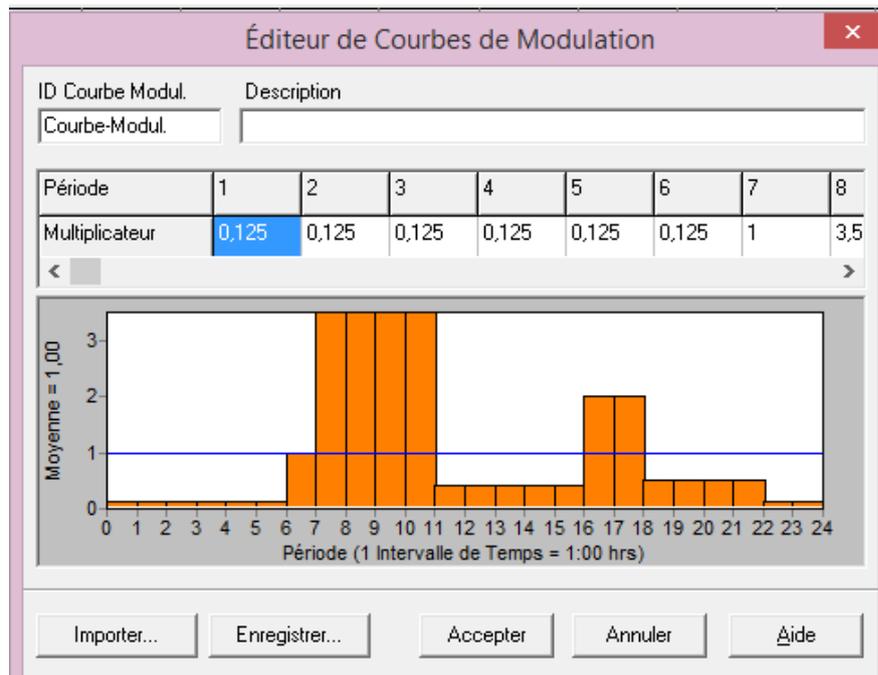


Figure IV-16: Courbe de modulation associée aux nœuds

2) Résultats de la simulation à longue durée :

On a lancé une simulation à longue durée de notre réseau et elle n'est pas réussie, un message d'erreur est apparu lors de l'exécution, signale qu'il y'a des pressions négatives aux heures de

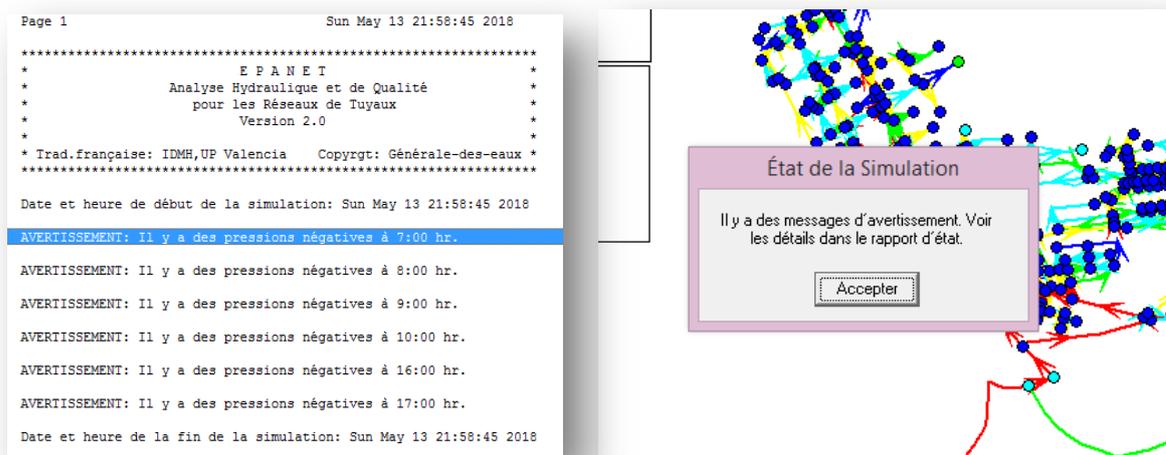


Figure IV-17: Messages d'avertissement lors de l'exécution

pointe telqu'il est montré en figure IV-17 :

La simulation du réseau actuel modélisé sous EPANET avec une demande de 0.53 l/s/nœud a donné les résultats montrés en figure IV-18 :

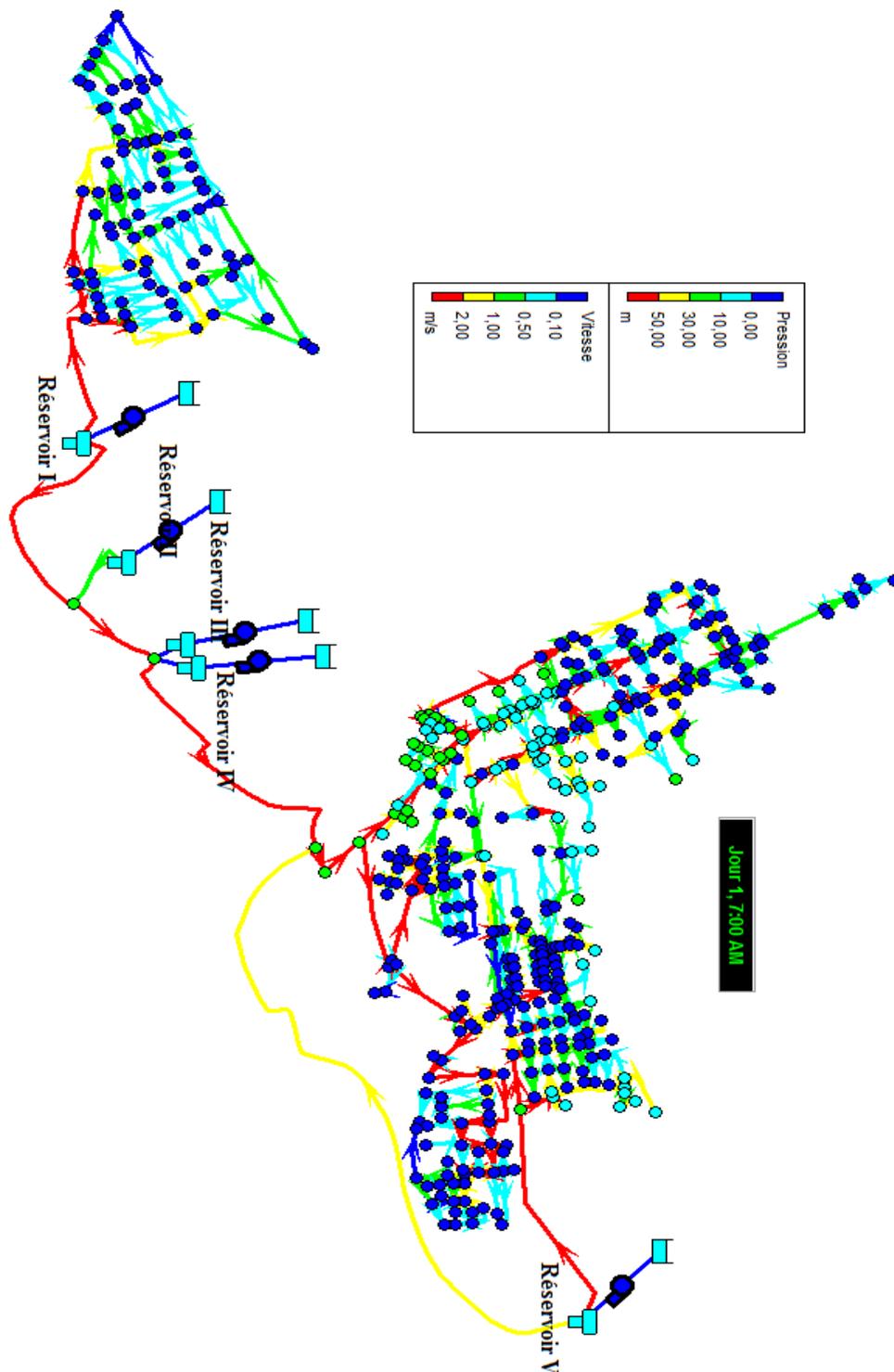


Figure IV-18: Résultat de simulation du réseau d'AEP d'Ouled Mimoun modélisé sous EPANET (cas de simulation longue durée)

La figure IV-18 montre que la vitesse au niveau des conduites qui relie les réservoirs I, II, III et très forte, dépassent les 2 m/s, les vitesses au niveau des autres conduites peuvent être acceptable, les pressions au niveau de la plupart des nœuds sont négatives aux heures de pointe :

93 % sont des vitesses inférieures à 2.5 m/s comme le montre la figures IV-19:

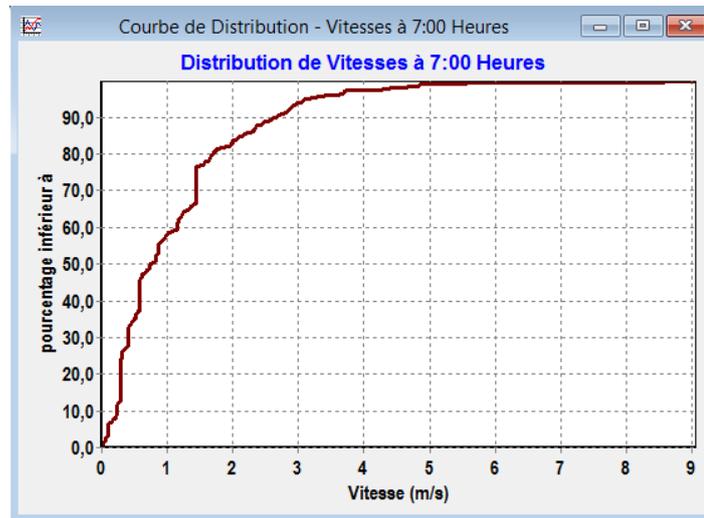


Figure IV-19: Courbe de distribution de vitesses (cas de simulation à longue durée)

55 % des vitesses dans les arcs sont dans l'intervalle des vitesses tolérées [0,5 m/s – 2,5 m/s] comme le montre la figure IV-20 :

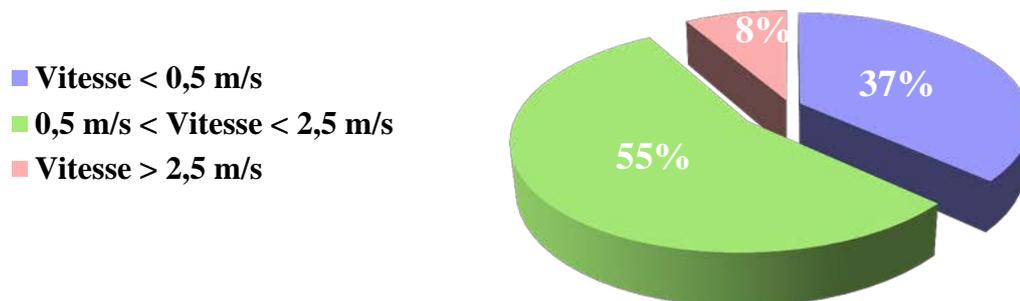


Figure IV-20: Représentation graphique des vitesses (cas de simulation à longue durée)

Plus de détails concernant les pressions aux nœuds encas de simulation à longue durée sont représentés dans la figure IV-21:

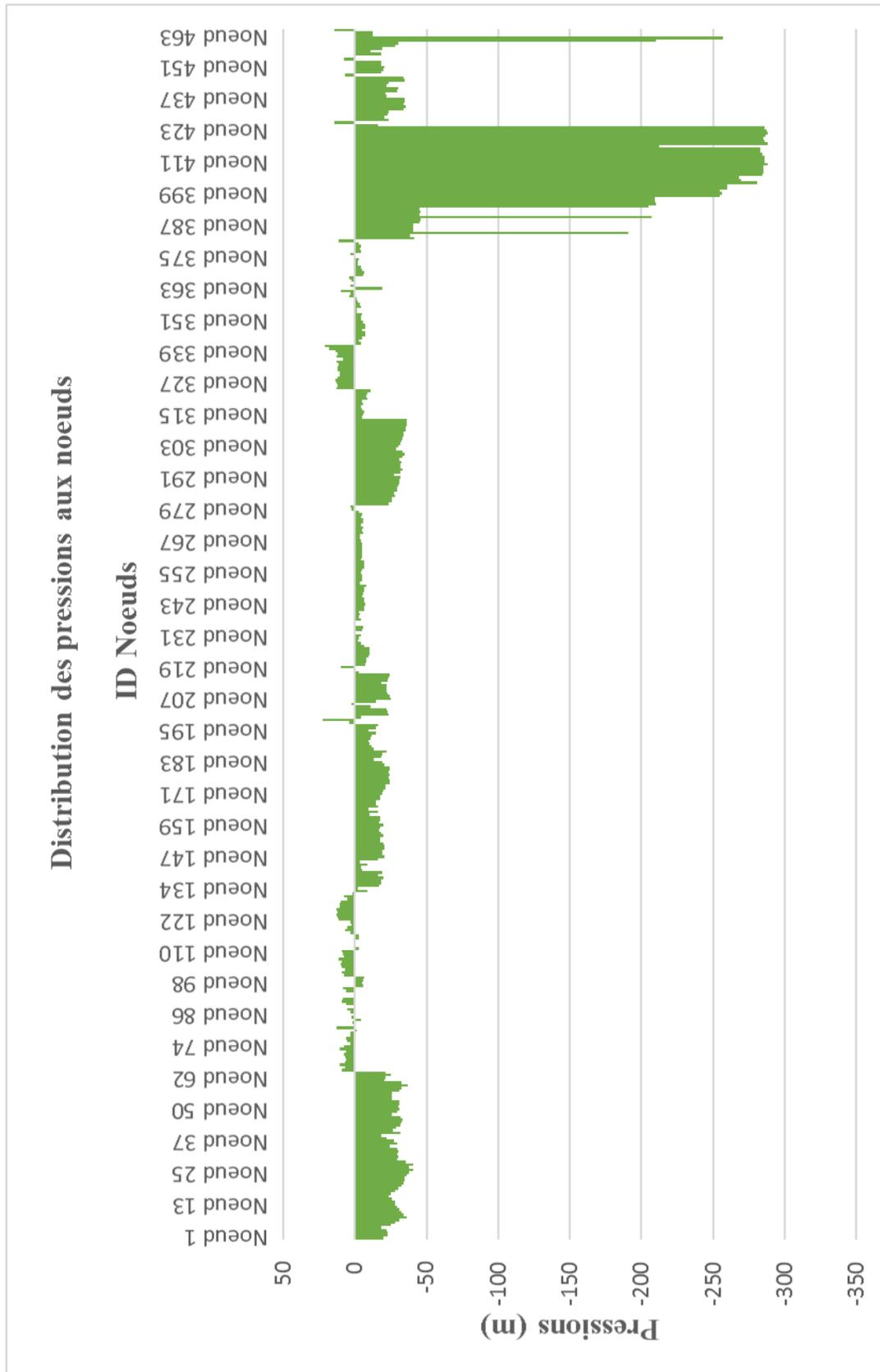


Figure IV-21: La distribution des pressions aux nœuds (cas de simulation à longue durée)

79 % des pressions sont négatives comme le montre la figure IV-22 :

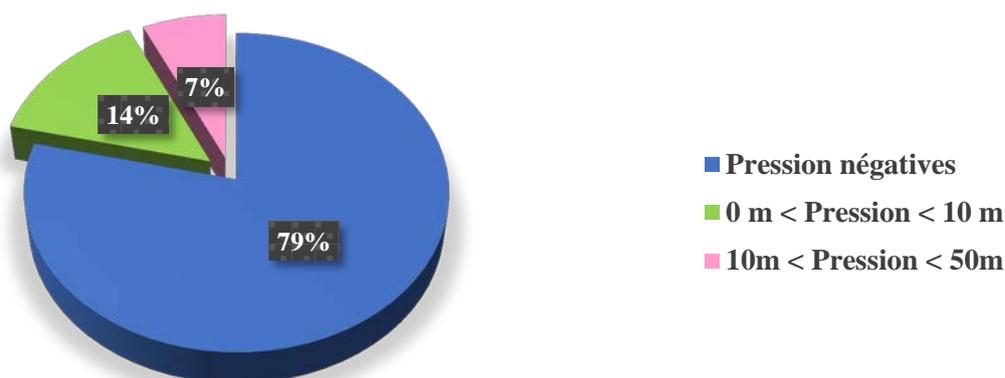


Figure IV-22: Représentation graphique des pressions (cas de simulation à longue durée)

Les figures IV-21 et IV-22 représentent la répartition des pressions à 7 :00h (heure de pointe) et montrent que toutes les pressions réparties sur le réseau sont inférieures à 35 m, plus de 95 % sont inférieurs à 20 m et 79 % sont des pressions négatives et sauf 7 % appartiennent à l'intervalle des pressions tolérées [10m – 50m].

IV.4.2 Synthèse :

On a modélisé réseau de distribution d'eau potable d'Ouled Mimoun en situation actuelle de pointe pour deux critères : pression et vitesse, les données issues de la modélisation sont synthétisées sur le tableau IV-4 :

Tableau IV-4: Synthèse du fonctionnement du réseau préexistant :

Critères	Etat actuel	Significations
Pression (m)	Min : - 280	<ul style="list-style-type: none"> Les pressions négatives reviennent soit à la mauvaise conception du réseau ou au mauvais choix des diamètres des conduites
	Max : 35	<ul style="list-style-type: none"> Une pression recommandée, mais le réseau préexistant total desserve peu d'abonnés.
Vitesse (m/s)	Min : 0,01	<ul style="list-style-type: none"> Les faibles vitesses sont la conséquence des diamètres importants des conduites par rapport à la consommation, elles peuvent provoquer des dépôts au niveau des conduites ce qui peut provoquer une prolifération de bactérie
	Max : > 7	<ul style="list-style-type: none"> Les fortes vitesses sont la conséquence des petits diamètres de conduites par rapport à la consommation, elles peuvent provoquer l'éclatement de la conduite.

IV.5 Contribution à la simulation du réseau :

Vue le problème de pressions négatives aux heures de pointe surtout au niveau des zones montrées en figure IV-23 :

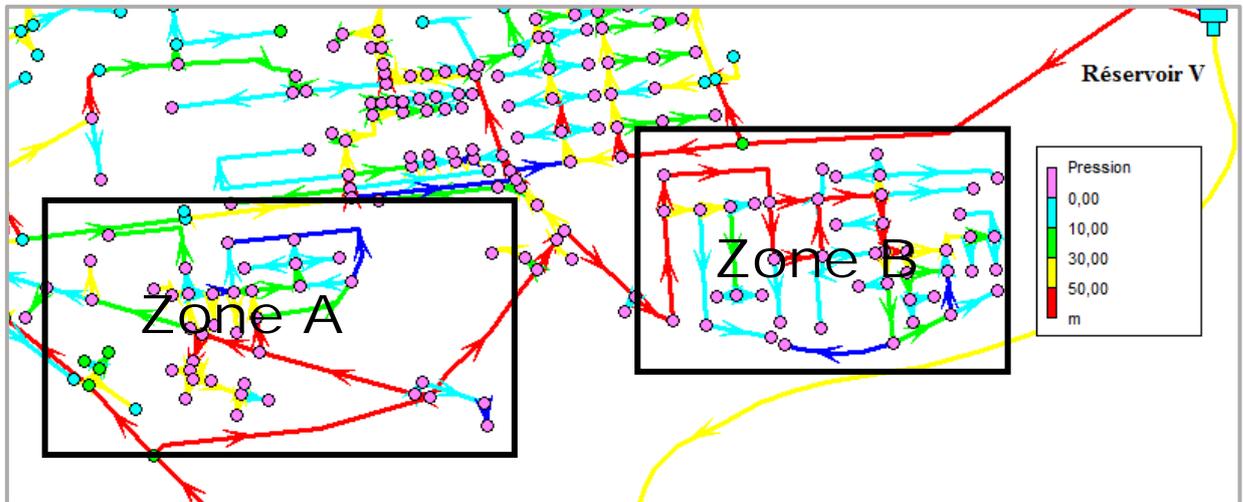


Figure IV-23: Les zones où il existe surtout le problème de pression négative

On a proposé de nouveaux diamètres pour les tuyaux représentés en tableau qui suit :

Tableau IV-5: Diamètres proposés :

ID tuyaux	Matériau	Ø réel (mm)	Ø proposé (mm)	ID tuyaux	Matériau	Ø réel (mm)	Ø proposé (mm)
T-1	FD	200	300	T-416	PEHD	90	75
T-2	FD	150	250	T-417	PEHD	90	75
T-19	FD	200	250	T-418	PEHD	90	90
T-205	FD	150	60	T-420	PEHD	90	40
T-206	FD	150	100	T-421	FD	100	200
T-207	FD	150	60	T-422	PEHD	90	75
T-208	FD	150	60	T-423	FD	100	225
T-209	FD	150	100	T-424	FD	100	250
T-210	PEHD	40	63	T-425	PEHD	90	63
T-211	PEHD	75	63	T-426	FD	100	150
T-212	FD	150	100	T-427	PEHD	90	63
T-213	PEHD	75	40	T-430	PEHD	90	75
T-325	FD	250	300	T-433	FD	100	225
T-327	FD	250	300	T-434	PEHD	90	200
T-330	FD	200	300	T-435	FD	100	60
T-344	FD	400	500	T-438	PEHD	90	63
T-352	FD	400	500	T-439	PEHD	90	125
T-353	FD	400	500	T-440	PEHD	90	160
T-356	FD	300	500	T-441	PEHD	90	63
T-356	FD	300	500	T-443	FD	100	80
T-400	FD	100	200	T-444	FD	200	80
T-403	PEHD	90	63	T-445	FD	150	300
T-405	PEHD	90	40	T-446	FD	150	300
T-406	PEHD	90	40	T-447	FD	200	300
T-408	FD	100	50	T-451	FD	400	600
T-409	FD	100	200	T-453	FD	400	600
T-412	FD	100	250	T-454	FD	400	600
T-413	PEHD	90	40	T-455	FD	400	500
T-414	PEHD	90	40	T-486	FD	200	300
T-415	FD	100	250	T-490	FD	200	300

IV.6 Extension du réseau :

Sidi Zouaoui est un quartier à Ouled Mimoun, ce dernier est un quartier en forte pente avec une altitude de départ à 786 m et une arrivée à 703 m, il compte un dénivelé de 83 mètres.

En plus de la forte pente, ce quartier est connu par une prolifération des bidonvilles, ce qui provoque le problème d'alimentation en eau à Ouled Mimoun.

Par manque du plan du réseau d'AEP de Sidi Zouaoui, on a proposé un réseau pour ce dernier à l'aide des données extraites de Google Earth (altitudes des nœuds et longueurs des conduites proposées).

On a proposé un réseau mixte (8 mailles + ramifications) pour alimenter Sidi Zouaoui à partir de 3 réservoirs proches de ce quartier, constitué des tuyaux en Fonte Ductile, PEHD et en PVC, On a positionné 3 bâches d'eau et 3 pompes, jointes des courbes, pour alimenter les réservoirs tel qu'il est représenté en figure V-1 :

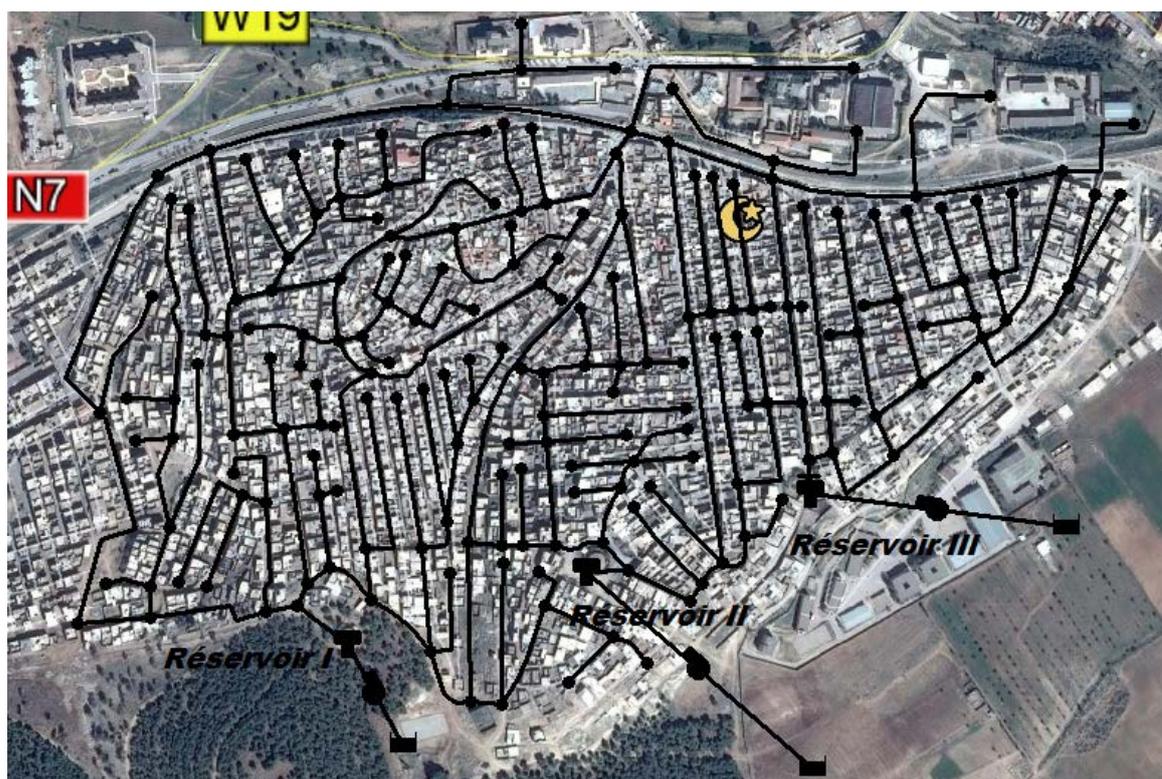


Figure IV-24: Réseau d'AEP proposé pour Sidi Zouaoui sous EPANET

Ce réseau est constitué de 194 nœuds et 204 tuyaux d'un linéaire total de 18641,5 m, des diamètres allant de 40 mm jusqu'à 500 mm en Fonte Ductile pour les diamètres au niveau des mailles et des ramifications en PEHD.

Comme le montre la figure V-3 une grande partie du réseau est en FD :

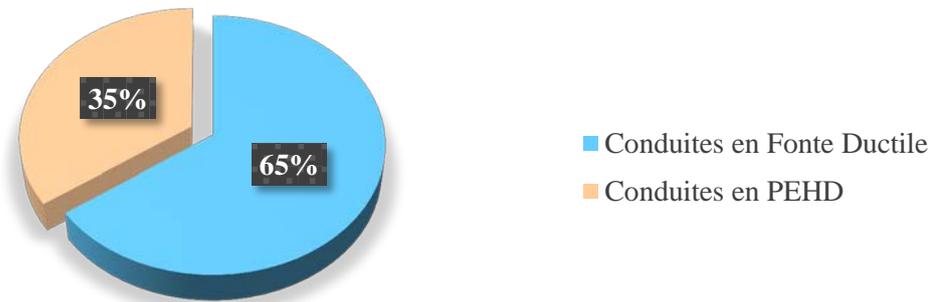


Figure IV-25: Répartition des tuyaux selon le matériau de fabrication (Sidi Zouaoui)

Les détails concernant les longueurs, les diamètres des tronçons proposés sont donnés en annexes.

IV.6.1 Simulation à longue durée du réseau proposé pour Sidi Zouaoui :

On a édité la courbe de modulation donnée en Tableau IV-3, dans les données du réseau sous EPANET puis on a lancé une simulation à longue durée réussie avec une demande de 0.46 l/s/nœud, le résultat aux heures de pointe est en figure V-3 :

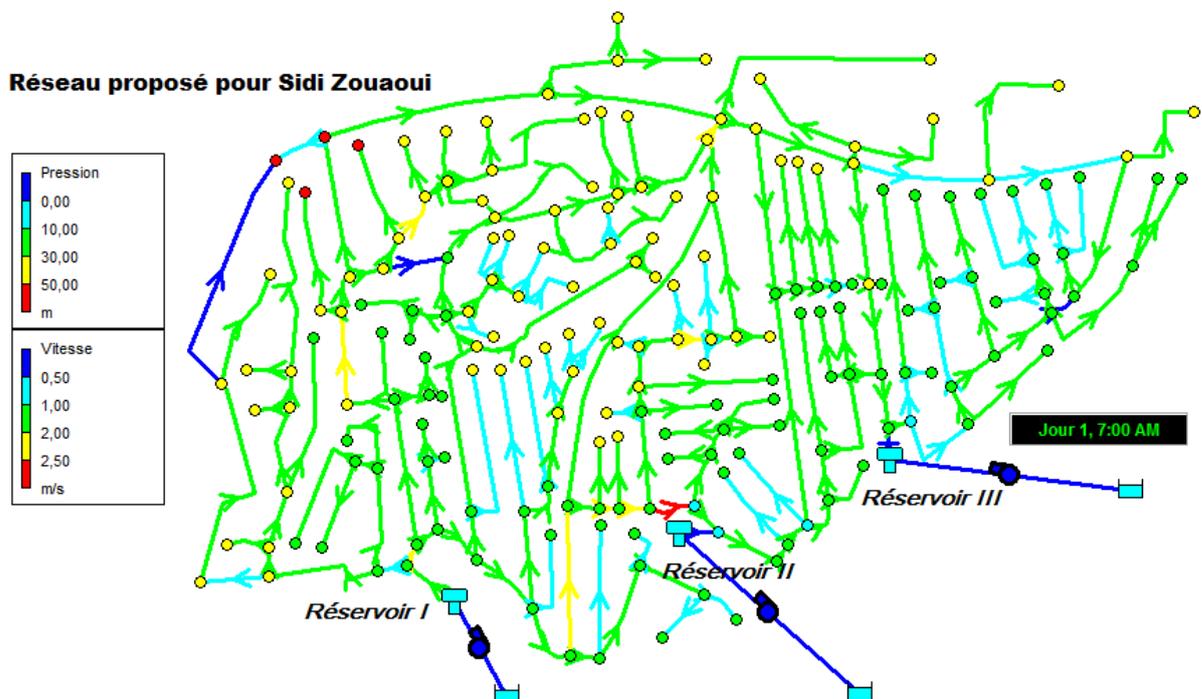


Figure IV-26: Résultat de simulation du réseau d'AEP proposé pour Sidi Zouaoui

Selon la figure IV-26, les pressions et les vitesses sont dans la majorité acceptables.

IV.7 Réseau total proposé :

Il représente le réseau préexistant avec les diamètres proposés en Tableau IV-5, plus le réseau proposé pour le quartier Sidi Zouaoui tel qu'il est montré en figure IV-26 :



Figure IV-27: Réseau d'AEP total proposé pour Ouled Mimoun modélisé sous EPANET

C'est un réseau mixte (maillé, ramifié), comprend 649 nœuds et 689 tuyaux en Fonte Ductile et en PEHD, des diamètres allant de 40 jusqu'à 600 mm, d'un linéaire total d'environ 50 km.

IV.7.1 Simulation à longue durée du réseau total proposé :

Après avoir édité la courbe de modulation dans les données du réseau, tel que la figure IV-16 montre, on a lancé une simulation à longue durée réussie avec une demande de 0,53 l/s/nœud, le résultat est en figure IV-28 :

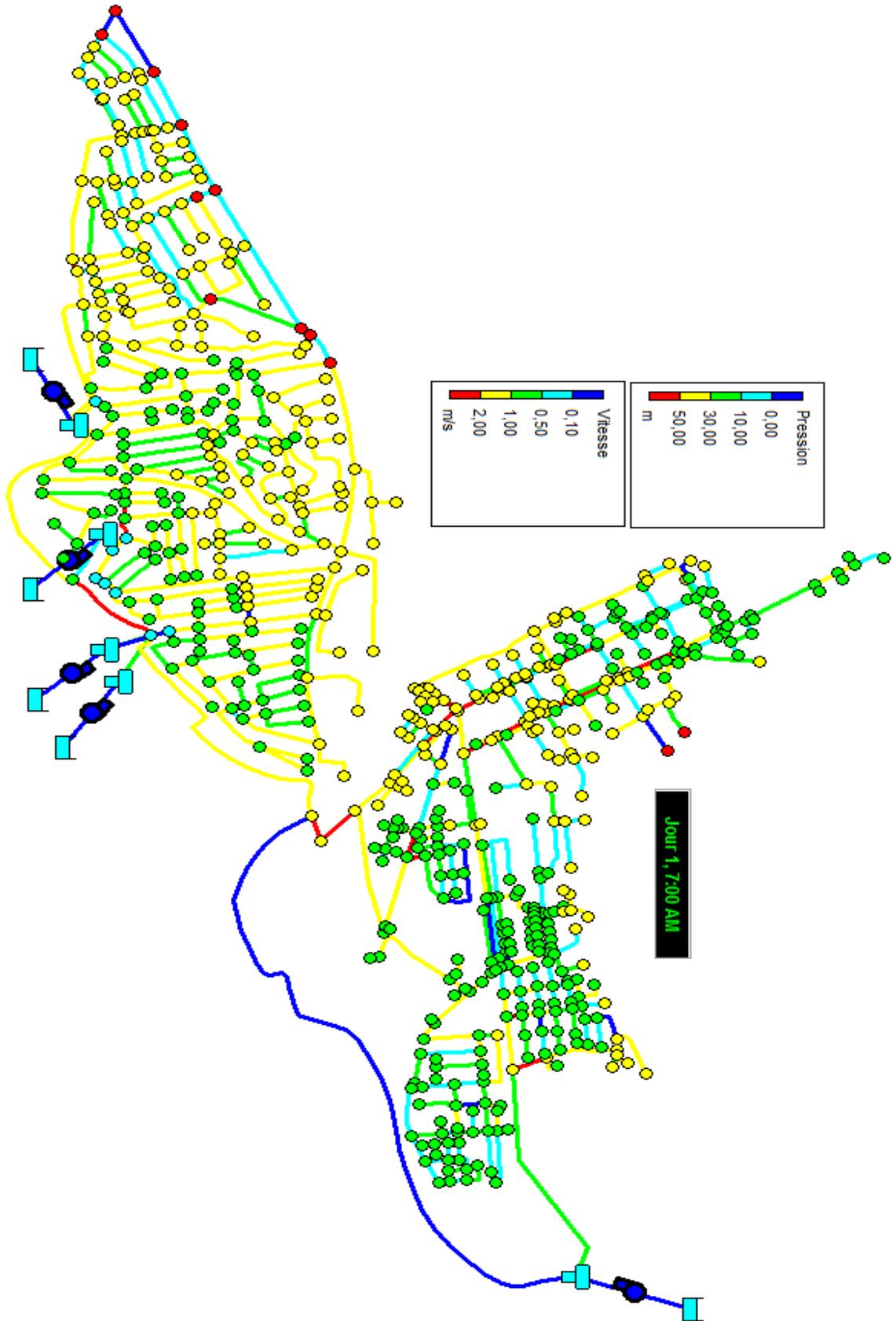


Figure IV-28: Résultat de simulation du réseau total proposé

IV.7.2 Résultats de la simulation à longue durée du réseau total proposé :

On a analysé le comportement réseau avec une demande de 0,53 l/s/nœud, toujours, selon les deux paramètres hydrauliques : les pressions aux nœuds et les vitesses aux arcs.

Pour les pressions aux nœuds : la figure V-7 affiche les régions du schéma et leurs valeurs de pression :

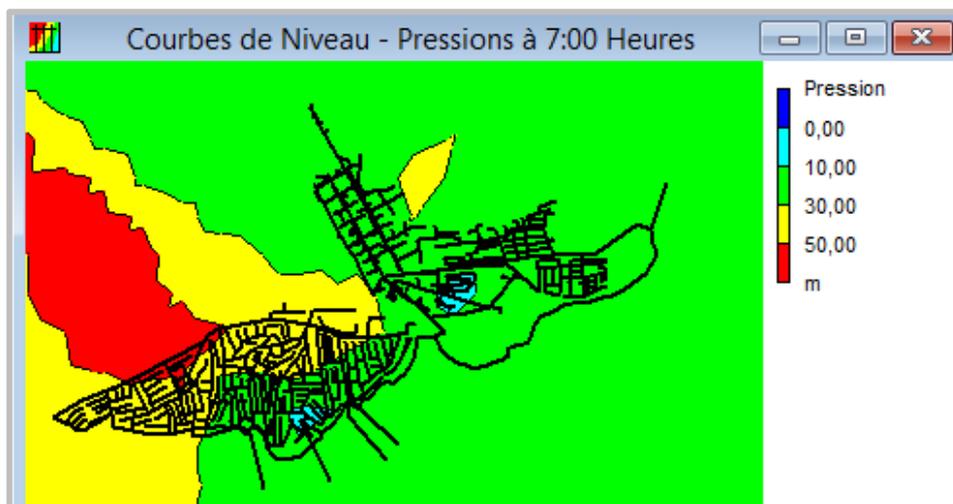


Figure IV-29: Courbe de niveau des pressions du réseau total proposé

La figure V-8 représente la répartition des pressions aux nœuds pendant les heures de pointe:

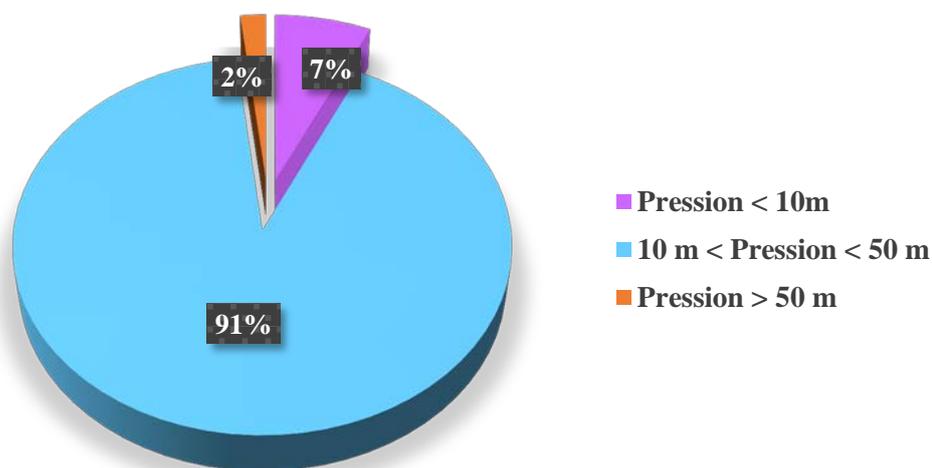


Figure IV-30: Répartition des pressions aux nœuds (réseau total proposé)

Pour les vitesses aux arcs : la figure IV-31 représente la répartition des vitesses au niveau des conduites aux heures de pointe :

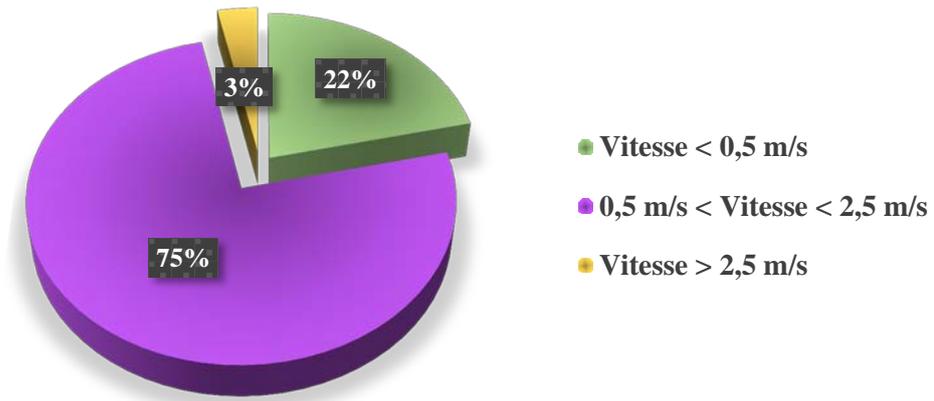


Figure IV-31: La répartition des vitesses aux arcs (réseau total proposé)

IV.8 Conclusion :

La simulation du réseau d'AEP d'Ouled Mimoun indique quelques problèmes durant les heures de pointe où 79% des nœuds ont des pressions négatives.

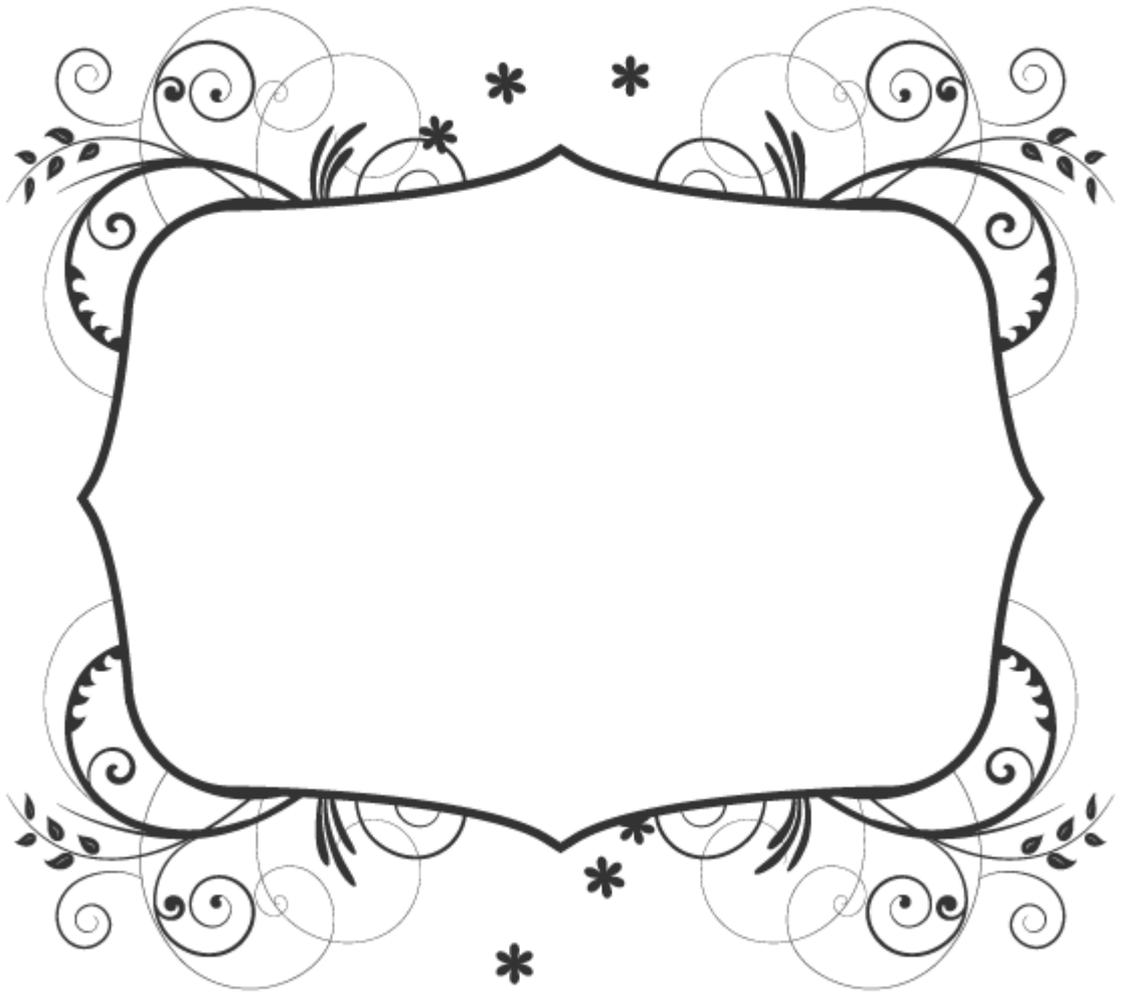
Les calculs effectués montrent que les pressions et les vitesses sur le réseau sont très hétérogènes.

Ces résultats indiquent que le réseau n'est pas bien dimensionné, donc il n'est pas bien adapté pour faire face à la période de pointe journalière actuelle.

Pour cela, on a proposé un réseau pour le quartier Sidi Zouaoui et pour le réseau étudié en proposant de nouveaux diamètres, on a lancé une simulation pour l'ensemble avec une demande de 0.53 l/s/nœud, les résultats aux heures de pointe sont comme suit :

- ↳ Les pressions aux nœuds du réseau corrigé sont dans la majorité dans la fourchette de pression acceptable [10 m -50 m].
- ↳ Les vitesses aux arcs sont aussi dans l'intervalle toléré [0.5 m/s – 2.5 m/s] malgré que 22 % des vitesses aux arcs sont inférieures à 0.5 m/s, pendant les heures de pointe, c'est inacceptable.

Dans cette partie de notre travail, on a pu proposer quelques actions à exécuter en vue d'optimiser ce réseau.



CONCLUSION GÉNÉRALE

A travers ce mémoire, on a présenté le système d'alimentation en eau à Ouled Mimoun, depuis l'estimation de la demande, jusqu'à la distribution.

Le débit de 9 969 m³/j, nécessaire pour la satisfaction des besoins de cette agglomération avec une dotation de 200 l/j/hab, est véhiculé à l'intermédiaire d'un réseau d'AEP préexistant à partir de cinq réservoirs de stockage.

Après avoir fait une mise au point sur l'état du réseau d'AEP de Ouled Mimoun à l'aide du logiciel EPANET en utilisant la méthode à dotation égale pour chaque nœud pour une demande de 0.53 l/s/nœud, on a constaté que ce dernier pose quelques problèmes lors de la simulation effectuée aux heures de pointe.

On a analysé le réseau en s'intéressant de deux paramètres hydrauliques (pression aux nœuds et vitesse aux arcs) :

- Les vitesses au niveau des différents tronçons ne sont pas tolérées : 55 % sont dans la fourchette acceptable [0.5m/s - 2.5 m/s], tandis que 45 % sont hors normes.
- Et les pressions exercées aux nœuds sont moins équilibrées, où on observe que 79 % des pressions sont négatives.

Ceci nous a ramené à chercher les raisons pour lesquelles on obtient ces résultats, et après la vérification du réseau, on a supposé que l'origine du problème puisse être :

- La répartition irrégulière de la population ;
- Le sous-dimensionnement du réseau des zones A et B à l'Est d'Ouled Mimoun ;
- La topographie du site, rappelons que Ouled Mimoun comprend des secteurs à forte pente.

Malgré les problèmes rencontrés lors de ce travail, on a essayé de se rapprocher le plus possible à la bonne marche du réseau qu'on possède pour cela quelques propositions ont été faites tel que :

- Correction de quelques diamètres de conduites ;
- Proposition d'un réseau pour le quartier Sidi Zouaoui.

Le nouveau réseau est un réseau mixte d'une longueur totale de 50.5 km composé des tuyaux en Fonte Ductile et en PEHD.

On a enregistré des valeurs de fonctionnement acceptables de vitesses et de pressions sur l'ensemble du nouveau réseau durant les heures de pointe ; les pressions aux nœuds varient de 7 m à 55 m, la vitesse dans la majorité des tronçons est comprise entre 0,5 et 2.5 m/s sauf quelques tuyaux ayant des vitesses hors normes.

On a enregistré en dehors des heures de pointe :

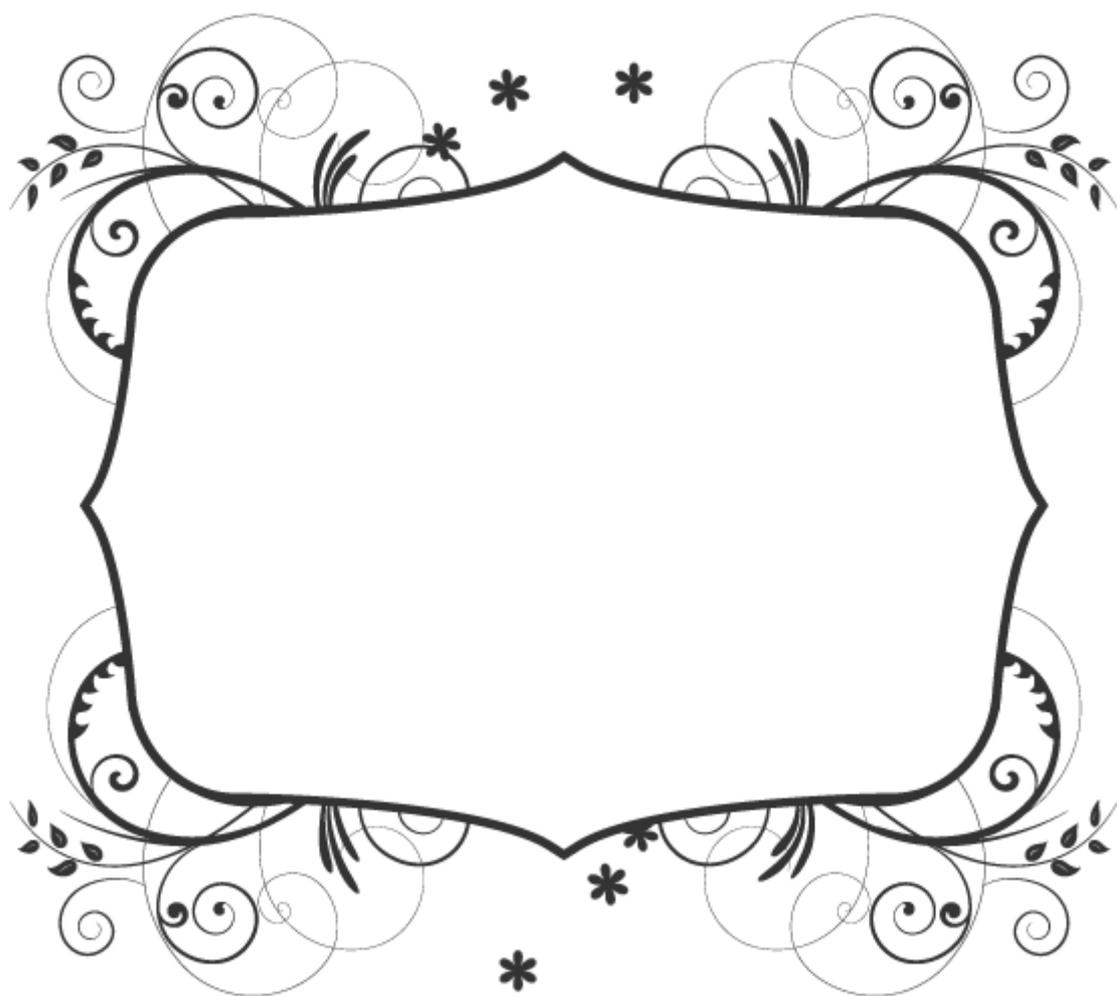
- Des pressions assez fortes qui risquent de porter des bruits désagréables dans les installations intérieures des abonnés.
- Des faibles vitesses qui favorisent par la suite une formation de dépôts dans les canalisations ce qui est préjudiciables à la qualité bactériologique de l'eau et qui risquent de détériorer les conduites (phénomènes de corrosion et réduction de la capacité de transport).

Ceci nous a permis d'adopter les recommandations suivantes :

- Utilisation des équipements réducteurs / stabilisateurs de pressions pour diminuer les pressions aux nœuds en dehors des heures de pointe ;
- Sectorisation de l'alimentation en eau ;
- Rénovation du réseau de Sidi Zouaoui ;
- Revoir le dimensionnement des tronçons reliés aux réservoirs ;
- Rénovation du réseau de la zone B (route vers Sidi Bel Abbes).

Ce travail aurait pu être plus certain qu'il l'est, si l'on avait enrichi de plus de détails concernant la densité et la répartition des consommateurs, ce qui nous aurait permis de connaître l'état de fonctionnement réel de notre réseau dans le temps et l'espace.

Cependant, on recommande que toutes ces détails soient fournis dans les travaux d'AEP futurs pour mener à bien un tel projet.



BIBLIOGRAPHIE

(ADE, 2018) :Rapport interne (Algérienne des eaux).

(APC, 2018) : Rapport interne APC, Ouled Mimoun.

ARNALICH Santiago, 2011 : Epanet and Development, How to calculate water networks by computer, First English Edition. Traduit par Juliana Fernandez, 2016 : Conception et dimensionnement de réseaux d'eau potable par ordinateur, première édition actualisée.

AZZI Lyes, 2015 :Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique. Etude de la rive gauche de la ville de Sidi Aiche. (Mémoire de Magister) université Mohamed Khider –Biskra.

BELAIB Allel, 2014 :Modélisation hydraulique d'un système de Transfert d'eau potable, Mémoire pour l'obtention de diplôme de Magister. Université de Chlef.

BENSAADA Wafaa & BENOUNA Ismahene, 2014 :Alimentation en eau potable des centres de Ouled Mimoun, Sidi Abdelli et Sidi Senouci à partir du brise charge BC3 conduite Béni Bahdel– Oran (Mémoire de Master) université de Tlemcen département d'Hydraulique.

BENZIANE Fatima Zohra, 2016 :Impact sur l'écosystème de la région de Ouled Mimoun des eaux usées urbaines, (Mémoire de Master) université de Tlemcen département d'Ecologie et Environnement.

BLÎNDU Igor, 2004 :Outil d'aide au diagnostic du réseau d'eau potable pour la ville de Chisinau par analyse spatiale et temporelle des dysfonctionnements hydrauliques, (Mémoire de Doctorat) de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne et de l'Université Jean Monnet.

(CTH, 2018) :rapport interne CTH Tlemcen.

DUPONT André, 1974 : hydraulique urbaine, Tome II : ouvrage de transport – Elévation et distribution des eaux.

GOMELLA Cyril, 1985 : Guide de l'alimentation en eau dans les agglomérations urbaines et rurales Tome I : La distribution, Edition Eyrolles, Paris, 227 p

Karrassik Igor J, Josef P. Messina, Paul Cooper, Charles C. Heald 1976 :« PumpHandbook–3e édition » - 1976.

MORARECH Moad, 2017 : Cours : Hydrogéochimie, Eau potable et Assainissement. Introduction d'Alimentation en Eau Potable, Faculté des Sciences de Rabat Département des Sciences de la Terre.

(PDAU, 2006) : PDAU d'Ouled Mimoun.

ROSSMAN Lewis . A, 2003 : Simulation Hydraulique et Qualité pour les Réseaux d'Eau sous Pression Manuel de l'Utilisateur.

NEDJMA Youcef, 2014 : L'intérêt de la coupe d'Ouled Mimoun pour l'étude du passage jurassique – crétacé, (mémoire de Magister) université de Tlemcen département des Sciences de la Terre et de l'Univers.

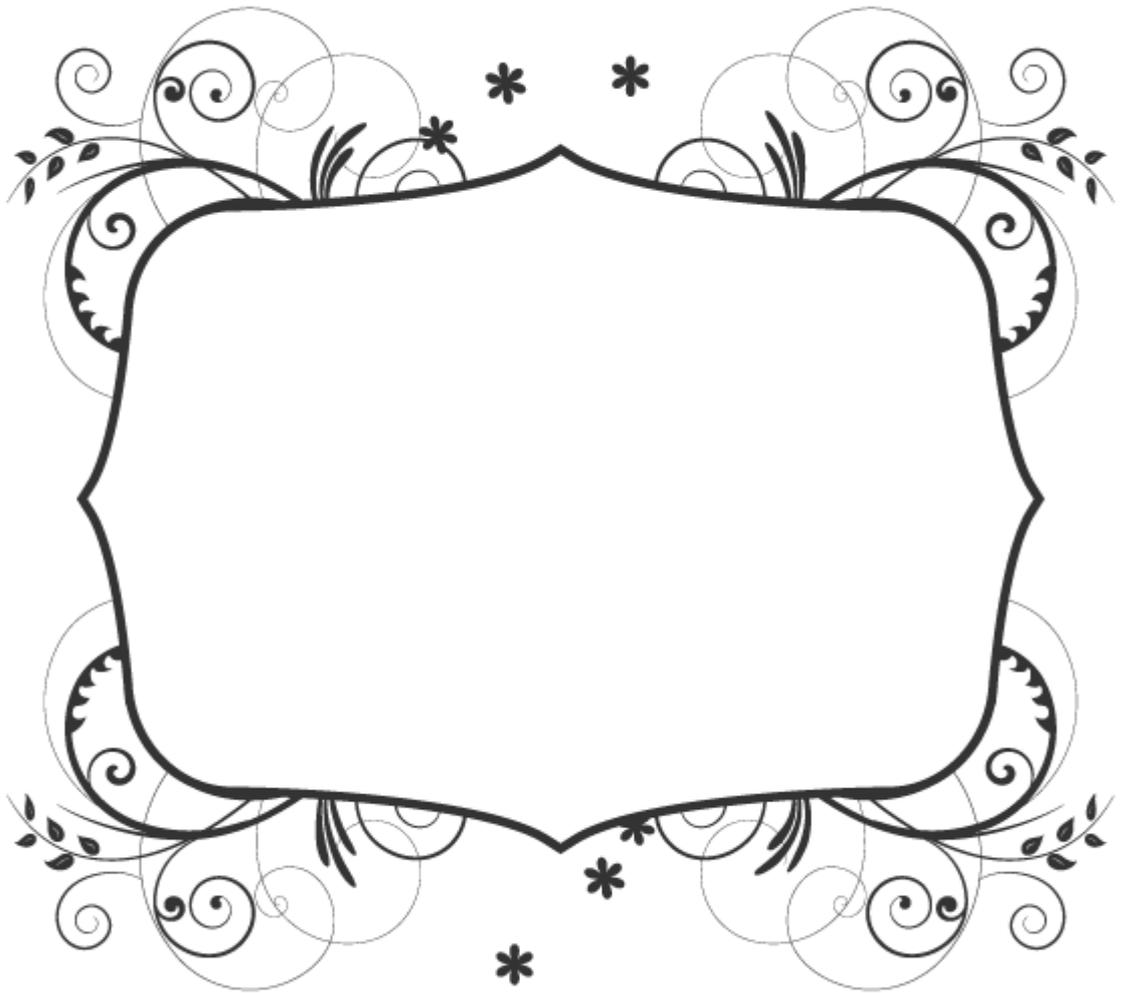
YAHLALI Naima & MOHAMMEDI Sanaa, 2017 : Caractérisations, classification et statistique multi variable des eaux de l'aquifère alluvionnaire du fossé de SEBDOU (NW algérien), (mémoire de Master) université de Tlemcen département d'Hydraulique.

WEBOGRAPHIE

[1] : YONABA Ousmane Roland, modélisation des réseaux hydrauliques, <https://fr.slideshare.net/rolandyonaba/introduction-au-modle-epanet> consulté en Février 2018 .

[2] : Office National des Statistiques http://www.ons.dz/collections/w13_p1.pdf ONS, consulté en Février 2018.

[3] : Les données climatiques pour les villes du monde entier : <https://fr.climate-data.org> consulté en Février 2018.



LES ANNEXES

Annexe A :

Tableau A-1 : Altitudes des nœuds du réseau actuel :

ID Nœud	Alt (m)	ID Nœud	Alt (m)	ID Nœud	Alt (m)	ID Nœud	Alt (m)
Nœud 1	719	Nœud 117	695	Nœud 233	690	Nœud 348	704
Nœud 2	722	Nœud 118	689	Nœud 234	702	Nœud 349	704
Nœud 3	722	Nœud 119	695	Nœud 235	702	Nœud 350	704
Nœud 4	722	Nœud 120	696	Nœud 236	696	Nœud 351	703
Nœud 5	719	Nœud 121	694	Nœud 237	696	Nœud 352	701
Nœud 6	724	Nœud 122	694	Nœud 238	701	Nœud 353	701
Nœud 7	727	Nœud 123	700	Nœud 239	699	Nœud 354	700
Nœud 8	730	Nœud 124	700	Nœud 240	699	Nœud 355	706
Nœud 9	735	Nœud 125	699	Nœud 241	695	Nœud 356	696
Nœud 10	733	Nœud 126	700	Nœud 242	703	Nœud 357	699
Nœud 11	732	Nœud 127	699	Nœud 243	708	Nœud 358	698
Nœud 12	730	Nœud 128	700	Nœud 244	709	Nœud 359	697
Nœud 13	729	Nœud 129	700	Nœud 245	708	Nœud 360	696
Nœud 14	727	Nœud 130	700	Nœud 246	708	Nœud 361	692
Nœud 15	727	Nœud 131	700	Nœud 247	707	Nœud 362	692
Nœud 16	725	Nœud 132	701	Nœud 248	707	Nœud 363	695
Nœud 17	723	Nœud 133	702	Nœud 249	708	Nœud 364	697
Nœud 18	725	Nœud 134	694	Nœud 250	708	Nœud 365	692
Nœud 19	728	Nœud 135	693	Nœud 251	709	Nœud 366	692
Nœud 20	730	Nœud 136	691	Nœud 252	706	Nœud 367	693
Nœud 21	733	Nœud 137	692	Nœud 253	706	Nœud 368	683
Nœud 22	735	Nœud 139	692	Nœud 254	706	Nœud 369	701
Nœud 23	736	Nœud 140	693	Nœud 255	705	Nœud 370	703
Nœud 24	736	Nœud 141	689	Nœud 256	704	Nœud 371	704
Nœud 25	738	Nœud 142	692	Nœud 257	705	Nœud 372	705
Nœud 26	741	Nœud 143	688	Nœud 258	706	Nœud 373	703
Nœud 27	751	Nœud 144	687	Nœud 259	706	Nœud 374	702
Nœud 28	745	Nœud 145	682	Nœud 260	706	Nœud 375	702
Nœud 29	751	Nœud 146	686	Nœud 261	704	Nœud 376	700
Nœud 30	746	Nœud 147	689	Nœud 262	705	Nœud 377	699
Nœud 31	732	Nœud 148	691	Nœud 263	705	Nœud 378	700
Nœud 32	749	Nœud 149	690	Nœud 264	705	Nœud 379	699
Nœud 33	741	Nœud 150	689	Nœud 265	705	Nœud 380	699
Nœud 34	741	Nœud 151	691	Nœud 266	705	Nœud 381	698
Nœud 35	733	Nœud 152	694	Nœud 267	705	Nœud 382	705
Nœud 36	726	Nœud 153	693	Nœud 268	706	Nœud 383	707
Nœud 37	729	Nœud 154	691	Nœud 269	706	Nœud 384	709
Nœud 38	726	Nœud 155	691	Nœud 270	707	Nœud 385	708
Nœud 39	720	Nœud 156	689	Nœud 271	709	Nœud 386	708
Nœud 40	719	Nœud 157	689	Nœud 272	708	Nœud 387	709
Nœud 41	735	Nœud 158	687	Nœud 273	710	Nœud 388	708
Nœud 43	725	Nœud 159	688	Nœud 274	709	Nœud 389	713
Nœud 44	727	Nœud 160	689	Nœud 275	709	Nœud 390	714
Nœud 45	730	Nœud 161	686	Nœud 276	710	Nœud 391	714
Nœud 46	732	Nœud 162	687	Nœud 277	708	Nœud 392	712

Nœud 47	732	Nœud 163	687	Nœud 278	709	Nœud 393	712
Nœud 48	731	Nœud 164	684	Nœud 279	707	Nœud 394	712
Nœud 49	725	Nœud 165	686	Nœud 280	706	Nœud 395	712
Nœud 50	728	Nœud 166	683	Nœud 281	705	Nœud 396	712
Nœud 51	730	Nœud 167	686	Nœud 282	703	Nœud 397	708
Nœud 52	728	Nœud 168	684	Nœud 283	705	Nœud 398	708
Nœud 53	728	Nœud 169	684	Nœud 284	705	Nœud 399	709
Nœud 54	728	Nœud 170	687	Nœud 285	707	Nœud 400	710
Nœud 55	723	Nœud 171	687	Nœud 286	705	Nœud 401	709
Nœud 56	723	Nœud 172	688	Nœud 287	709	Nœud 402	714
Nœud 57	723	Nœud 173	688	Nœud 288	708	Nœud 403	714
Nœud 58	730	Nœud 174	688	Nœud 289	708	Nœud 404	712
Nœud 59	733	Nœud 175	689	Nœud 290	709	Nœud 405	711
Nœud 60	738	Nœud 176	689	Nœud 291	709	Nœud 406	710
Nœud 61	733	Nœud 177	689	Nœud 292	710	Nœud 407	713
Nœud 62	718	Nœud 178	688	Nœud 293	712	Nœud 408	713
Nœud 63	722	Nœud 179	689	Nœud 294	711	Nœud 409	713
Nœud 64	725	Nœud 180	688	Nœud 295	711	Nœud 410	713
Nœud 65	732	Nœud 181	688	Nœud 296	709	Nœud 411	715
Nœud 66	701	Nœud 182	688	Nœud 297	709	Nœud 412	714
Nœud 67	700	Nœud 183	685	Nœud 298	710	Nœud 413	714
Nœud 68	696	Nœud 184	688	Nœud 299	708	Nœud 414	714
Nœud 69	697	Nœud 185	682	Nœud 300	709	Nœud 415	713
Nœud 70	697	Nœud 186	687	Nœud 301	710	Nœud 416	713
Nœud 71	696	Nœud 187	688	Nœud 302	711	Nœud 417	713
Nœud 72	696	Nœud 188	688	Nœud 303	707	Nœud 418	714
Nœud 73	697	Nœud 189	691	Nœud 304	710	Nœud 419	715
Nœud 74	693	Nœud 190	690	Nœud 305	710	Nœud 420	713
Nœud 75	696	Nœud 191	690	Nœud 306	710	Nœud 421	713
Nœud 76	699	Nœud 192	689	Nœud 307	711	Nœud 422	714
Nœud 77	696	Nœud 193	689	Nœud 308	710	Nœud 423	715
Nœud 78	703	Nœud 194	690	Nœud 309	711	Nœud 424	715
Nœud 79	700	Nœud 195	688	Nœud 310	711	Nœud 425	714
Nœud 80	700	Nœud 196	687	Nœud 311	712	Nœud 426	713
Nœud 81	702	Nœud 197	692	Nœud 312	712	Nœud 429	749
Nœud 82	701	Nœud 198	694	Nœud 313	712	Nœud 430	723
Nœud 83	697	Nœud 199	675	Nœud 314	713	Nœud 431	720
Nœud 84	696	Nœud 200	657	Nœud 315	711	Nœud 432	721
Nœud 85	699	Nœud 201	679	Nœud 316	712	Nœud 433	721
Nœud 86	695	Nœud 202	688	Nœud 317	712	Nœud 434	740
Nœud 87	695	Nœud 203	685	Nœud 318	713	Nœud 435	737
Nœud 88	692	Nœud 204	685	Nœud 319	712	Nœud 436	737
Nœud 89	688	Nœud 205	676	Nœud 320	712	Nœud 437	745
Nœud 90	691	Nœud 206	662	Nœud 321	715	Nœud 438	745
Nœud 91	687	Nœud 207	676	Nœud 322	715	Nœud 439	732
Nœud 92	682	Nœud 208	689	Nœud 323	714	Nœud 440	732
Nœud 93	685	Nœud 209	688	Nœud 324	715	Nœud 441	740
Nœud 94	701	Nœud 210	685	Nœud 325	717	Nœud 442	741
Nœud 95	696	Nœud 211	684	Nœud 326	703	Nœud 443	733
Nœud 96	689	Nœud 212	684	Nœud 327	705	Nœud 444	734
Nœud 97	687	Nœud 213	684	Nœud 328	708	Nœud 445	745
Nœud 98	701	Nœud 214	680	Nœud 329	711	Nœud 446	735

Nœud 99	700	Nœud 215	685	Nœud 330	703	Nœud 449	710
Nœud 100	701	Nœud 216	686	Nœud 331	704	Nœud 450	688
Nœud 101	701	Nœud 217	688	Nœud 332	704	Nœud 451	690
Nœud 102	699	Nœud 218	703	Nœud 333	703	Nœud 452	689
Nœud 103	697	Nœud 219	696	Nœud 334	703	Nœud 453	689
Nœud 104	696	Nœud 220	685	Nœud 335	702	Nœud 454	689
Nœud 105	694	Nœud 221	700	Nœud 336	703	Nœud 455	696
Nœud 106	693	Nœud 222	703	Nœud 337	707	Nœud 456	690
Nœud 107	694	Nœud 223	702	Nœud 338	708	Nœud 457	686
Nœud 108	691	Nœud 224	703	Nœud 339	708	Nœud 458	676
Nœud 109	695	Nœud 225	703	Nœud 340	707	Nœud 459	687
Nœud 110	694	Nœud 226	703	Nœud 341	712	Nœud 460	705
Nœud 111	694	Nœud 227	703	Nœud 342	710	Nœud 461	707
Nœud 112	688	Nœud 228	700	Nœud 343	707	Nœud 462	712
Nœud 113	693	Nœud 229	697	Nœud 344	706	Nœud 463	711
Nœud 114	692	Nœud 230	695	Nœud 345	708	Nœud 464	713
Nœud 115	693	Nœud 231	694	Nœud 346	706	Nœud 465	713
Nœud 116	694	Nœud 232	696	Nœud 347	706	Nœud 466	759

Tableau A-2: Données des tuyaux du réseau actuel :

ID Arc	Longueur (m)	DN (mm)	Matériau	ID Arc	Longueur (m)	DN (mm)	Matériau
Tuyau 1	472,2	200	FD	Tuyau 253	11	40	PEHD
Tuyau 2	91,1	150	FD	Tuyau 254	74	150	FD
Tuyau 3	12,6	150	FD	Tuyau 255	39	150	FD
Tuyau 4	176	150	FD	Tuyau 256	17	63	PEHD
Tuyau 5	48,6	150	FD	Tuyau 257	51,6	150	FD
Tuyau 7	227	200	FD	Tuyau 258	34	90	PEHD
Tuyau 8	12	100	FD	Tuyau 259	26	90	PEHD
Tuyau 9	200	100	FD	Tuyau 260	20	90	PEHD
Tuyau 10	34,44	100	FD	Tuyau 261	20	90	PEHD
Tuyau 11	53,8	90	PEHD	Tuyau 262	19	150	FD
Tuyau 12	110,3	90	PEHD	Tuyau 263	11	150	FD
Tuyau 13	40,62	90	PEHD	Tuyau 264	11	150	FD
Tuyau 14	39	150	FD	Tuyau 265	11	150	FD
Tuyau 15	12,57	150	FD	Tuyau 266	20	150	FD
Tuyau 16	70,1	150	FD	Tuyau 267	20	150	FD
Tuyau 17	41,3	150	FD	Tuyau 268	26	150	FD
Tuyau 18	43,8	150	FD	Tuyau 269	20	150	FD
Tuyau 19	121	200	FD	Tuyau 270	280	100	FD
Tuyau 20	5,8	200	FD	Tuyau 271	18	150	FD
Tuyau 21	198,4	200	FD	Tuyau 272	138	63	PEHD
Tuyau 22	42	150	FD	Tuyau 273	159	75	PEHD
Tuyau 23	31,5	150	FD	Tuyau 274	26	150	FD
Tuyau 24	45,93	100	FD	Tuyau 276	64	150	FD
Tuyau 25	83,48	100	FD	Tuyau 278	7,5	200	FD
Tuyau 26	38,4	100	FD	Tuyau 279	150	63	PEHD
Tuyau 27	71,22	100	FD	Tuyau 280	7	150	FD
Tuyau 28	220	200	FD	Tuyau 281	13	200	FD
Tuyau 29	29,8	150	FD	Tuyau 282	13	90	PEHD
Tuyau 30	12,2	150	FD	Tuyau 283	184	250	FD

Tuyau 31	24,4	150	FD	Tuyau 284	9	150	FD
Tuyau 32	5,9	150	FD	Tuyau 285	185	200	FD
Tuyau 33	34,4	150	FD	Tuyau 286	146,5	300	FD
Tuyau 34	32	150	FD	Tuyau 287	4	40	PEHD
Tuyau 35	142	100	FD	Tuyau 288	91	150	FD
Tuyau 36	183	100	FD	Tuyau 289	57	63	PEHD
Tuyau 37	115,87	200	FD	Tuyau 290	63	150	FD
Tuyau 38	68,9	200	FD	Tuyau 291	33	40	PEHD
Tuyau 39	42,1	200	FD	Tuyau 292	100	150	FD
Tuyau 40	37,13	200	FD	Tuyau 293	16	63	PEHD
Tuyau 41	30,5	200	FD	Tuyau 294	30	100	FD
Tuyau 42	71,4	200	FD	Tuyau 295	28	100	FD
Tuyau 43	448	200	FD	Tuyau 296	21	100	FD
Tuyau 44	185	200	FD	Tuyau 297	23	100	FD
Tuyau 45	161,5	100	FD	Tuyau 299	24	100	FD
Tuyau 46	40,83	100	FD	Tuyau 300	50	100	FD
Tuyau 47	82,2	100	FD	Tuyau 301	59	100	FD
Tuyau 48	94,9	100	FD	Tuyau 302	26	100	FD
Tuyau 49	40,19	150	FD	Tuyau 303	60	100	FD
Tuyau 50	40,6	150	FD	Tuyau 304	48	100	FD
Tuyau 51	42	150	FD	Tuyau 305	24	100	FD
Tuyau 52	198,07	100	FD	Tuyau 306	36	40	PEHD
Tuyau 53	37,7	100	FD	Tuyau 307	50	40	PEHD
Tuyau 54	118,15	100	FD	Tuyau 308	52	100	FD
Tuyau 55	129,5	150	FD	Tuyau 309	210	100	FD
Tuyau 56	97,7	63	PEHD	Tuyau 310	123	100	FD
Tuyau 57	46,8	90	PEHD	Tuyau 311	29	40	PEHD
Tuyau 58	38,8	90	PEHD	Tuyau 312	22	40	PEHD
Tuyau 59	135	75	PEHD	Tuyau 313	10	90	PEHD
Tuyau 60	95,63	63	PEHD	Tuyau 314	10	90	PEHD
Tuyau 61	85	63	PEHD	Tuyau 315	32	40	PEHD
Tuyau 62	108	63	PEHD	Tuyau 316	48	90	PEHD
Tuyau 63	127	75	PEHD	Tuyau 317	34	90	PEHD
Tuyau 64	107	400	FD	Tuyau 318	15	40	PEHD
Tuyau 65	72	250	FD	Tuyau 319	23	40	PEHD
Tuyau 66	50	40	PEHD	Tuyau 320	20	150	FD
Tuyau 67	7	250	FD	Tuyau 321	25	90	PEHD
Tuyau 68	84	250	FD	Tuyau 322	73	150	FD
Tuyau 69	5	75	PEHD	Tuyau 323	102	150	FD
Tuyau 70	65	40	PEHD	Tuyau 324	73	200	FD
Tuyau 71	30	75	PEHD	Tuyau 325	8	250	FD
Tuyau 72	63	250	FD	Tuyau 326	22	40	PEHD
Tuyau 73	66	150	PEHD	Tuyau 327	32	250	FD
Tuyau 74	59	90	PEHD	Tuyau 328	8	75	PEHD
Tuyau 75	18	90	PEHD	Tuyau 329	31	40	PEHD
Tuyau 76	38	40	PEHD	Tuyau 330	100	300	FD
Tuyau 77	105	90	PEHD	Tuyau 331	151	150	FD
Tuyau 78	138	150	FD	Tuyau 332	100	200	FD
Tuyau 79	144	100	FD	Tuyau 333	100	200	PEHD
Tuyau 80	163,5	150	FD	Tuyau 334	100	200	PEHD
Tuyau 6	54	150	FD	Tuyau 335	100	200	FD
Tuyau 81	67	150	FD	Tuyau 336	73	400	FD

Tuyau 82	7	90	PEHD	Tuyau 338	50	75	PEHD
Tuyau 83	79	90	PEHD	Tuyau 339	20	75	PEHD
Tuyau 84	55	63	PEHD	Tuyau 340	50	75	PEHD
Tuyau 85	3	150	FD	Tuyau 341	8	90	PEHD
Tuyau 86	7	90	PEHD	Tuyau 342	33	90	PEHD
Tuyau 87	78	90	PEHD	Tuyau 343	50	400	FD
Tuyau 88	31	63	PEHD	Tuyau 344	124	400	FD
Tuyau 89	14	150	PEHD	Tuyau 345	70	40	PEHD
Tuyau 90	55	150	FD	Tuyau 346	4	90	PEHD
Tuyau 91	74	90	PEHD	Tuyau 347	34	90	PEHD
Tuyau 92	2	150	FD	Tuyau 348	161	75	PEHD
Tuyau 93	7	90	PEHD	Tuyau 349	32	90	PEHD
Tuyau 94	67	90	PEHD	Tuyau 350	20	63	PEHD
Tuyau 95	36	63	PEHD	Tuyau 351	16	75	PEHD
Tuyau 96	53	150	FD	Tuyau 352	104	400	FD
Tuyau 97	78	63	PEHD	Tuyau 353	80	400	FD
Tuyau 98	1,7	150	FD	Tuyau 354	15	400	FD
Tuyau 100	7	200	FD	Tuyau 356	303	300	FD
Tuyau 102	62	63	PEHD	Tuyau 357	25	150	FD
Tuyau 103	32	40	PEHD	Tuyau 358	48	90	PEHD
Tuyau 104	7	63	PEHD	Tuyau 359	62	90	PEHD
Tuyau 105	16	250	FD	Tuyau 360	45	100	FD
Tuyau 106	51,4	250	FD	Tuyau 361	67	90	PEHD
Tuyau 107	53	40	PEHD	Tuyau 362	56	90	PEHD
Tuyau 108	39	40	PEHD	Tuyau 363	33	100	FD
Tuyau 109	80	150	PEHD	Tuyau 364	55	90	PEHD
Tuyau 110	11	40	PEHD	Tuyau 365	65	90	PEHD
Tuyau 111	2	150	PEHD	Tuyau 366	32	100	FD
Tuyau 112	13	40	PEHD	Tuyau 367	8	150	FD
Tuyau 113	70	75	PEHD	Tuyau 368	54	90	PEHD
Tuyau 114	25	40	PEHD	Tuyau 369	61	150	FD
Tuyau 115	55	200	FD	Tuyau 371	38	75	PEHD
Tuyau 116	22	200	FD	Tuyau 372	30	100	FD
Tuyau 117	300	150	FD	Tuyau 373	32	100	FD
Tuyau 118	5	150	PEHD	Tuyau 374	29	100	FD
Tuyau 119	39	200	PEHD	Tuyau 375	77	90	PEHD
Tuyau 120	13	200	PEHD	Tuyau 376	68	75	PEHD
Tuyau 121	11	90	PEHD	Tuyau 377	10	40	PEHD
Tuyau 122	4	63	PEHD	Tuyau 378	48	100	FD
Tuyau 123	12	63	PEHD	Tuyau 379	10	63	PEHD
Tuyau 124	24	40	PEHD	Tuyau 380	39	40	PEHD
Tuyau 125	24	40	PEHD	Tuyau 381	38	63	PEHD
Tuyau 126	18	40	PEHD	Tuyau 382	89	100	FD
Tuyau 127	100	150	FD	Tuyau 383	32	100	FD
Tuyau 128	76	150	FD	Tuyau 384	150	40	PEHD
Tuyau 129	12	150	FD	Tuyau 385	17	100	FD
Tuyau 130	103	150	FD	Tuyau 386	34	100	FD
Tuyau 131	7,6	90	PEHD	Tuyau 387	37	100	FD
Tuyau 132	44	150	PEHD	Tuyau 388	30	100	FD
Tuyau 133	35,2	90	PEHD	Tuyau 389	50	90	PEHD
Tuyau 134	40	90	PEHD	Tuyau 390	75	63	PEHD
Tuyau 135	71	75	PEHD	Tuyau 391	50	90	PEHD

Tuyau 137	83	90	PEHD	Tuyau 392	71	63	PEHD
Tuyau 138	68	150	FD	Tuyau 393	50	90	PEHD
Tuyau 139	3	90	PEHD	Tuyau 394	63	63	PEHD
Tuyau 140	36	63	PEHD	Tuyau 395	65	90	PEHD
Tuyau 141	44	63	PEHD	Tuyau 396	18	63	PEHD
Tuyau 142	22	150	PEHD	Tuyau 397	47	40	PEHD
Tuyau 143	34	150	PEHD	Tuyau 398	142	150	FD
Tuyau 145	7	90	PEHD	Tuyau 399	164	100	FD
Tuyau 146	58	75	PEHD	Tuyau 400	155	100	FD
Tuyau 147	63	90	PEHD	Tuyau 401	36,6	100	FD
Tuyau 148	21	90	PEHD	Tuyau 402	147	100	FD
Tuyau 149	1,9	90	PEHD	Tuyau 403	76	90	PEHD
Tuyau 150	7	90	PEHD	Tuyau 404	109	100	FD
Tuyau 151	83	90	PEHD	Tuyau 405	30	90	PEHD
Tuyau 152	83	150	FD	Tuyau 406	37	90	PEHD
Tuyau 153	59	150	FD	Tuyau 407	36,6	100	FD
Tuyau 156	80	75	PEHD	Tuyau 408	36,6	100	FD
Tuyau 157	52	150	FD	Tuyau 409	68	100	FD
Tuyau 158	8,2	63	PEHD	Tuyau 410	72	100	FD
Tuyau 159	40	63	PEHD	Tuyau 411	52	90	PEHD
Tuyau 160	229	150	FD	Tuyau 412	52	100	FD
Tuyau 161	10	75	PEHD	Tuyau 413	39	90	PEHD
Tuyau 162	74	75	PEHD	Tuyau 414	52	90	PEHD
Tuyau 163	128,8	150	FD	Tuyau 415	74,6	100	FD
Tuyau 164	68	150	PEHD	Tuyau 416	147	90	PEHD
Tuyau 165	8	75	PEHD	Tuyau 417	122	90	PEHD
Tuyau 166	55	150	PEHD	Tuyau 418	20	90	PEHD
Tuyau 167	8	40	PEHD	Tuyau 419	68	90	PEHD
Tuyau 168	85	75	PEHD	Tuyau 420	71	90	PEHD
Tuyau 169	28	150	FD	Tuyau 421	34	100	FD
Tuyau 170	28	63	PEHD	Tuyau 422	65	90	PEHD
Tuyau 171	22	40	PEHD	Tuyau 423	34	100	FD
Tuyau 172	56	150	FD	Tuyau 424	25	90	PEHD
Tuyau 173	11	100	FD	Tuyau 425	94	90	PEHD
Tuyau 174	13	75	PEHD	Tuyau 426	38	100	FD
Tuyau 175	71	75	PEHD	Tuyau 427	56	90	PEHD
Tuyau 176	38	90	PEHD	Tuyau 428	69	100	FD
Tuyau 177	8	90	PEHD	Tuyau 429	26	90	PEHD
Tuyau 178	36	75	PEHD	Tuyau 430	28	90	PEHD
Tuyau 179	40	75	PEHD	Tuyau 431	37	90	PEHD
Tuyau 180	43	90	PEHD	Tuyau 432	45	90	PEHD
Tuyau 181	100	150	FD	Tuyau 433	45	90	PEHD
Tuyau 182	142	150	FD	Tuyau 434	42	90	PEHD
Tuyau 183	100	150	PEHD	Tuyau 435	37	90	PEHD
Tuyau 184	25	150	FD	Tuyau 436	26	100	FD
Tuyau 185	9,6	90	PEHD	Tuyau 437	49	100	FD
Tuyau 186	22	40	PEHD	Tuyau 438	40	90	PEHD
Tuyau 187	50	90	PEHD	Tuyau 439	40	90	PEHD
Tuyau 188	86,9	150	FD	Tuyau 440	28	90	PEHD
Tuyau 189	80	63	PEHD	Tuyau 441	63	90	PEHD
Tuyau 190	69	90	PEHD	Tuyau 442	77	100	FD
Tuyau 191	80	40	PEHD	Tuyau 443	62	100	FD

Tuyau 192	53	90	PEHD	Tuyau 444	127	200	FD
Tuyau 193	82	40	PEHD	Tuyau 445	123	150	FD
Tuyau 194	103	150	PEHD	Tuyau 446	38	150	FD
Tuyau 195	105	150	PEHD	Tuyau 447	66	200	FD
Tuyau 196	7	150	FD	Tuyau 448	58,4	100	FD
Tuyau 197	50	90	PEHD	Tuyau 451	162	400	FD
Tuyau 198	58	40	PEHD	Tuyau 453	2,7	400	FD
Tuyau 199	48	63	PEHD	Tuyau 454	2,6	400	FD
Tuyau 200	44	40	PEHD	Tuyau 455	743,7	400	FD
Tuyau 201	50	90	PEHD	Tuyau 456	2,5	75	PEHD
Tuyau 202	80	63	PEHD	Tuyau 457	54,52	75	PEHD
Tuyau 203	70	40	PEHD	Tuyau 458	92,36	75	PEHD
Tuyau 204	38	150	FD	Tuyau 459	66,94	63	PEHD
Tuyau 205	153	150	FD	Tuyau 460	71,17	75	PEHD
Tuyau 206	64	150	FD	Tuyau 461	37,6	90	PEHD
Tuyau 207	13	150	PEHD	Tuyau 462	77,98	75	PEHD
Tuyau 208	50	150	FD	Tuyau 463	118,6	90	PEHD
Tuyau 209	58	150	FD	Tuyau 464	148,5	90	PEHD
Tuyau 210	13	150	PEHD	Tuyau 465	99,81	90	PEHD
Tuyau 211	13	150	PEHD	Tuyau 466	159,48	90	PEHD
Tuyau 212	181	150	FD	Tuyau 467	150,3	90	PEHD
Tuyau 213	13	150	PEHD	Tuyau 468	90,34	63	PEHD
Tuyau 214	11	100	FD	Tuyau 469	133	63	PEHD
Tuyau 215	42	150	FD	Tuyau 470	89,72	75	PEHD
Tuyau 216	46,5	100	FD	Tuyau 471	109,3	90	PEHD
Tuyau 217	47	150	FD	Tuyau 472	23,4	90	PEHD
Tuyau 218	20	90	PEHD	Tuyau 473	113,2	90	PEHD
Tuyau 219	33	90	PEHD	Tuyau 474	32	90	PEHD
Tuyau 220	113	90	PEHD	Tuyau 475	138,21	90	PEHD
Tuyau 221	8,1	150	FD	Tuyau 476	43,3	90	PEHD
Tuyau 222	14	63	PEHD	Tuyau 477	103,5	90	PEHD
Tuyau 223	30	63	PEHD	Tuyau 478	30,9	90	PEHD
Tuyau 224	17	75	PEHD	Tuyau 479	31,4	90	PEHD
Tuyau 225	15	75	PEHD	Tuyau 480	19,3	90	PEHD
Tuyau 226	15	75	PEHD	Tuyau 481	92,72	63	PEHD
Tuyau 227	15	75	PEHD	Tuyau 136	66	40	PEHD
Tuyau 228	9	90	PEHD	Tuyau 154	81	90	PEHD
Tuyau 229	49	63	PEHD	Tuyau 155	31	150	FD
Tuyau 230	5	63	PEHD	Tuyau 237	30	40	PEHD
Tuyau 231	13	90	PEHD	Tuyau 275	54	150	FD
Tuyau 232	20	90	PEHD	Tuyau 277	74	90	PEHD
Tuyau 233	20	90	PEHD	Tuyau 298	44	75	PEHD
Tuyau 234	40	40	PEHD	Tuyau 144	34	63	PEHD
Tuyau 235	111	150	FD	Tuyau 337	90	63	PEHD
Tuyau 236	100	150	FD	Tuyau 355	90	75	PEHD
Tuyau 238	98	90	PEHD	Tuyau 370	10	75	PEHD
Tuyau 239	7	150	FD	Tuyau 449	30	63	PEHD
Tuyau 240	40	150	FD	Tuyau 450	34	100	FD
Tuyau 241	59	63	PEHD	Tuyau 452	80	100	FD
Tuyau 242	25	150	FD	Tuyau 482	157	63	PEHD
Tuyau 243	17	100	FD	Tuyau 483	26	40	PEHD
Tuyau 244	47	100	FD	Tuyau 484	59	100	FD

Tuyau 245	60	40	PEHD	Tuyau 485	20	90	PEHD
Tuyau 246	34	150	FD	Tuyau 486	95,5	200	FD
Tuyau 247	20	150	FD	Tuyau 487	13	100	FD
Tuyau 248	30	150	FD	Tuyau 488	582,5	400	FD
Tuyau 249	20	150	FD	Tuyau 489	229,7	400	FD
Tuyau 250	11	40	PEHD	Tuyau 490	586,5	200	FD
Tuyau 251	11	44	PEHD	Tuyau 491	1731	400	FD
Tuyau 252	11	40	PEHD				

Annexe B :*Tableau V-1: Etat des nœuds de demande du réseau proposé pour Sidi Zouaoui :*

ID Nœud	Alt (m)	Pression (m)	ID Nœud	Alt (m)	Pression (m)
Nœud 1	736	35,62	Nœud 98	727	48,45
Nœud 2	749	39,33	Nœud 99	755	33,51
Nœud 3	733	46,44	Nœud 100	772	17,49
Nœud 4	719	60,39	Nœud 101	744	40,01
Nœud 5	736	35,47	Nœud 102	739	44,52
Nœud 6	753	30,14	Nœud 103	729	47,83
Nœud 7	717	45,33	Nœud 104	777	12,89
Nœud 8	716	40,41	Nœud 105	754	31,39
Nœud 9	745	10,32	Nœud 106	743	34,04
Nœud 10	733	16,58	Nœud 107	735	37,8
Nœud 11	727	30,36	Nœud 108	731	42,82
Nœud 12	710	40,24	Nœud 109	753	29,4
Nœud 13	745	9,93	Nœud 110	751	31,41
Nœud 14	740	13,8	Nœud 111	749	30,18
Nœud 15	759	11,51	Nœud 112	735	37,71
Nœud 16	718	27,21	Nœud 113	726	43,84
Nœud 17	755	25,92	Nœud 114	722	46,63
Nœud 18	731	18,58	Nœud 115	721	42,88
Nœud 19	730	18,5	Nœud 116	729	43,46
Nœud 20	739	42,16	Nœud 117	754	29,09
Nœud 21	737	14,37	Nœud 118	754	29,78
Nœud 22	747	26,13	Nœud 119	742	36,93
Nœud 23	720	27,86	Nœud 120	747	34,42
Nœud 24	721	27,06	Nœud 121	724	51,88
Nœud 25	716	43,1	Nœud 122	727	48,48
Nœud 26	723	20,08	Nœud 123	727	44,57
Nœud 27	721	27,44	Nœud 124	729	42,14
Nœud 28	720	28,31	Nœud 125	730	45,34
Nœud 29	730	18,85	Nœud 126	728	46,53
Nœud 30	729	18,61	Nœud 127	742	36,05
Nœud 31	741	11,38	Nœud 128	740	37,16
Nœud 32	739	18,76	Nœud 129	744	31,31
Nœud 33	755	16,2	Nœud 130	778	13,22
Nœud 34	727	29,28	Nœud 131	777	13,74
Nœud 35	741	13,6	Nœud 132	760	28,63
Nœud 36	740	14,41	Nœud 133	756	32,03
Nœud 37	732	19,61	Nœud 134	760	28,13
Nœud 38	733	18,77	Nœud 135	765	21,1

Nœud 39	718	26,64
Nœud 40	762	10,06
Nœud 41	761	8,89
Nœud 42	766	6,99
Nœud 43	757	16,28
Nœud 44	764	9,83
Nœud 45	763	17,13
Nœud 46	740	18,14
Nœud 47	751	13,6
Nœud 48	720	22,93
Nœud 49	729	18,41
Nœud 50	752	13,87
Nœud 51	752	20,95
Nœud 52	730	24,11
Nœud 53	741	15,25
Nœud 54	761	10,05
Nœud 55	718	30,25
Nœud 56	727	27,75
Nœud 57	729	26,84
Nœud 58	717	31,25
Nœud 59	718	30,42
Nœud 60	728	27,53
Nœud 61	728	27,08
Nœud 62	729	24,75
Nœud 63	729	29,19
Nœud 64	743	32,25
Nœud 65	756	26,61
Nœud 66	741	27,06
Nœud 67	760	21,35
Nœud 68	758	24,12
Nœud 69	748	30,74
Nœud 70	747	30,7
Nœud 71	736	36,58
Nœud 72	735	35,11
Nœud 73	724	43,7
Nœud 74	731	41,27
Nœud 75	739	34,95
Nœud 76	738	35,76
Nœud 77	755	14,23
Nœud 78	747	29,86
Nœud 79	746	30,64
Nœud 80	749	20,73
Nœud 81	751	18,84
Nœud 82	718	44,86
Nœud 83	734	34,13
Nœud 84	733	15,06
Nœud 85	780	11,59
Nœud 86	771	16,3
Nœud 87	771	15,8
Nœud 88	766	18,59
Nœud 89	761	25,02
Nœud 90	770	13,52

Nœud 136	777	14,25
Nœud 137	762	25,15
Nœud 138	766	23,31
Nœud 139	768	21,42
Nœud 140	760	27,18
Nœud 141	758	28,19
Nœud 142	756	29,02
Nœud 143	748	33,57
Nœud 144	749	32,89
Nœud 145	751	31,76
Nœud 146	751	33,22
Nœud 147	722	58,55
Nœud 148	750	33,86
Nœud 149	728	50,44
Nœud 150	753	35,67
Nœud 151	725	42,72
Nœud 152	734	38,54
Nœud 153	750	32,19
Nœud 154	748	33,88
Nœud 155	745	36,28
Nœud 156	757	24,33
Nœud 157	731	42,5
Nœud 158	722	48,09
Nœud 159	743	36,98
Nœud 160	733	44,16
Nœud 161	744	37,98
Nœud 162	737	42,43
Nœud 163	753	25
Nœud 164	760	24,92
Nœud 165	750	38,12
Nœud 166	746	39,46
Nœud 167	747	21,52
Nœud 168	748	37,97
Nœud 169	749	28,98
Nœud 170	760	27,86
Nœud 171	721	48,11
Nœud 172	713	45,97
Nœud 173	707	49,6
Nœud 174	712	42,07
Nœud 175	706	42,99
Nœud 176	718	39,97
Nœud 177	709	40,49
Nœud 178	732	17,15
Nœud 179	732	16,83
Nœud 180	715	43,34
Nœud 181	714	38,55
Nœud 182	714	37,7
Nœud 183	764	19,25
Nœud 184	770	13,12
Nœud 185	753	30,38
Nœud 186	716	22,73
Nœud 187	715	23,14

Nœud 91	770	14,85	Nœud 188	756	11,49
Nœud 92	772	16,41	Nœud 189	738	45,21
Nœud 93	762	24,48	Nœud 190	739	44,33
Nœud 94	756	29,62	Nœud 191	759	21,48
Nœud 95	748	36,93	Nœud 192	751	28,81
Nœud 96	748	36,41	Nœud 193	727	27,58
Nœud 97	752	33,63	Nœud 194	729	46,4

Tableau B-2 : Etat des arcs du réseau proposé pour Sidi Zouaoui :

ID Arc	Longueur (m)	DN (mm)	Matériau	Vitesse (m/s)	ID Arc	Longueur (m)	DN (mm)	Matériau	Vitesse (m/s)
Tuyau 1	91,9	150	FD	1,93	Tuyau 103	86,1	100	FD	1,41
Tuyau 2	21	150	FD	2,1	Tuyau 104	237,4	63	PEHD	1,55
Tuyau 3	176	60	FD	1,2	Tuyau 105	78,7	110	PEHD	0,11
Tuyau 4	227	60	FD	0,56	Tuyau 106	23,2	80	FD	1,56
Tuyau 5	94,9	90	PEHD	0,76	Tuyau 107	95,7	60	FD	1,64
Tuyau 6	133,3	200	FD	0,98	Tuyau 108	88,8	40	PEHD	1,28
Tuyau 7	42,4	80	FD	0,53	Tuyau 109	92,4	40	FD	1,28
Tuyau 8	143,2	40	PEHD	1,28	Tuyau 110	56,7	250	FD	1,02
Tuyau 9	50,9	150	FD	1,56	Tuyau 111	220,1	200	FD	1,5
Tuyau 10	84,6	125	FD	1,19	Tuyau 112	68,1	180	FD	1,59
Tuyau 11	26,3	90	PEHD	1,27	Tuyau 113	44,7	75	PEHD	1,09
Tuyau 12	92,4	63	PEHD	0,52	Tuyau 114	79,2	150	FD	1,2
Tuyau 13	135,8	63	PEHD	0,52	Tuyau 115	79,9	125	FD	1,69
Tuyau 14	93,5	40	PEHD	1,28	Tuyau 116	150,3	40	PEHD	1,28
Tuyau 15	115,7	200	FD	1,05	Tuyau 117	44,6	110	PEHD	1,69
Tuyau 16	180,2	63	PEHD	1,55	Tuyau 118	128,6	40	PEHD	1,28
Tuyau 17	176,1	80	FD	1,25	Tuyau 119	63,8	90	PEHD	2,02
Tuyau 18	47,2	75	PEHD	1,09	Tuyau 120	80,2	40	PEHD	1,28
Tuyau 19	87,7	63	PEHD	0,52	Tuyau 121	101,6	63	PEHD	0,52
Tuyau 20	114	63	PEHD	0,52	Tuyau 122	38,4	90	PEHD	1,52
Tuyau 21	104,5	63	PEHD	1,55	Tuyau 123	57,8	75	PEHD	1,09
Tuyau 22	86,5	40	PEHD	1,28	Tuyau 124	129,9	40	PEHD	1,28
Tuyau 23	58,6	150	FD	1,19	Tuyau 125	63,1	40	PEHD	1,28
Tuyau 24	167,9	150	FD	0,72	Tuyau 126	61,1	40	PEHD	1,28
Tuyau 25	25	250	FD	0,67	Tuyau 127	63,8	40	PEHD	1,28
Tuyau 26	32,1	200	FD	1,18	Tuyau 128	182,7	250	FD	1,49
Tuyau 27	70,9	200	FD	1,24	Tuyau 129	129,6	75	PEHD	1,82
Tuyau 28	152,1	200	FD	1,15	Tuyau 130	110,6	40	PEHD	1,28
Tuyau 29	25	40	PEHD	1,28	Tuyau 131	52,1	250	FD	1,32
Tuyau 30	53,4	90	PEHD	0,76	Tuyau 132	32,4	75	PEHD	1,09
Tuyau 31	38,7	63	PEHD	0,52	Tuyau 133	85,8	75	PEHD	1,09
Tuyau 32	152,4	40	PEHD	1,28	Tuyau 134	23,5	63	PEHD	0,52
Tuyau 33	34,8	63	PEHD	0,52	Tuyau 135	52,6	40	PEHD	1,28
Tuyau 34	231,1	40	PEHD	1,28	Tuyau 136	29,4	350	FD	1,99
Tuyau 35	83,9	200	FD	1,13	Tuyau 137	21,9	40	PEHD	1,28
Tuyau 36	24,1	150	FD	1,93	Tuyau 138	44,9	40	PEHD	1,28
Tuyau 37	63,7	110	PEHD	1,02	Tuyau 139	63	500	FD	1,52
Tuyau 38	31,5	300	FD	0,2	Tuyau 140	23,1	400	FD	2,11
Tuyau 39	41,5	150	FD	1,3	Tuyau 141	83,8	40	PEHD	1,28
Tuyau 40	61,7	125	FD	2,79	Tuyau 142	64,1	63	PEHD	0,52

Tuyau 41	22,3	63	PEHD	1,03	Tuyau 143	26,9	110	PEHD	1,36
Tuyau 42	108,4	40	PEHD	1,28	Tuyau 144	52,4	200	FD	1,87
Tuyau 43	40,6	63	PEHD	0,52	Tuyau 145	37,8	140	PEHD	1,22
Tuyau 44	61,7	125	FD	1,66	Tuyau 146	174,6	200	FD	1,22
Tuyau 45	135,5	100	FD	1,77	Tuyau 147	117,5	200	FD	2,02
Tuyau 46	67,2	40	PEHD	1,28	Tuyau 148	21,7	63	PEHD	1,03
Tuyau 47	35,5	80	FD	1,48	Tuyau 149	113,8	60	FD	0,51
Tuyau 48	30,4	90	PEHD	1,01	Tuyau 150	125,8	40	PEHD	1,28
Tuyau 49	48,1	40	PEHD	1,28	Tuyau 151	117,9	40	PEHD	1,28
Tuyau 50	115,1	63	PEHD	0,52	Tuyau 152	54,2	63	PEHD	0,52
Tuyau 51	33,6	150	FD	1,74	Tuyau 153	61,7	63	PEHD	0,52
Tuyau 52	35,2	63	PEHD	0,52	Tuyau 154	66,6	63	PEHD	0,52
Tuyau 53	150,7	40	PEHD	1,28	Tuyau 155	40,3	75	PEHD	1,09
Tuyau 54	27,2	90	PEHD	1,27	Tuyau 156	40,1	200	FD	0,98
Tuyau 55	21,7	75	PEHD	1,09	Tuyau 157	137,9	40	PEHD	1,28
Tuyau 56	158,6	40	PEHD	1,28	Tuyau 158	65,6	40	PEHD	1,28
Tuyau 57	164,9	40	PEHD	1,28	Tuyau 159	229,7	40	PEHD	1,28
Tuyau 58	93,1	40	PEHD	1,28	Tuyau 160	55,5	63	PEHD	1,55
Tuyau 59	178,3	40	PEHD	1,28	Tuyau 161	59,3	40	PEHD	1,28
Tuyau 60	128,2	200	FD	1,76	Tuyau 162	160,6	40	PEHD	1,28
Tuyau 61	277,2	80	FD	1,44	Tuyau 163	32,8	63	PEHD	1,55
Tuyau 62	27,1	110	PEHD	1,19	Tuyau 164	61,8	40	PEHD	1,28
Tuyau 63	205,1	80	FD	1,12	Tuyau 165	30,1	110	PEHD	1,52
Tuyau 64	166,9	40	PEHD	1,28	Tuyau 166	102,8	40	PEHD	1,28
Tuyau 65	37,7	200	FD	2,01	Tuyau 167	70,6	90	PEHD	1,77
Tuyau 66	21,9	200	FD	2,11	Tuyau 168	150,1	150	FD	1,19
Tuyau 67	37,8	250	FD	1,42	Tuyau 169	100,4	75	PEHD	1,82
Tuyau 68	84,6	40	PEHD	1,28	Tuyau 170	185,4	40	PEHD	1,28
Tuyau 69	78,4	40	PEHD	1,28	Tuyau 171	259,2	150	FD	1,99
Tuyau 70	118,6	150	FD	1,55	Tuyau 172	82	300	FD	1,63
Tuyau 71	36,8	125	FD	1,57	Tuyau 173	105,6	110	PEHD	1,52
Tuyau 72	62,2	110	PEHD	1,69	Tuyau 174	83,9	300	FD	1,88
Tuyau 73	65,7	63	PEHD	0,52	Tuyau 175	55,7	350	FD	1,92
Tuyau 74	160,2	75	PEHD	1,08	Tuyau 176	116,5	63	PEHD	0,52
Tuyau 75	41,3	63	PEHD	0,52	Tuyau 177	104,7	60	FD	1,71
Tuyau 76	24,8	90	PEHD	2,02	Tuyau 178	54,9	40	PEHD	1,28
Tuyau 77	140,1	63	PEHD	0,52	Tuyau 179	113,7	40	PEHD	1,28
Tuyau 78	45,4	63	PEHD	0,52	Tuyau 180	206,4	150	FD	1,63
Tuyau 79	34,4	125	FD	1,83	Tuyau 181	321,9	40	PEHD	1,28
Tuyau 80	72,2	40	PEHD	1,28	Tuyau 182	196,9	40	PEHD	1,28
Tuyau 81	74,7	40	PEHD	1,28	Tuyau 183	164,9	125	FD	0,77
Tuyau 82	49,8	250	FD	1,27	Tuyau 184	68,9	63	PEHD	0,52
Tuyau 83	46,1	40	PEHD	1,28	Tuyau 185	42,2	75	PEHD	1,09
Tuyau 84	133,3	40	PEHD	1,28	Tuyau 186	21,1	63	PEHD	1,55
Tuyau 85	43,9	110	PEHD	1,19	Tuyau 187	154,1	40	PEHD	1,28
Tuyau 86	119,1	90	PEHD	1,27	Tuyau 188	134,4	40	PEHD	1,28
Tuyau 87	86,2	75	PEHD	1,09	Tuyau 189	84,5	63	PEHD	0,52
Tuyau 88	163,5	63	PEHD	0,52	Tuyau 190	57	63	PEHD	0,52
Tuyau 89	55,1	63	PEHD	0,52	Tuyau 191	51,9	90	PEHD	1,52
Tuyau 90	177,6	250	FD	2,08	Tuyau 192	101	40	PEHD	1,28
Tuyau 91	430	150	FD	1,75	Tuyau 193	114,7	40	PEHD	1,28
Tuyau 92	74,6	110	PEHD	1,19	Tuyau 194	57,3	125	FD	1,4

Tuyau 93	148,4	63	PEHD	0,52	Tuyau 195	67,3	63	PEHD	0,52
Tuyau 94	74,6	90	PEHD	1,27	Tuyau 196	40,9	63	PEHD	0,52
Tuyau 95	32	40	PEHD	1,28	Tuyau 197	83,1	100	PEHD	0,64
Tuyau 96	33,3	40	PEHD	1,28	Tuyau 198	102,9	40	PEHD	1,28
Tuyau 97	180,9	63	PEHD	0,52	Tuyau 199	50,3	40	PEHD	1,28
Tuyau 98	207,8	63	PEHD	0,52	Tuyau 200	76,1	40	PEHD	1,28
Tuyau 99	83,3	63	PEHD	0,52	Tuyau 201	87,2	63	PEHD	0,52
Tuyau 100	57,1	75	PEHD	1,09	Tuyau 202	38,5	75	PEHD	1,81
Tuyau 101	72,5	125	FD	1,43	Tuyau 203	32,6	63	PEHD	0,52
Tuyau 102	117,8	63	PEHD	1,55	Tuyau 204	51,8	63	PEHD	0,52