

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

**UNIVERSITE SAAD DAHLEB-BLIDA1**  
**Faculté de Technologie**  
Département des Sciences de l'Eau et Environnement



**MEMOIRE DE MASTER**

Filière : **Hydraulique**

Spécialité : **Ressources Hydrauliques**

THEME :

**METHODE ET TECHNIQUE DE REDUCTION DES PERTES  
PHYSIQUES SUR LE RESEAU DE DISTRIBUTION DE LA  
WILAYA D'ALGER**

Présenté par :

M<sup>lle</sup> BENMESSAOUD Fatma Zohra

M<sup>lle</sup> MEROUANE Nour-El-Houda

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et Prénom	Qualité
M <sup>r</sup> GUENDOOUZ Abdelhamid	President
M <sup>r</sup> BELKACEM Filali M'hamed	Examineur
M <sup>r</sup> BESSENASSE Mohamed	Promoteur

Promotion 2019/2020



*REMERCIEMENTS*

*Et*

*Dédicaces*

## REMERCIEMENT

*Au moment de terminer ce mémoire qui est le fruit d'une étude de plusieurs mois, j'aimerais exprimer ma gratitude à tous ceux qui m'ont aidé.*

*Avant tout, nous remercions le bon Dieu qui a illuminé notre chemin et qui nous a armés de force, de sagesse, et de bonne volonté pour achever ce modeste travail et ce cursus universitaire.*

*Ces quelques lignes ne vont jamais exprimer à la juste valeur ma reconnaissance à l'égard de mon promoteur **Monsieur BESSENASSE Mohamed**, pour l'aide qu'il m'a offert durant la période de réalisation de ce travail et encore plus sa confiance et ses encouragements.*

*Mes remerciements les plus profonds à : **M. BENABBOU Djamel**, ingénieur au sein de la société de **SEAL**, Merci Monsieur pour le temps que vous m'avez consacré, les conseils que vous m'avez prodigués, les vertus que vous m'avez inculqués.*

*J'adresse mes sincères remerciements à tous **les professeurs**, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté de me rencontrer et répondre à mes questions. Je tiens à remercier **le président Monsieur GUENDOZ Abdelhamid** et Monsieur **BELKACEM FILALI M'Hamed** qui me fait l'honneur de juger mon travail.*

*Je remercie mes **très chers parents**, qui ont toujours été là pour moi, «Vous avez tout sacrifié pour vos enfants n'épargnant ni santé ni efforts. Vous m'avez donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. Je suis redevable d'une éducation dont je suis fier»*

*Je remercie **mes sœurs et mes frères**, pour leur aide et leur soutien.*

*Je tiens à remercier **mes amis** qui ont été de sympathiques compagnons durant toutes les périodes de ma vie.*

*Un grand merci à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail sans oublier **toute la promotion** 2019/2020.*

**FATMA ZOHRAB**

## REMERCIEMENT

*Nos plus profonds et sincères remerciements à Dieu tout puissant pour la volonté, la santé, et la patience, qu'il m'a donné durant toutes ces années d'étude.*

*Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à mon promoteur **M. BESSENASSE Mohamed**, de sa patience, sa rigueur et D'avoir accepté de nous encadrer et de nous diriger, qu'il trouve ici l'expression de nos profonde gratitude.*

*J'adresse mes sincères remerciements à **les membres**, responsables, employés du département de la science de l'eau et de l'environnement, et mes sentiments de profonde gratitude vont à **mes professeurs** qui tout au long des années d'études m'ont transmis leur savoir sans réserve.*

*Je tiens à remercier **le président et les membres du jury** **Mr. Guendouz Abdelhamid** et **Mr. Belkacem Filali M'hamed** qui me font l'honneur de juger ce travail.*

*Mes remerciements les plus profonds à : **M. DJAMEL BENABBOU**, ingénieur au sein de la société de SEAAAL. Merci monsieur pour le temps que vous m'avez consacré, les informations que vous m'avez prodigués.*

*Je remercie **mes très chers parents**, à ceux qui m'ont élevé jeune, soutenu, encouragées, qui ont toujours été là pour moi, qui se sont dévouées et qui nous ont supportés durant ces cinq années.*

*A ceux qui portent dans leurs yeux des souvenirs de mon enfance et de ma jeunesse, **mes sœurs**.*

*A tous les camarades et amis qui ont souvent su trouver  
Les mots justes pour nous remonter le moral  
Que Dieu les gardent, sans oublier la promotion 2019/2020.*

*Nour ElHouda*

# Dédicace

## **A mon cher Papa Farid ;**

*Aux yeux du monde tu es mon père, à mes yeux tu es le monde*

*Permetts-moi de t'exprimer mon grand amour, mon attachement et ma plus haute considération pour ta personne. Je suis très fier d'être ta fille et de pouvoir enfin réaliser, ce que tu m'as tant espéré et attendu de moi. Tu n'as jamais cessé de déployer tous tes efforts afin de subvenir à nos besoins, nous encourager et nous aider à choisir le chemin de la Réussite ; ta patience, ta bonne volonté, tes conseils précieux ainsi que ta confiance en moi ont été pour beaucoup dans ma réussite. Cher père, tu trouveras, dans ce modeste travail, le fruit de tes sacrifices ainsi que l'expression de ma profonde Affection et ma vive reconnaissance. Que Dieu te protège et te garde*

## **Ma Chère Maman Nassima ;**

*Si Dieu a mis le paradis sous les pieds des mères, ce n'est pas pour rien. Affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études. Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.*

*A Mes chers frères Abdellah et Mohamed ; A tous les moments d'enfance passés avec vous mes frères, en gage de ma profonde estime pour l'aide que vous m'avez apportés. Vous m'avez soutenu, réconforté et encouragé. Puissent nos liens fraternels se consolider et se pérenniser encore plus.*

*Je vous aime.*

## **A Mes chères Petites sœurs Meriem et Khadîdja**

*Pour toute la complicité et l'entente qui nous unissent, pour le soutien morale que vous m'avez offert, ce travail est un témoignage de mon attachement et d'amour.*

*A Ma chère grande mère maternelle Houria ; que ce modeste travail soit l'expression des vœux que vous m'avez cessé de formuler dans votre prières. Que dieu vous préserve santé et longue vie .*

## **A Mon cher grand-père paternel Mohamed**

## **A Mes chères copines Chaima, Farah et Nour el houda**

*Je ne peux pas trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi des sœurs sur qui je peux compter. En témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.*

*A ma grande famille, mes tantes paternelle et maternelle, mes oncles paternel et maternel, mes compagnons d'enfance mes cousins et mes cousines, pour leur soutien tout au long de mon parcours scolaire. Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible.*

*Merci d'être toujours là pour moi.*

**FATMA ZOHRAB**

# Dédicace

*Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à celle qui ma donné la vie, qui a fait des sacrifices qui m'a jamais cessé de prier pour nous ; qui à assurer mon éducation et m'a encouragé à continuer mes études pour me voir ainsi arriver à ce que je suis aujourd'hui.. Tu peux être fier de moi, merci ma très chère mère.*

*Mon cher père, a qui m'as appris la patience qui m'ont toujours soutenu, et aidé à affronter les difficultés, merci mon cher père.*

*A mes Sœurs, la joie de la maison, la joie des murs, l'oubli du lieu, les sœurs, une bénédiction dont la grandeur n'est connue que de ceux qui en jouissent.*

*Safaa, Rekia, Wafa, Ferial*

*A mes beaux frères, Mohamed Samir et Yacine.*

*A ma nièce yousra, mes neveux Youssef et Younes, sans qui ce travail aurait été fini depuis long temps.*

*A toute ma famille Merouane et Sitouah, mes tantes, mes oncles, mes chers cousins et cousines.*

*A ma très chère amie Fatmazohra, je te remercie pour ton amitié chère à mon cœur, et je te souhaite tout le bonheur du monde. Toute mon affection pour ton admirable famille Benmessaoud, que je remercie beaucoup.*

*A mes amies durant de mon chemin, Mlle.Metchat Yasmin,*

*Mlle.Hamdani Chahrazed.Mme .Ramda Ferial*

*Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin dans l'élaboration de mon mémoire .....*

*Nour ElHouda*

# *RESUME*

## المخلص :

الماء هو العنصر الأساسي للحياة ، وباعتبار الجزائر بلد شبه قاحل ، مدينة أولاد منديل تعاني لسنوات عديدة من نقص كبير في المياه. يسعى مسيرو المياه إلى تحسين خدمة إمداد مياه الشرب والتحول إلى الإمداد المستمر (H24 / 24) . شبكة أولاد منديل متداعية للغاية ، و لا شك أن الإمداد المستمر مع الضغوط المفرطة يؤدي إلى خسائر كبيرة في المياه. بعد تشخيص الشبكة ، كانت خطة تجديد خط الأنابيب هي الحل الاستراتيجي لمحاربة هذه الخسائر ، بما في ذلك تعديل الضغط. لذلك ، يتمثل عملنا في نمذجة سلوك الخسائر المادية للمياه باستخدام برنامج EPANET (الابنت) ، في منطقة SIDI Boukhriss ، بهدف التنبؤ بالتأثيرات والسيناريوهات المحتملة لتعديل هذا الضغط .

الكلمات المفتاحية: شبكة توزيع المياه, الخسائر المادية للمياه, شبكة متداعية , التجديد, الابنت , تعديل الضغط

## RESUME :

L'eau, en tant que ressource indispensable à la vie, et comme l'Algérie est un pays semi-aride ,durant de nombreuses années, la ville d'OULED Mendil avait souffert d'un manque d'eau considérable. Les gestionnaires de l'eau avaient pour objectif d'améliorer le service d'alimentation en eau potable et de passer en alimentation continue (H24/24).Le réseau d'OULED Mendil étant très vétuste, une alimentation continue avec des pressions excessives ait sans aucun doute des pertes d'eau considérables. Suite au diagnostic du réseau, un plan de renouvellement des canalisations était la solution stratégique de lutter contre ces pertes dont une modulation de pression. Notre travail consiste donc à modéliser les comportements des pertes physiques à l'aide du logiciel EPANET, sur l'étage de SIDI Boukhriss, dans le but de prévoir les impacts et les scénarios possibles de cette modulation de pression.

**Mots clés : Réseau d'Alimentation en eau potable, pertes physiques, réseau vétuste, renouvellement, EPANET, modulation de pression .**

## Abstract:

Water, as an essential resource for life, and as Algeria is a semi-arid country, for many years the town of OULED Mendil suffered from a considerable lack of water. The water managers aimed to improve the drinking water supply service and switch to continuous supply (H24 / 24). The OULED Mendil network being very obsolete, a continuous supply with excessive pressure was required. Undoubtedly considerable water losses. Following the network diagnosis, a pipeline renewal plan was the strategic solution to fight against these losses, including pressure modulation. Our work therefore consists in modeling the behavior of physical losses using EPANET software, on the SIDI Boukhriss stage, with the aim of predicting the impacts and possible scenarios of this pressure modulation.

**Keywords: DistributionNetwork, PhysicalLosses, Obsolete network,Renewal ,EPANET,PressureModulation.**

# Table des matières

**Remerciements**

**Dédicaces**

**Résumé**

**Abstract**

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

**INTRODUCTION GENERALE.....1**

## **CHAPITRE I : GENERALITE-PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE**

Introduction.....	3
I.1.Fonctionnement des réseaux d'AEP.....	3
I.2.Définition d'un réseau de distribution d'eau potable .....	3
I.2.1.Système d'alimentation .....	3
I.2.1.1.Etage.....	4
I.2.1.2.Caractéristiques d'un étage .....	4
I.2.1.3.Secteur de distribution.....	4
I.3.Eléments constitutifs d'un réseau de distribution d'eau potable .....	4
I.3.1.Ouvrages de stockage (châteaux d'eau ou réservoirs).....	4
I.3.2.Canalisation.....	5
I.3.3.Les branchements.....	5
I.3.4.Les vannes.....	5
I.3.5.Les ventouses.....	5

I.3.6.Clapet anti-retour.....	6
I.3.7.Vannes de régulation de pression .....	6
I.3.8.Bouches d'incendie.....	6
I.3.9.Joints.....	6
I.3.10.Les appareils de mesure.....	6
I.4.Les différents types de réseaux .....	7
I.5.Chaine d'alimentation<<Production-Distribution>>.....	8
I.5.1.Ressource.....	8
I.5.2.Traitement.....	9
I.5.3.Le pompage .....	9
I.5.4.L'adduction.....	9
I.5.5.Le stockage .....	9
I.5.6.Distribution aux abonnés.....	10
I.6.Présentation de la zone d'étude .....	10
I.6.1.Situation géographique.....	10
I.6.2.Situation topographique.....	10
I.6.3.Situation climatique .....	11
I.6.4.Situation hydrogéologique.....	12
I.6.5.La population de la zone d'étude.....	13
I.6.5.1.Calcul des besoins en eau de la zone d'étude.....	13
I.6.6.Les ressources .....	15
I.6.6.1.Extension des forages de sidi Boukhris et Birtouta.....	16
I.6.6.2.Renforcement par le nouveau complexe hydraulique Domaine ABDI.....	17
I.7.Objectifs et méthodologie de l'étude .....	18
I.7.1.Objectif de l'étude .....	18
I.7.2.La méthodologie utilisée.....	18
I.7.2.a. Système d'Information Géographique (SIG) .....	18
I.7.2.b. BDLT (Base de Données à Long Terme).....	18

Conclusion.....	19
-----------------	----

## **CHAPITRE II : Collecte des données et diagnostic du réseau existant**

Introduction.....	20
I. Organigramme de répartition des eaux mis en distribution.....	20
I I. Problématique des pertes d'eau potable sur les réseaux de distribution.....	21
I I.1. Les eaux non facturées(ENF).....	21
I I.2.Les eaux non comptabilisées(ENC).....	20
I I.3.Les pertes physiques.....	20
I I.4.Les pertes commerciales.....	22
I I.5.Collecte des données .....	22
I I.6.Diagnostic du réseau .....	22
I I.6.1.La démarche .....	22
I I.6.2.Les objectifs.....	22
I I.6.3.Enquête et préparatifs du diagnostic.....	22
I I.6.3.1.Les plans de travail.....	22
I I.6.3.2.Les points de mesures hydrauliques.....	23
I I.6.3.2.1.Le macro-comptage .....	23
I I.6.3.2.2. La pression .....	23
I I.7.La sectorisation .....	23
I I.7.1.Définition.....	23
I I.7.2.Les vannes.....	24
I I.7.3.Les étapes de sectorisation .....	24
I I.8.Analyses des données.....	25
I I.8.1.Indices des pertes .....	25
* Indice Linéaire des pertes (fuites)(ILP).....	25
* Le rendement (%).....	25
II.8.2.Rendement de réseau.....	26

I I.9.Les causes des pertes .....	27
I I.10.Causes des fuites .....	27
I I.11. Conséquences et impacts des fuites .....	27
Conclusion .....	28

### **CHAPITRE III : PROPOSITION DES SOLUTIONS DE REHABILITATION**

Introduction.....	29
III.1. Réduction des pertes physique.....	29
III.1.1. Actions de lutte contre les fuites.....	29
III.1.1.1. Leviers d’actions.....	29
III.1.1.1.1. La recherche active des fuites .....	29
III.1.1.1.2. La gestion de la pression.....	29
III.1.1.1.3. La rapidité et qualité des réparations.....	29
III.1.1.1.4. Renouvellement des conduites.....	30
III.1.1.2. Recherche active des fuites .....	30
III.1.1.2.1. Techniques de pré-localisation des fuites .....	30
III.1.1.2.2. Techniques de localisation des fuites.....	31
III.1.1.3. La gestion de la pression.....	34
III.1.1.3.1 .La réduction de la pression .....	34
III.1.1.3.2. La régulation et la modulation de pression.....	34
III.1.1.3.3. Les étapes d’un projet de la modulation de pression.....	35
III.1.1.3.3.1.Etude de faisabilité .....	35
III.1.1.4. La rapidité et qualité des réparations.....	37
III.1.1.5. Renouvellement des conduites .....	37
III.2.Réduction des pertes commerciales .....	38
Conclusion.....	38

### **CHAPITRE IV : Etude de renouvellement réseau d’AEP d’Ouled Mendil**

Introduction.....	39
IV .1 .Situation actuelle du système d’eau potable.....	39
IV.2.Diagnostic du réseau :.....	41
IV.2.1.Evolution de L’ILP et des volumes journaliers mis en distribution.....	42
IV .2.2. Evolution de performance .....	45
IV.3. CALCUL DES BESOINS EN EAU DE LA ZONE D’ETUDE.....	47
IV.4. Décision de renouvellement .....	48

IV.5. MODELISATION DU RESEAU DE DISTRIBUTION PROJETE.....	48
IV.6.Courbes de modulation.....	51
IV.7. Calage du modèle .....	52
IV.8. Ajout d'un modulateur de pression.....	53
IV.9. Résultats .....	54
IV.10.DIMENSIONNEMENT DU RESEAU PROJETE .....	54
IV.11. RECAPITULATIF DES RESULTATS .....	55
IV.11.1 Pressions .....	55
IV.11.2 Réseau projeté .....	55
IV.12.SECURISATION DE L'ETAGE SIDI BOUKHRIS.....	56
IV.13.ZONING DE L'ETAGE RV1000 OULED MENDIL.....	56
Conclusion.....	58
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>59</b>

## **Références bibliographiques**

## **Annexes**

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

**AEP** : Adduction D'eau Potable

**SIG** : Système D'information Géographique

**BDLT** : Base De Données à Long Terme

**ENF** : Les eaux non facturées

**ENC** : Les eaux non comptabilisées

**ILP** : Indice linéaire des pertes (fuites)

**Lgts** : Logements

**DN** : Diamètre nominale

**RV** : Réservoir

**SP** : station de pompage

**PVC** : Polychlorure de vinyle

**DMN** : Débit minium de nuit

**DRE** : Direction des ressources en eau

**DEM** : Débitmètre électromagnétique

**DUS** : Débitmètre à ultrasons

**CI** : Canne à insertion

**VDP** : Volume des pertes en distribution

**LR** : Longueur de réseau

**PEHD** : Polyéthylène haute densité

**AG** : Acier galvanisé

**AMC** : Amiante ciment

**PFA** : Pression de fonctionnement admissible

**HMT** : Hauteur manométrique totale

## **LISTE DES TABLEAUX**

### **CHAPITRE I : GENERALITE-PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE**

**Cas-1** : Besoins en eau de l'étage de Sidi Boukhris en tenant en compte des programmes de logements (1032+1602 lgts) :

**Tableau I.1** : Intégration de programme de logements (1032+1602) logts.....12

**Tableau I.2** : Evolution de la consommation max journalière de la zone d'étude à différents horizons de calcul.....12

**Cas -2** : Besoins en eau de l'étage de Sidi Boukhris sans tenir compte des programmes de logements (1032+1602 lgts) :

**Tableau I.3** : Evolution de la population de la zone d'étude à différents horizons de calcul.....13

**Tableau I.4** : Evolution de la consommation max journalière de la zone d'étude à différents horizons de calcul.....13

**Tableau I.5** : Débit d'exploitation Des forages (2015).....14

**Tableau I .6** : Débit d'exploitation des forages existants et futurs (après extension).....15

### **CHAPITRE II : Collecte des données du réseau**

**Tableau II.1** : Bilan hydraulique d'un service AEP.....18

### **CHAPITRE IV : Etude de renouvellement réseau d'AEP d'Ouled Mendil**

**Tableau IV.1** : Caractéristiques du réseau existant.....40

**Tableau IV 2** : Calcul des besoins max journaliers et les besoins de pointe de la zone d'étude à différents horizons de calcul .....45

**Tableau IV 3** : Calcul des besoins max journaliers et les besoins de pointe de la zone d'étude à différents horizons de calcul .....46

## LISTE DES FIGURES

### CHAPITRE I : GENERALITE-PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

<b>FIGURE I.1</b> : Schéma général d'alimentation en eau potable .....	3
<b>FIGURE I.2</b> : Schéma instrumentation des éléments constitutifs d'un réseau de distribution d'eau potable.....	7
<b>FIGURE I.3</b> : Schéma général d'un réseau de distribution (R : Réservoir).....	7
<b>FIGURE I.4</b> : Schéma général d'un réseau d'AEP.....	8
<b>FIGURE I.5</b> : Schéma instrumentation de chaine d'alimentation (Production-Distribution).....	9
<b>FIGURE I.6</b> : plan de situation de la localité d'Ouled Mendil.....	10
<b>FIGURE I.7</b> : Variations mensuelles des températures (Max, Moy, Min) à la station de DAR L BEIDA.....	11
<b>FIGURE I.8</b> : L'histogramme de vitesse du vent.....	12
<b>FIGURE I.9</b> : L'histogramme de l'humidité relative par la station de DAR L BEIDA.....	12
<b>FIGURE I.10</b> : La répartition de la population par district de la zone d'étude.....	13
<b>FIGURE I.11</b> : AEP du programme de logement depuis complexe domaine Abdi.....	17
<b>FIGURE I.12</b> : BDLT au service de l'exploitation.....	18

### CHAPITRE II : Collecte des données du réseau

<b>FIGURE II.1</b> : Les eaux non facturées.....	21
--	----

### Chapitre III : PROPOSITION DE SOLUTIONS DE REHABILITATION

<b>Figure III.1</b> : Répartition des méthodes utilisées dans la recherche des fuites (Manuel métier réseaux 2007).....	30
--	----

<b>Figure III.2</b> : Principe de pré-localisation (GIROND S.Version juin 2004.....	31
<b>Figure III.3</b> : Marquage du point de fuite.....	32
<b>Figure III.4</b> : La technique de corrélation moderne.....	33
<b>Figure III.5</b> : Des corrélateurs (transmetteur et l'émetteur).....	33
<b>Figure III.6</b> : Schéma décrivant l'ancienne méthode de corrélation.....	33
<b>Figure III.7</b> : Appareil de détections de fuites par gaz traceur.....	34
<b>Figure III.8</b> : Bénéfices de la réduction de pression.....	35

## **CHAPITRE IV : Etude de renouvellement réseau d'AEP d'Ouled Mendil**

<b>Figure IV.1</b> : plan de situation de la SP Ouled Mendil et du RV1500 Sidi Boukhriss...	40
<b>Figure IV.2</b> : plan de situation de la SP Ouled Mendil et du RV1500 Sidi Boukhriss...	41
<b>Figure IV .3</b> : Réservoir 1500 m3 Sidi Boukhris.....	41
<b>Figure IV .4</b> : Répartition de linéaire réseau existant en fonction de matériau .....	42
<b>Figure IV.5</b> : Evolution de l'ILP au niveau de SIDI BOUKHRISS/GHDAIDIA DN300.....	43
<b>Figure IV.6</b> : Evolution de volume mis en distribution au niveau de SIDI BOUKHRISS /GHEDAIDIA DN300.....	43
<b>Figure IV.7</b> : Evolution de l'ILP au niveau de SIDI BOUKHRISS/ OULEDMENDIL DN200.....	44
<b>Figure IV.8</b> : Evolution du volume au niveau de SIDI BOUKHRISS/ OULEDMENDIL DN200.....	44
<b>Figure IV.9</b> : Evolution du volume de perte au niveau de SIDI BOUKHRISS/GHEDAIDIA DN300.....	45
<b>Figure IV.10</b> : Evolution du volume de perte au niveau de SIDI BOUKHRISS/ OULEDMENDIL DN200.....	45
<b>Figure IV.11</b> : plan de situation des fuites recensées sur le réseau.....	46

<b>FIGURE IV.12</b> : Exemple des données des tuyaux.....	49
<b>FIGURE IV.13</b> : Exemple des données des nœuds.....	49
<b>FIGURE IV.14</b> : Exemple des données des réservoirs.....	50
<b>FIGURE IV.15</b> : actuelle Situation avant modulation.....	50
<b>FIGURE IV.16</b> : Courbe de modulation de pression.....	51
<b>FIGURE IV.7</b> : Comportement du réseau après modulation du réseau.....	51
<b>FIGURE IV.18</b> : Courbe de Pression pour le nœud 213.....	52
<b>FIGURE IV.19</b> : Installation des vannes de Modulation de pression .....	53
<b>FIGURE IV.20</b> : Résultats de la modélisation du réseau après régulation de pression.....	53
<b>FIGURE IV.21</b> : Explication du modèle.....	54
<b>FIGURE IV .22</b> : Plan du réseau projeté sur image satellitaire.....	55
<b>FIGURE IV .23</b> : Plan de sécurisation SP O-MENDIL et de Zoning RV1000 O- Mendil.....	57

*INTRODUCTION*  
*GENERALE*

## **Introduction générale :**

Sur la planète bleue, l'eau dévale des montagnes, court dans les vallées, chahute dans les océans et déferle sur nos côtes, déployant une énergie formidable ; l'eau est le sang de la terre, le support de toute vie ; L'eau est la force motrice de la nature.

L'accès à l'eau, la gestion, le traitement et la préservation de cet or bleu constitue un immense défi, la disponibilité de cette ressource vitale, demande la mise en œuvre de moyens techniques et humains considérables, que ce soit pour assurer une bonne alimentation ou bien pour préserver cette ressource des éventuelles pertes.

L'eau se produit dans les stations de traitement d'eau potable par le réseau d'AEP (alimentation en eau potable) jusqu'aux usagers. La gestion technique de tel réseau a pour principale objectif de livrer aux consommateurs une eau répondant aux normes de qualité, avec une continuité de service sans contrainte, de tels objectifs nécessite une connaissance précise du réseau de ses infrastructures, de son fonctionnement hydraulique et passe par un entretien suivi et régulier.

Le réseau d'alimentation en eau potable constitue un patrimoine qui vieillit et qu'il est nécessaire de renouveler quand il atteint un seuil de vétusté limite, ce vieillissement provoque des dysfonctionnements venant compliquer la capacité de maîtriser la ressource en eau.

Le but de notre projet consiste à essayer d'accomplir le modèle hydraulique de l'étage de distribution de SIDI BOUKHRIS 1500 m<sup>3</sup> à l'aide de logiciel EPANET , dans l'intérêt de prévoir le comportement des pertes physique , et d'assurer une alimentation en eau potable en h24.

**Dans le premier chapitre**, en commençant avec un rappel général sur les réseaux d'alimentation en eau potable et son comportement qui facilitent la maintenance et l'entretien, et qui assurent la régulation de certains paramètres (débit, pression, hauteur d'eau ..... ) ou encore ; après en passant à une étude qui consiste à présenter le site sous plusieurs aspect, cette partie donne aussi un aperçu des caractéristiques essentielles de la zone étudiée (OULED MENDIL).

**Dans le deuxième chapitre**, nous allons d'écrire les différents paramètres nécessaires à cette étude telle que les types de perte leurs composantes principales, la sectorisation et leurs principes.

**Le chapitre trois** consiste en premier lieu, à traiter les composantes principales des pertes (pertes physiques et pertes commerciales), et traitera par la suite les actions

stratégiques pour la réduction de ces pertes dans un réseau de distribution d'eau potable.

**Enfin le quatrième chapitre**, consiste à modéliser le comportement des pertes physiques en procédant à une élaboration et un calage de l'étage distribution de SIDI BOUKHRIS 1500 m<sup>3</sup> sous logiciel EPANET qui permettra de présenter les différents résultats des simulations et les interprétations des scénarios de modulation , ce modèle aide à la décision dans le processus de renouvellement du réseau d'AEP (Alimentation en Eau Potable) .

## Introduction :

Un réseau de distribution de haute qualité est un réseau qui est fiable et assure un approvisionnement continu en eau potable à une pression appropriée. Dans ce travail on va faire une étude détaillée à tous ce qui concerne le réseau d'alimentation en eau potable, en commençant avec un rappel général sur les réseaux d'AEP, nous présenterons les différents maillons constituant un réseau d'alimentation en eau potable

Nous allons étudier un cas d'étude (zone d'Ouled Mendil), du point de vue géographique, topographique, hydrogéologique, climatique et hydraulique, c'est un préalable à tous projets d'alimentation en eau potable.

### I.1. Fonctionnement du réseau d'alimentation en eau potable :

Il est préférable qu'un réseau fonctionne toujours en charge, c'est à dire que la section du tuyau soit entièrement remplie d'eau. Lorsque le réseau n'est pas en « charge », il y a de l'air qui circule dans le réseau, ce qui peut poser les problèmes suivants :

- Accumulation d'air dans les points haut
- Manque de pression et baisse de débit
- Fragiliser et diminuer la durée de vie de notre réseau.

### I.2. Définition d'un réseau de distribution d'eau potable :

Un réseau d'eau potable est un ensemble de conduites et d'équipements organisés pour permettre la circulation et la distribution de l'eau potable vers la population d'une collectivité ou de plusieurs collectivités.

#### I.2.1. Système d'alimentation :

Un système en eau potable (AEP) est composé d'un ensemble d'infrastructures et d'installations nécessaires à satisfaire tous les besoins en eau potable d'une zone urbaine et industrielle.

Les systèmes d'AEP comporte différents composants dont les constructions et les installations affectées au captage (1,3) au traitement (5) , au transport (2,6,8) , au stockage (7) et au distribution de l'eau potable(9) chez les différents consommateurs (10).

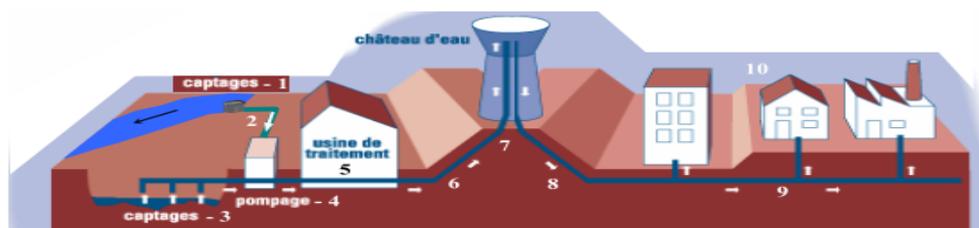


Figure I.1 : schéma général d'alimentation en eau potable [IGOR.B., 2004]

**I.2.1.1. Etage :**

Tout linéaire étant alimenté par la même charge hydraulique concernant un secteur.

**I.2.1.2. Caractéristiques d'un étage :**

A partir du ou des réservoirs, l'eau est distribuée dans un réseau de canalisations sur les quelles les branchements seront piqués en vue de l'alimentation des abonnés.

Pour que les performances d'un réseau de distribution soient satisfaisantes, ce réseau doit être en mesure de fournir, à des pressions compatibles avec les hauteurs des immeubles.

**I.2.1.3. Le secteur de la distribution :**

Tout linéaire couvert par un équipement de comptage (DEM, CI, compteur mécanique) pour lesquels les volumes mis en distribution sont mesurés en permanence ou de façon temporaire.

**I. 3. Éléments constitutifs d'un réseau de distribution d'eau potable :**

La gestion maîtrisée de l'eau potable est l'un des enjeux majeurs des décennies à venir et, indépendamment des problèmes liés à la ressource en eau.

De nombreux équipements convergent pour optimiser l'exploitation des réseaux. Cette tendance à instrumenter les réseaux d'eau potable est dopée par l'ampleur des économies potentiellement réalisables.

**I.3.1. Les réservoirs d'eau potable :**

Lors de la conception des réservoirs, on est amené à faire plusieurs choix concernant le type de réservoir, son emplacement, sa capacité, son altitude, son équipement.

On peut classer les types de réservoirs selon :

- \_ La technique de construction (métal, maçonnerie, béton armé, ou précontraint) ;
- \_ L'intégration au site ;
- \_ Les considérations esthétiques.

### **I.3.2. Les canalisations :**

La distribution d'eau potable jusqu'au consommateur s'effectue par un réseau souterrain de canalisations. On distingue :

- Les conduites d'adduction destinées au transport des gros débits (par exemple entre la station de traitement et le réservoir)
- Le réseau de distribution qui assure la desserte vers tous les utilisateurs (Domestique et Industriel).

### **I.3.3. Les branchements :**

Les branchements constituent le raccordement des usagers au réseau de distribution. C'est la liaison entre le réseau public et le domaine privé. Les principaux éléments constitutifs du branchement sont :

- Le collier et le robinet de prise qui permettent de réaliser le piquage sur la conduite principale sans arrêter l'eau
- la bouche à clé pour manœuvrer le robinet de prise depuis le domaine public et ainsi ouvrir ou fermer le branchement.
- Le tuyau de branchement généralement en polyéthylène ou en PVC
- le regard (niche) abritant le kit macro comptage de compteur placé en général en limite du domaine public et privé.

### **I.3.4. Les vannes :**

Elles permettent de maîtriser les écoulements dans le réseau (remplissage, distribution, vidange, etc.) donc de mieux gérer celui-ci. Il existe plusieurs types de vannes qui satisfont à des besoins variés :

- Les vannes d'isolement : permettent d'isoler certains tronçons qu'on veut inspecter, réparer ou entretenir. On distingue deux types : les robinets à papillon pour les conduites de gros diamètres et les robinets-vannes pour les conduites de petits diamètres.
- Les vannes à clapets de non-retour : permettent de diriger l'écoulement dans un seul sens. Elles sont installées sur les conduites de refoulement.
- Les vannes de réduction de pression : permettent de réduire la pression à une valeur prédéterminée.

### **I.3.5. Les ventouses :**

On installe des ventouses aux points élevés du réseau. Elles permettent d'un côté, de faire évacuer les quantités d'air qui s'y accumulent à la suite , par exemple, du dégazage de l'oxygène dissous, et de l'autre côté, de faire pénétrer l'air lorsqu'un vide

se crée dans une conduite et évitent la création de pressions négatives qui risqueraient d'entraîner l'écrasement de la conduite.

### **I.3.6. clapet anti retour :**

Un anti retour est un dispositif installé sur une tuyauterie permettant de contrôler le sens de circulation d'un fluide quelconque. Le fluide (liquide, gaz, air comprimé, ...) peut donc circuler dans un seul sens (unidirectionnel) .

### **I.3.7.Vannes de régulation de pression :**

Vannes de régulation où réducteur de pression est un appareil qui permet de stabiliser une pression d'entrée variable ou une pression de sortie inférieure et constante. Il réduit la pression d'une adduction gravitaire et stabilise la pression entre deux réseaux de pressions différentes.

### **I.3.8.Bouches d'incendie :**

Bouche d'incendie est un dispositif de lutte contre l'incendie mis en place par les communes, et par des sociétés privées dans leurs enceintes.

### **I.3.9. Les joints :**

Ils ont pour fonction d'assurer l'étanchéité des jointures des tuyaux et faire face aux sollicitations mécaniques et chimiques. Pour cela, ils doivent épouser parfaitement la loge qui leur est destinée.

Les joints constituent la partie la plus fragile de la canalisation à cause de leur souplesse ; tout mouvement du tuyau s'articule sur le joint, ce qui provoque en lui des usures mécaniques. L'action des produits chlorés de l'eau et le dessèchement induisent le vieillissement des joints.

### **I.3.10. Les appareils de mesure :**

#### **• Les compteurs et les débitmètres :**

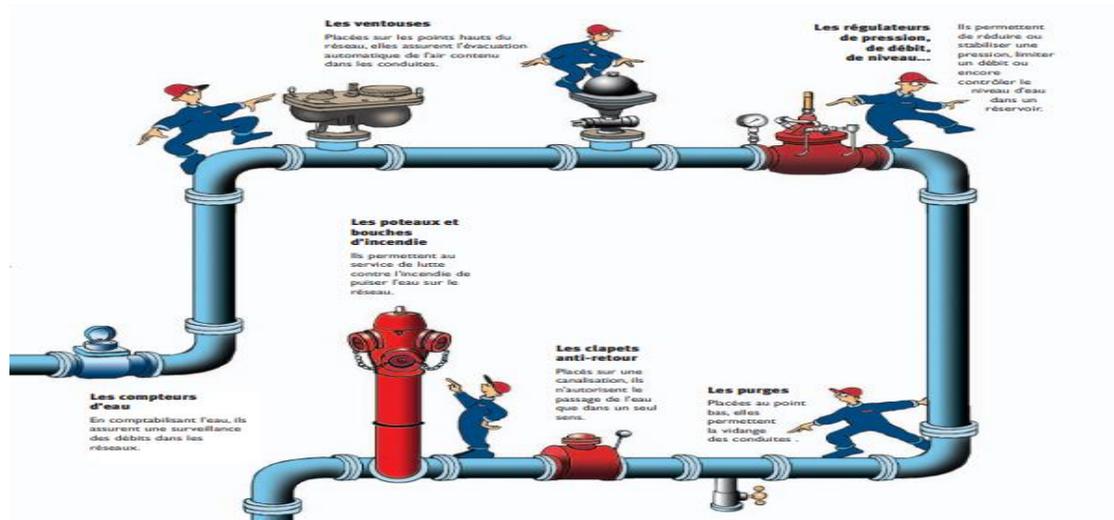
Le choix d'un compteur ou d'un débitmètre n'est pas une chose simple pour faire un choix correct, il faut tenir compte d'une multitude de paramètres. Il est donc nécessaire avant tout de définir précisément ses propres exigences, les contraintes imposées par le fluide à mesurer et les caractéristiques de l'environnement. Ensuite viennent s'ajouter les contraintes liées aux différents appareils possibles.

#### **• Data loggers (pression, niveau) :**

La gestion de la distribution /adduction d'eau potable nécessite une bonne connaissance d'un certain nombre de paramètre hydraulique du réseau : variation de la hauteur d'eau des réservoirs, évolution des débits et des pressions au cours de la journée ainsi la marche des pompes sur une station données.

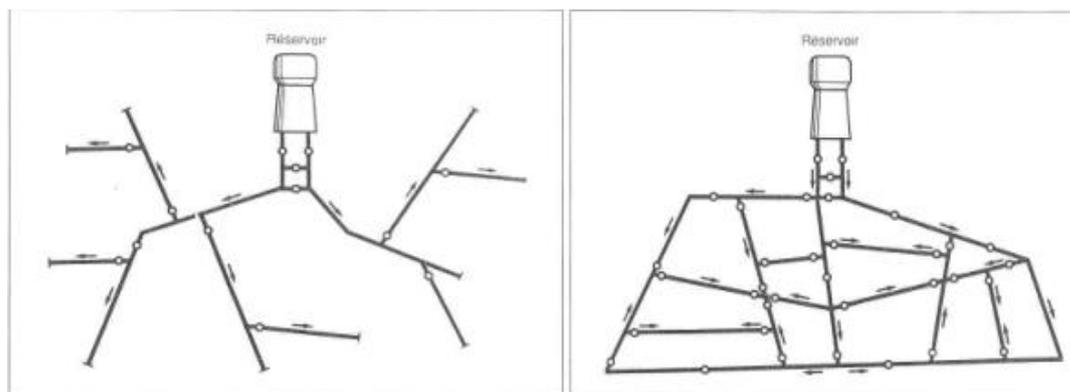
- **Qualité :**

L'eau délivrée au robinet est très contrôlée à tous les stades de sa production. Une surveillance permanente à différents points, et notamment lors de la mise en distribution, est assurée par l'exploitant pour lui permettre, en cas de non-conformité, de prendre rapidement les mesures nécessaires. Les éléments sont contrôlés : chlore, turbidité, PH .....



**Figure I.2 :** Schéma instrumentation des éléments constitutifs d'un réseau de distribution d'eau potable. [LUC, J. 2005]

#### I.4. Les différents types de réseaux :



1-réseau ramifié

2-réseau maillé

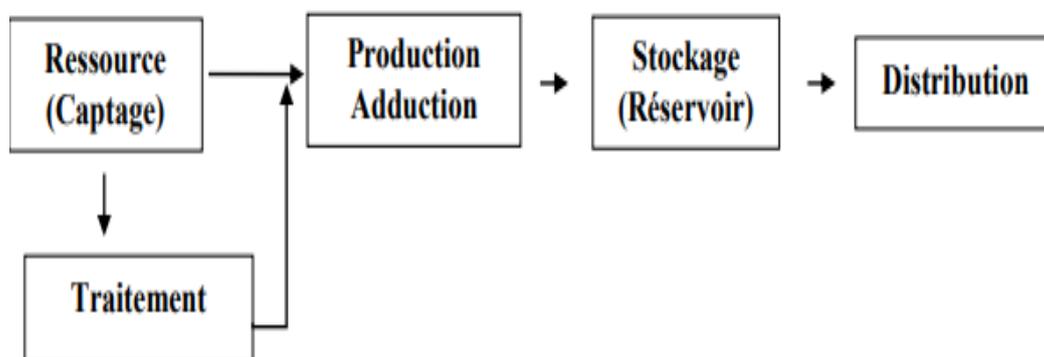
**Figure I.3:** Schéma général d'un réseau de distribution [IGOR, B. 2004]

- Le réseau ramifié, dans lequel les conduites ne comportent aucune alimentation en retour, présente l'avantage d'être économique, mais il manque de sécurité et de souplesse en cas de rupture : un accident sur la conduite principale prive d'eau tous les abonnés à l'aval (position 1, 1,3).

- Le réseau maillé, permet, au contraire, une alimentation en retour (position 2, figure 1,3), pour pallier à l'inconvénient signalé ci-dessus. Une simple manœuvre de robinets permet d'isoler le tronçon accidenté et de poursuivre néanmoins l'alimentation des abonnés à l'aval. Il est bien entendu, plus coûteux à l'installation, mais, en raison de la sécurité qu'il procure, il doit être toujours préféré au réseau ramifié.
- Le plus souvent, un réseau mixte est composé d'une partie maillée et un partie ramifiée : les centres des villes et les quartiers à forte densité de population sont ainsi desservis par les parties maillées, alors que les quartiers périphériques le sont par les parties ramifiées.

### I.5. Chaîne d'alimentation « production –Distribution » :

Un réseau d'A.E.P constitue l'ensemble des moyens et infrastructures dont dispose l'ingénieur pour transporter l'eau depuis la source jusqu'au consommateur. Un réseau d'eau potable doit être fiable et durable pour pouvoir répondre aux exigences des consommateurs (quantité et qualité optimales, dysfonctionnement minimaux). Le transport de l'eau de la source jusqu'au point de distribution se fait suivant une chaîne composée de quatre maillons principaux (Figure I.4).



**Figure I.4:** Schéma général d'un réseau d'A.E.P [OUELLABBI, F et CHETTOU, Y. 2015]

#### I.5.1. Les ressources :

Le captage ou prélèvement des eaux brutes

- les eaux souterraines (aquifère, nappes phréatiques profondes)
- les eaux de surfaces captives ou en écoulement (lacs, étangs, rivières, fleuves) ;
- les eaux saumâtres.

#### I.5.2. Le traitement :

L'eau brute (barrage, champ de captage, mer) ne peut pas être consommée directement et doit subir plusieurs traitements avant qu'elle soit potable (physicochimique)

Les traitements nécessaires dépendent beaucoup de la qualité de l'eau utilisée. Ils varient aussi avec le niveau d'exigence et les normes appliquées.

### I.5.3. Le pompage :

Dans un réseau d'eau potable, l'eau peut être pompée à plusieurs occasions lors de son cheminement :

- dans les stations de pompage, généralement entre la ressource, le traitement et ou les réservoirs,
- dans les stations de reprise pour alimenter des réservoirs secondaires implantés sur le réseau,
- dans les sur presseurs pour desservir des usagers situés aux extrémités du réseau sur des points hauts, ou dans des immeubles.

La consommation énergétique liée à la fourniture d'eau est presque entièrement due aux pompages.

### I.5.4. Le réseau d'adduction :

Le réseau d'adduction, appelé aussi réseau primaire, désigne les canalisations de grand diamètre qui permettent le transfert de l'eau avec quantité entre le captage (source ou forage) et le réservoir de stockage ou entre deux réservoirs.

### I.5.5. Le stockage :

Une fois traitée, l'eau est stockée dans des réservoirs de deux types : les bâches au sol ou semi-enterrées et les réservoirs sur tour, appelés également château d'eau. Le choix dépend de la localisation du réservoir. « En effet, pour permettre un acheminement de l'eau aux consommateurs dans de bonnes conditions, il est nécessaire que la différence d'altitude entre le réservoir et les habitations soit suffisante pour avoir une pression correcte, l'acheminement de l'eau se faisant par gravitation.

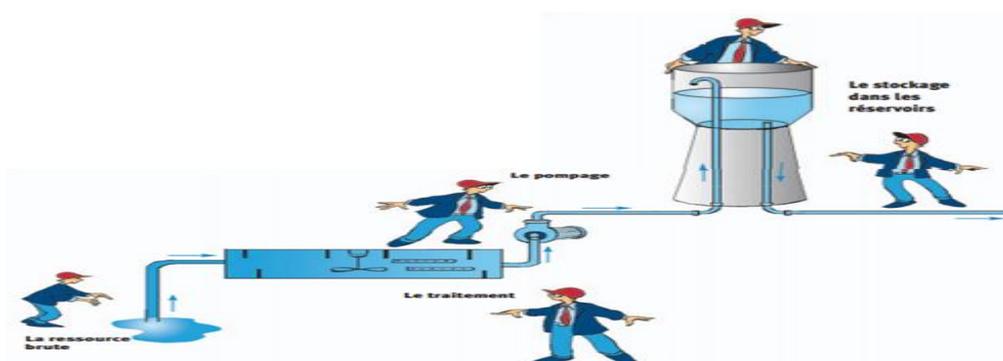


Figure I.5 : Schéma instrumentation de chaîne d'alimentation [LUC, J.2005]

### I.5.6. Distribution aux abonnés :

Les abonnés représentent chacun des foyers et chacune des entreprises utilisant l'eau du réseau. Les droits et obligations des abonnés vis-à-vis du distributeur d'eau sont définis dans le règlement du service des eaux.

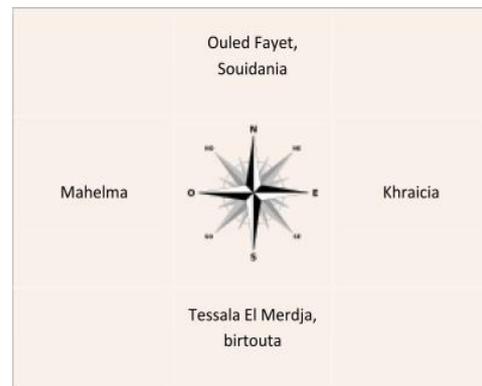
## I.6. Présentation de la zone d'étude :

Dans le cadre de l'amélioration de l'alimentation en eau potable de la zone Ouled Mendil Commune de Douira, Actuellement connaît des perturbations considérables en matière d'alimentation en eau potable à cause de l'état très dégradé du réseau de distribution, en plus de cet état critique de la situation, un important programme de logements est en cours de réalisation d'où la nécessité d'une nouvelle restructuration de la zone d'étude afin d'assurer une alimentation en eau potable en H24 .

### I.6.1.Situation géographique :

Ouled Mendil est une ville qui se situe au sud-ouest de la wilaya d'Alger, faisant partie de la commune de Douira, se caractérisent par une superficie de 10.57 ha. Les communes entourant celle de Douira sont les suivantes :

- \* Au nord Ouled Fayet, Soudania.
- \* Au sud Tassala el Merdja Birtouta.
- \* A l'est Khraicia.
- \* A l'ouest Mahelma.



**Figure I.6 :** plan de situation de la localité d'Ouled Mendil.

### I.6.2. Situation topographique :

La topographie est une science dont les techniques permettent de représenter une région de la surface de la terre sur un plan avec tous les détails qui se trouvent sur cette région, elle est utile dans plusieurs domaines particulièrement dans les travaux de génie civil, travaux public, génie militaire et hydraulique.

C'est à partir de cette représentation que sont faites les études des routes, des voies ferrées, des canalisations et des travaux industriels.

En se référant à la carte topographique d'Ouled Mendil, nous remarquons que les points les plus hauts sont situés au Nord de la zone. Le terrain descend graduellement du Nord au Sud.

L'altitude varie entre 50 m sur la plaine et 200 m sur le sahel Nord.

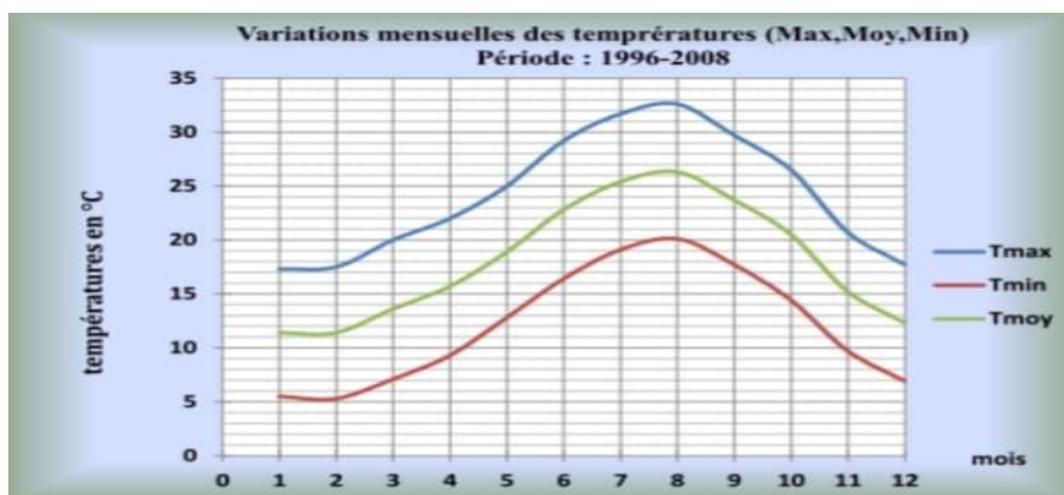
### I.6.3. Situation climatologique:

#### 1. Le climat :

Ouled Mendil se trouve dans une zone climatique de type méditerranéen. Le climat dans cette région varie d'une période à une autre. Du mois d'avril au mois de septembre on remarque une saison chaude et sèche par contre une saison fraîche et pluvieuse du mois d'octobre au mois de mars.

#### 2. La température :

La température dans cette zone d'étude varie d'une saison à une autre. Les données de la température relative à la station de DAR L BEIDA sont représentées par les courbes suivantes :

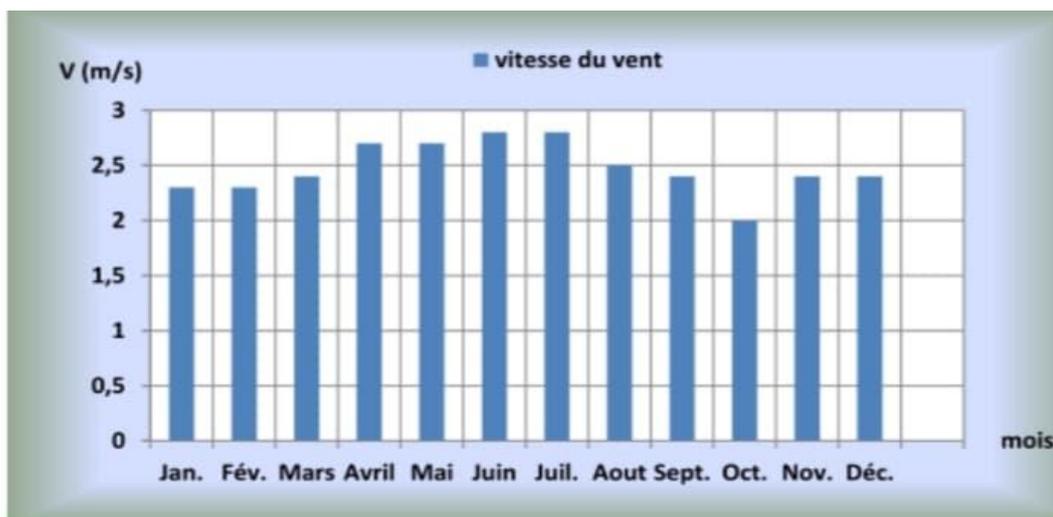


**Figure I.7 :** Variations mensuelles des températures (Max, Moy, Min) a la station de DAR L BEIDA [APC de DOUIRA]

#### 3. Le vent :

Les vents locaux sont prédominants Ouest et Nord-Ouest, avec quelques vents Nord-Est.

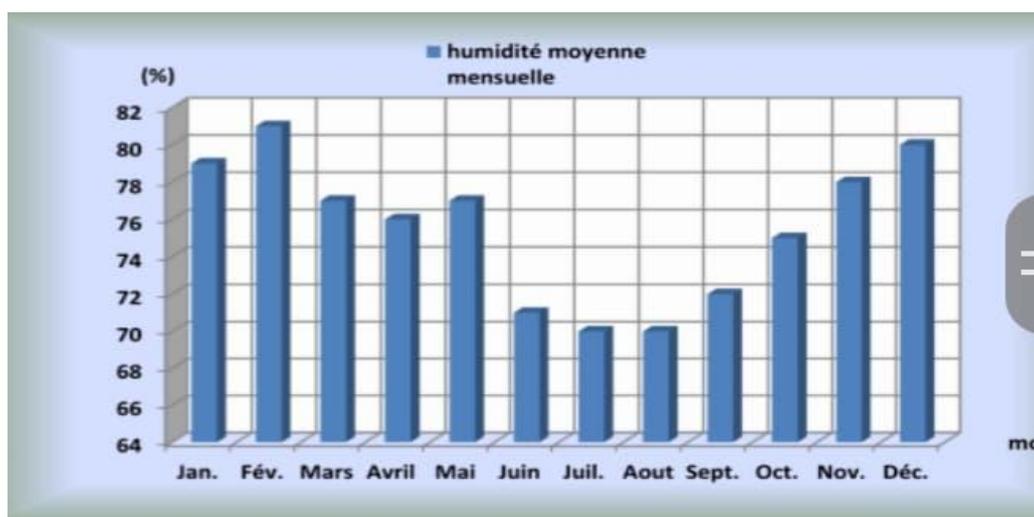
Le maximum de force des vents se situe au cours de l'hiver et le minimum à la fin de l'été, les vents adoucissent le climat durant la saison chaude.



**Figure I.8 :** L'histogramme de vitesse du vent [APC de DOUIRA]

#### 4. L'humidité :

Le climat de la région est méditerranéen tempéré avec un hiver doux et humide et un été chaud et sec. L'humidité relative donnée par la station de DAR EL BEIDA est représentée par l'histogramme suivant :



**Figure I.9 :** L'histogramme de l'humidité relative par la station de DAR L BEIDA [APC de DOUIRA]

#### I.6.4 -Situation hydrogéologique :

Au point de vue hydrogéologique, la localité présente une constitution très simple. Au-dessus d'une épaisse formation de marnes argileuses bleutées, parfaitement imperméable, qui occupe toutes les dépressions, le plateau réunissant les villages de Douera est formé par des dépôts perméables (marnes sableuse, molasse, sables) à la base des quels se trouve maintenue une petite nappe aquifère. C'est cette nappe qui alimente les puits existant sur le plateau.

Sur les marnes sahéliennes imperméables viennent s'appuyer sur le versant du sahel, les formations pliocènes perméables elles-mêmes surmontées par les alluvions quaternaires anciennes également perméables.

Abstraction faite du quaternaire, il s'agit des mêmes formations géologique qu'à Douera, séparées seulement par l'érosion de l'Ouled Mendil qui met a nu le substratum argileux imperméable du sahélien.

Ce sont ces argiles sahéliennes que l'on voit affleurer dans les ravins qui descendent vers la pleine, entre BIRTOUTA et les QUATRE CHEMAINS.

C'est donc au niveau des argiles imperméables et à la base des formations pliocènes perméables, que se trouve le niveau aquifère le plus important dans cette région.

### **I.6.5. la population de la zone d'étude :**

#### **I.6.5.1. CALCUL DES BESOINS EN EAU DE LA ZONE**

##### **D'ETUDE :**

La zone d'étude est composée de plusieurs districts avec des programmes de logements dont 1032 lgts sont déjà réalisés, 1602 lgts en cours (OPGI) et 150 lgts sont programmés par l'APC.

Les besoins en eau seront calculés pour trois horizons de calcul : 2015, 2025 et 2040.

**Les hypothèses de calcul des besoins en eau dans la zone d'étude sont les suivantes :**

Pour l'estimation de l'évolution de la population, il a été pris en considération la population tirée de RGPH 2008, la répartition de la figure ci dessous :



**Figure I.10 :** La répartition de la population par district de la zone d'étude.

[APC de DOUIRA]

**Titre :** Délimitation de la zone d'étude par districts

- Un taux d'occupation par logement de 7 personnes ;
- Un taux d'accroissement de 3.2% pour l'horizon 2015. 1.5% pour l'horizon 2025 et 1.5% pour l'horizon 2040 ; (Source : Rapport Schéma Directeur de la wilaya d'Alger)
- Une dotation en eau moyenne de 150 l/j/habitant ;
- La consommation diffuse (mosquée, école, administrations.) est prise égale à 20% des besoins en eau domestique ;
- Coefficient de variation saisonnière est pris égale à 1.2 ;
- Coefficient de variation de pointe horaire est pris égal à 1.8.

Les résultats de calcul des besoins en eau sont donnés pour les deux cas suivants:

**Cas-1** : Besoins en eau de l'étage de Sidi Boukhris en tenant en compte des programmes de logements (1032+1602 lgts) :

Les résultats de calcul sont donnés dans les tableaux suivants :

**Tableau I.1** : Intégration de programme de logements (1032+1602)lgts

DISTRICT N°	POP 2008	TAUX D'ACCROISSEMENT (%)			PROJECTION DE POPULATION			PROGRAMME DE LOGEMENTS	
		2008/2015	2015/2025	2025/2040	2015	2025	2040	N° LOGTS	POP
56_21	567	3.2	1.5	1.5	707	820	1 026		
54_30	770	3.2	1.5	1.5	960	1 114	1 393		
54_31	1043	3.2	1.5	1.5	1 301	1 510	1 680		
54_32	986	3.2	1.5	1.5	1 229	1 426	1 588		
54_33	1163	3.2	1.5	1.5	1 449	1 682	1 872		
54_34	785	3.2	1.5	1.5	978	1 135	1 264		
54_35	1028	3.2	1.5	1.5	1 282	1 488	1 656	2 784	19 488
54_36	1231	3.2	1.5	1.5	1 535	1 781	1 982		
35_13	420	3.2	1.5	1.5	524	608	676		
<b>TOTAL</b>	<b>7 993</b>				<b>9 965</b>	<b>11 565</b>	<b>13 137</b>	<b>2 784</b>	<b>19 488</b>

**Tableau I.2** : Evolution de la consommation max journalière de la zone d'étude à différents horizons de calcul

N° DISTRICT	DOTATION (L/j/hab)	CONSOMMATION DOMESTIQUE (m <sup>3</sup> /j)			CONSOMMATIONS DIFFS (20%) (m <sup>3</sup> /j)			CONSOMMATION MOY JOURNALIERE TOTALE (m <sup>3</sup> /j)			COEFF MAJ SAISONNIERE	CONSOMMATION MAX JOURNALIERE TOTALE (m <sup>3</sup> /j)		
		2015	2025	2040	2015	2025	2040	2015	2025	2040		2015	2025	2040
56_21	150	106	123	154	21	25	31	127	148	185	20%	153	177	222
54_30	150	144	167	209	29	33	42	173	201	251	20%	207	241	301
54_31	150	195	226	252	39	45	50	234	272	302	20%	281	326	363
54_32	150	184	214	238	37	43	48	221	257	286	20%	265	308	343
54_33	150	217	252	281	43	50	56	261	303	337	20%	313	363	404
54_34	150	147	170	190	29	34	38	176	204	227	20%	211	245	273
54_35	150	1 276	3 146	3 172	255	629	634	1 531	3 776	3 806	20%	1 837	4 531	4 567
54_36	150	230	267	297	46	53	59	276	321	357	20%	331	385	428
35_13	150	79	91	101	16	18	20	94	109	122	20%	113	131	146
<b>TOTAL</b>		<b>2 578</b>	<b>4 658</b>	<b>4 894</b>	<b>516</b>	<b>932</b>	<b>979</b>	<b>3 094</b>	<b>5 589</b>	<b>5 872</b>		<b>3 713</b>	<b>6 707</b>	<b>7 047</b>

**Cas -2** : Besoins en eau de l'étage de Sidi Boukhris sans tenir compte des programmes de logements (1032+1602 lgts) :

Les résultats de calcul sont donnés dans les tableaux suivants :

**Tableau I.3 :** Evolution de la population de la zone d'étude à différents horizons de calcul [DEP/SEAL., 2016]

N°: DISTRICT	POP 2008	TAUX D'ACCROISSEMENT (%)			PROJECTION DE POPULATION			PROGRAMME DE LOGEMENTS (*)	
		2008/2015	2015/2025	2025/2040	2015	2025	2040	N° LOGTS	POP
56_21	567	3.2	1.5	1.5	707	820	1 026		
54_30	770	3.2	1.5	1.5	960	1 114	1 393		
54_31	1043	3.2	1.5	1.5	1 301	1 510	1 680		
54_32	986	3.2	1.5	1.5	1 229	1 426	1 588		
54_33	1163	3.2	1.5	1.5	1 449	1 682	1 872		
54_34	785	3.2	1.5	1.5	978	1 135	1 264		
54_35	1028	3.2	1.5	1.5	1 282	1 488	1 656	150	1 050
54_36	1231	3.2	1.5	1.5	1 535	1 781	1 982		
35_13	420	3.2	1.5	1.5	524	608	676		
<b>TOTAL</b>	<b>7 993</b>				<b>9 965</b>	<b>11 565</b>	<b>13 137</b>	<b>150</b>	<b>1 050</b>

(\*) Comme il s'agit d'un petit programme de logement. Nous avons jugé nécessaire de tenir compte de ce programme de 150lgt dans l'estimation de la population.

**Tableau I.4 :** Evolution de la consommation max journalière de la zone d'étude à différents horizons de calcul [DEP/SEAL., 2016]

N°: DISTRICT	DOTATION (L/j/hab)	CONSOMMATION DOMESTIQUE (m <sup>3</sup> /j)			CONSOMMATIONS DIFFS (20%) (m <sup>3</sup> /j)			CONSOMMATION MOY JOURNALIERE TOTALE (m <sup>3</sup> /j)			COEFF MAJ SAISONIERE	CONSOMMATION MAX JOURNALIERE (m <sup>3</sup> /j)		
		2015/2025 /2040	2015	2025	2040	2015	2025	2040	2015	2025		2040	2015	2025
56_21	150	106	123	154	21	25	31	127	148	185	20%	153	177	222
54_30	150	144	167	209	29	33	42	173	201	251	20%	207	241	301
54_31	150	195	226	252	39	45	50	234	272	302	20%	281	326	363
54_32	150	184	214	238	37	43	48	221	257	286	20%	265	308	343
54_33	150	217	252	281	43	50	56	261	303	337	20%	313	363	404
54_34	150	147	170	190	29	34	38	176	204	227	20%	211	245	273
54_35	150	192	381	406	38	76	81	231	457	487	20%	277	548	585
54_36	150	230	267	297	46	53	59	276	321	357	20%	331	385	428
35_13	150	79	91	101	16	18	20	94	109	122	20%	113	131	146
<b>TOTAL</b>		<b>1 495</b>	<b>1 892</b>	<b>2 128</b>	<b>299</b>	<b>378</b>	<b>426</b>	<b>1 794</b>	<b>2 271</b>	<b>2 554</b>		<b>2 152</b>	<b>2 725</b>	<b>3 064</b>

## I.6.6 les ressources :

Selon le bilan hydraulique qui va être détaillé dans le chapitre suivant. Le réservoir 1500 m<sup>3</sup> Sidi Boukhris prendra en charge uniquement l'alimentation du réseau de distribution d'Ouled Mendil avec un débit de pointe de l'ordre de 262 m<sup>3</sup>/h sans tenir compte des programmes de logements. Ces derniers seront alimentés depuis un autre étage : complexe domaine Abdi.

## **\*\*BILAN HYDRAULIQUE BESOINS-RESSOURCES :**

Le rapport entre le volume journalier produit par les forages et les besoins en eau de notre zone d'étude montre :

**Tableau I .5 :** Débit d'exploitation Des forages (2015)

<b>Forage</b>	<b>Débit (m<sup>3</sup>/h)</b>
FOM	50
F3 BIS Sidi Boukhris	45
F1 MERIOUSS	70
F4 BIS S.BOUKHRIS	25
TOTAL	190
TOTAL(m <sup>3</sup> /j)	4560

Les besoins en eau de notre zone d'étude estimés pour 2015 sont de l'ordre de 2690 m<sup>3</sup> /j, la production actuelle des forages donne un excédent de 1870 m<sup>3</sup> /j

A l'horizon 2040, les besoins en eau de notre zone passeront à 8809 m<sup>3</sup>/j, avec la production actuelle des forages, un déficit sera enregistré de l'ordre de 4249 m<sup>3</sup>/j ;

**Des solutions ont été définies pour renforcer et sécuriser les ressources actuelles, elles sont résumées comme suit :**

- ✓ Extension des forages de Sidi Boukhris et Birtouta (projet SEAAL)
- ✓ Renforcement par le nouveau complexe hydraulique Domaine Abdi.

### **I.6.6.1. Extension des forages de Sidi Boukhris et Birtouta :**

Un projet d'extension des forages de Sidi Boukhris et Birtouta est en cours de réalisation par SEAAL, ce projet inscrit dans le cadre de renforcement en AEP de l'étage de Sidi Boukhris.

**Tableau I.6 :** Débit d'exploitation des forages existants et futurs (après extension)

Forage	Débit (m <sup>3</sup> /h)
FOM	50
F3 BIS Sidi Boukhris	45
F1 MERIOUSS	70
F4 BIS S.BOUKHRIS	25
F1 BIS MERIOUSS	70
F5 BRT	45
F2 bis CHAIBIA	50
TOTAL (m <sup>3</sup> /h)	355
TOTAL (m <sup>3</sup> /j)	<b>8520</b>

L'extension des forages permettra d'avoir une production de 8520 m<sup>3</sup> /j, le déficit diminuera ainsi et sera de l'ordre de 289 m<sup>3</sup> /j.

Comme solution définitive et afin d'assurer une bonne alimentation des programmes de logements (1032+1602 lgts), ces derniers seront basculés sur le nouveau complexe Domaine Abdi dont les travaux sont en cours d'achèvement.

### **I.6.6.2. Renforcement par le nouveau complexe hydraulique Domaine Abdi :**

Un complexe hydraulique est réalisé par la DRE d'Alger, le projet consiste à alimenter les programmes de logement situé dans le secteur Sud Est d'Ouled Mendil via une nouvelle conduite DN400 PEHD qui a été posée à partir de la DN500/300 départ réservoir 2 x 5 000 m<sup>3</sup> .Domaine Abdi et la sécurisation de la station de pompage d'Ouled Mendil

**Figure I.11 :** AEP du programme de Logement depuis complexe domaine Abdi

[DEP/SEAAL Ouled Mendil]

## I.7.objectifs et méthodologie de l'étude :

Nous allons expliciter le déroulement de l'étude tout en rappelant dans un premier temps l'objectif de l'étude et les méthodes adoptées.

### I.7.1.Objectifs de l'étude :

L'objectif de l'étude est :

- Maitrise de la gestion de la ressource de la zone Ouled Mendil
- Sécuriser durablement h24 sur la zone en question
- Réduire les ENF (Eaux non facturés) sur la zone Ouled mendil

### I.7.2. la méthodologie utilisée :

- Plan de la zone a jour
- Compagne mesure pression et débit
- Analyser des données
- Faire un modèle Epanet (simulation)
- Dessin de projet (tache à réaliser)

#### I.7.2.a .Système d'Information Géographique (SIG) :

Un système d'information géographique ou SIG est un système d'information conçu pour recueillir, stocker, traiter, analyser, gérer et présenter tous les types de données spatiales et géographiques. (Cartographie, réseau,.....etc.)

#### I.7.2.b. BDLT (base de Données a Long Terme)

**BDLT (base de Données a Long Terme) :**



**Figure I.12 :** BDLT au service de l'exploitation. [TOUAZI, F. 2014]

Le Topkapi est conçu et paramétré pour la supervision en temps réel des installations les plus critiques, notamment à travers la génération d'alarmes.

BDLT en revanche convient plus au suivi dans le temps, à l'analyse et au diagnostic à postériori. Ces deux outils sont donc complémentaires. Par conséquent :

\*Il est difficile de paramétrer BDLT pour le temps réel ou pour la génération d'alarmes.

\* est utile d'associer aux données la source la plus adéquate pour la consultation ou l'analyse afin de faciliter et rendre plus efficace le travail des utilisateurs.

\* est plus intéressant d'utiliser BDLT quand cet outil apporte une valeur ajoutée : somme chronologique des valeurs des capteurs, bilans conçus sur mesure, consultation d'historique. L'organisation des données dans l'arborescence des sites et capteurs pourraient s'aligner sur le découpage des systèmes et sous-systèmes du réseau AEP.

Livrable de l'assistance technique sur la « décomposition du système AEP en Marcozone »). L'avantage de cette organisation est de mettre en cohérence les sites de production et les systèmes d'adduction et de distribution.

### **Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons décrit d'une manière générale un réseau d'alimentation en eau potable.

Nous avons défini les données nécessaires concernant notre région du point de vue topographie, climatologique ainsi que la situation hydraulique actuelle.

Ces données nous serviront pour entamer notre étude du projet.

## Introduction :

Depuis longtemps le rendement et l'Indice Linéaire des Pertes sont les outils principale de la mesure de la performance du réseau d'eau, en effet la maîtrise de cette ressource en eau est un enjeu major, tant sur le plan qualitatif et quantitatif.

Ce chapitre consiste donc en premier lieu, à traiter les différents types des pertes, leurs composante principale (perte physique et perte commerciale), et traitera par la suite la sectorisation des réseaux avec la proposition de méthode allant de la conception jusqu'aux multiples utilisations de cet outil qui occupe une place centrale dans la maîtrise des pertes.

Enfin, nous allons d'écrire les différentes défaillances susceptible qui se manifestent dans un réseau d'Alimentation en Eau Potable, leurs causes et leurs effets.

## I. Organigramme de répartition des eaux mis en distribution :

**TABLEAU II.1** : Bilan hydraulique d'un service AEP [BENABBOU,DJ. 2015]

Volume Mis En réseau	Usages Autorisés	Usages autorisés et facturés	Consommations facturées mesurées	Vente en gros	Eaux facturées	
				Clients domestique e industriel s commerci aux		
			Consommations facturées non mesurées			
	Eaux de services					
	Pertes	Pertes Commerciales	Pertes Commerciales	Consommations non mesurées non facturées (QP/HP)		Eaux non facturées
				Erreurs de données de facturations		
Fraudes (piquages illicites diffusés)						
Compteurs bloqués, mal calibrés						
Sous comptage						
	Perte physique		Fuites sur réseau primaire (abductrices)			

			Fuites trop pleins de réseau	
			Fuites réseau de distribution	Visible
				Invisible

## II. Problématique des pertes d'eau potable sur les réseaux de distribution :

### II.1. Les eaux non facturées (ENF) :

Les volumes non facturés (**figure II.1**) sont calculés comme la différence entre les volumes mise en distribution dans le réseau pendant une période donnée et les volumes consommés et facturés aux consommateurs pendant la même période. (Les formules (II.1 et II.2)). [Document technique.suez-environnement.2003]

$$E.NF = \text{Volume introduit} - (\text{Volume facturé} - \text{Volume exporté})$$

(II.1)

Ou, ce qui revient au même :

$$E.N.F = \text{Volume mis en distribution} - \text{Volume facturé}$$

(II.2)

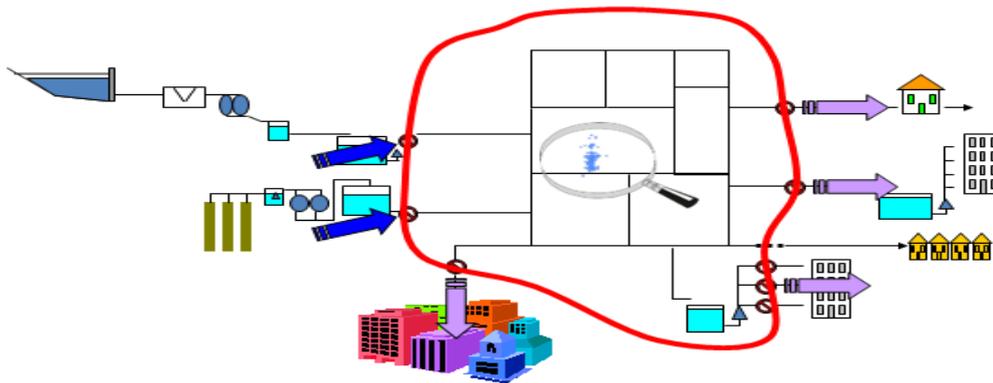


Figure II.1 : Les eaux non facturées [BENABBOU, DJ. 2015]

## **II.2.Les eaux non comptabilisées(ENC) :**

Les Eaux Non Comptabilisées concernent les volumes qui sont mis en distribution mais qui ne sont pas comptabilisés.

## **II.3.Les pertes physiques :**

Ils représentent la majorité des eaux non facturés, elle est définie comme étant la somme des fuites concernant le réseau de distribution, et les défaillances des canalisations et des branchements.

## **II.4.Les pertes commerciales :**

Ils résultent les plus souvent des fraudes de diverse nature notant évidemment les branchements clandestins (non enregistré), et des pertes sur les comptages dus principalement au vieillissement ou calibrage des compteurs, inadéquation ou absence d'un compteur, compteurs non lus, et erreurs de relève.

## **II.5.Collecte des données :**

La collecte des données est le processus de collecte et de mesure des informations sur les variables ciblées dans un système établi, qui permet ensuite de répondre aux questions pertinentes et d'évaluer les résultats.

## **II.6.Diagnostic du réseau :**

L'objectif du diagnostic est de réaliser une étude complète permettant de faire le bilan du système actuel (production et distribution) puis de donner les clés à la collectivité pour l'amélioration du service, à court, moyen et long termes.

### **II.6.1.La démarche :**

L'ensemble des actions réalisées par une équipe durant un projet ayant pour objectif de répondre aux besoins exprimés par un client.

### **II.6.2.Les objectifs :**

Précis, les actions à entreprendre et les ressources à utiliser pour les atteindre.

### **II.6.3.Enquête et préparatifs du diagnostic :**

C'est de l'estime des anomalies de réseau qui fonctionnent pas

#### **II.6.3.1.Les plans de travail :**

Plan d'action tableau pour tout l'étage c'est une planification des actions

#### **II.6.3.2.Les points de mesures hydrauliques :**

Les mesures hydrauliques étudient les statiques des fluides en analysant des grandeurs hydrauliques. On distingue plusieurs types d'appareils conçus pour avoir des mesures hydrauliques précises et fiables : compteurs d'eau, manomètres, jauge de pression hydraulique, etc.

### **II.6.3.2.1. Le macro-comptage :**

Toutes appareils et ou organes destinés a mesurer la quantité (flux) de fluide, ils sont installé soit pour mesure quantité d'eau entrée sortie ouvrage et /ou entrée sortie des secteurs et chez l'abonné afin de maitriser les flux, On distingue :

- débitmètre : mesure la vitesse de fluide dans le réseau (débit de fluide)
- les compteurs: mesure la quantité d'eau dans le réseau (l'index de volume journalier)

### **II.6.3.2.2. La pression:**

Un point de mesure sur le réseau et/ou hauteur remplissage ouvrage de stockage, et au niveau des stations de pompage (aspiration / refoulement)

## **II.7. Sectorisation :**

### **II.7.1. Définition de sectorisation :**

La sectorisation d'un réseau d'eau potable est un outil indispensable d'aide à la décision, d'une part, pour maîtriser la production et la distribution et, d'autre part, pour améliorer les performances de ce réseau : une nécessité technique, économique mais aussi réglementaire. Construction des secteurs, choix des appareils de mesure, traitement des données.

La sectorisation d'un réseau consiste à le décomposer en un ou plusieurs sous réseaux pour lesquels les volumes mis en distribution sont mesurés en permanence ou de façon temporaire. Un réseau de distribution peut être divisé en plusieurs niveaux de sectorisation en fonction de sa taille. Les fonctions de chaque niveau sont les suivantes :

- 1er niveau : suivi annuel des volumes mis en distribution et des incidents sur réseau, indicateurs techniques calculés à ce niveau ;
- 2ème niveau : quantification des résultats d'une campagne de recherche de fuites, suivi permanent des volumes mis en distribution et débits nocturnes (lorsque pertinents) à l'aide de la télégestion, mise en évidence de l'apparition de nouvelles fuites ;
- 3ème niveau : aide à la pré-localisation des fuites par manœuvre des vannes et observation de la variation du débit.

### **II.7.2. Les vannes :**

Une fois le secteur finalisé, il conviendra de s'assurer par des tests que toutes les vannes de sectionnement sont bien fermées et étanches. Des vannes qui ne seraient pas étanches ou laisseraient passer de l'eau compromettraient les mesures car un volume d'eau indéterminé s'échapperait du réseau.

### **II.7.3. Les étapes de sectorisation**

La sectorisation constitue non seulement un outil de diagnostic l'état et du fonctionnement d'un réseau à un instant donné, mais surtout un outil de gestion du patrimoine au quotidien. Elle consiste à subdiviser un réseau en secteurs cohérents de comportement homogène pour permettre une analyse critique du fonctionnement par l'identification d'anomalies locales.

La sectorisation se résume en trois étapes distinctes :

#### **1. la conception :**

Elle constitue l'étape de base et celle qui prend la majorité du temps dans le processus de sectorisation d'un réseau.

##### **- Préparation sur plan :**

C'est une phase importante qui a pour objectif de connaître la structure et le fonctionnement du réseau, de collecter auprès des services compétents les éléments techniques concernant le réseau et de procéder par la suite au pré découpage du réseau en zones, secteurs puis steps.

##### **- Préparation de terrain :**

Elle consiste la vérification des vannes identifier dans l'étape précédente soit :

Vérification l'accessibilité au vannes

Vérification d'étanchéité des vannes de frontière

#### **2. la mise en place des appareils de mesure :**

##### **Mesure Flux :**

- **Compteur mécanique :** Il s'agit principalement de compteur de vitesse à hélice axiale.
- **Débitmètre électromagnétique (DEM):** Il s'agit d'un débitmètre équipé d'un capteur électronique intégré, qui génère un champ magnétique dans le fluide, perpendiculairement au sens d'écoulement..
- **Débitmètre à ultrasons (DUS) :** Il s'agit d'un débitmètre équipé de deux capteurs ultrasoniques externes placés sur la conduite. Le principe de base étant que la vitesse de propagation d'un signal ultrasonique dans un liquide dépend de la vitesse d'écoulement de ce dernier.
- **Canne à insertion (CI)**
  - **Data Logger**

Sont des instruments électroniques qui enregistrent des données provenant de divers appareils de mesures soit :

- Equipements mesure pression
- Equipements mesure débit
- Equipements mesure sonore (bruit)
- Equipements mesure qualité

### 3. l'acquisition des données et l'analyse

L'exploitation d'une sectorisation s'appuie sur :

- Des données de comptage, notamment issues de nouveaux équipements mis en place ;
- D'autres données du fonctionnement du réseau indispensables pour valider les observations, analyser et interpréter les phénomènes observés. Pour ce dernier point, on retiendra les éléments du type :
  - Fonctionnement des pompes ;
  - Marnage des réservoirs ;
  - Synchronisation des horloges ; etc....

Ceci nécessite des validations passant par :

- La vérification des caractéristiques des pompes par tarage ;
- La vérification des volumes des réservoirs (cubatures) et des positions des sondes de mesure ; etc....

S'agissant des données issues de comptage, la connaissance du dispositif en place est nécessaire (âge des compteurs, types des compteurs) pour évaluer l'ordre de grandeur des erreurs de mesure.

La phase acquisition et interprétation des données impliquera obligatoirement l'exploitant.

## II.8. Les analyses des données :

Les données sont analysées soit par un technicien exploitation sur la BDLT ou sur «AQUADVANCED» qui est un logiciel d'analyse approprié pour surveiller et évaluer à temps réel les indicateurs de performance réseau par le biais des débits de nuit et optimiser les interventions de la recherche de fuite par rapport aux débits de référence.

### II. 8.1. Indice linéaire de pertes en réseau (ILP) :

L'indice linéaire de pertes en réseau est égal au volume perdu dans les réseaux par jour et par kilomètre de réseau (hors linéaires de branchements). Cette perte est calculée par le rapport entre le volume mis en distribution et la longueur du réseau hors branchement. Il est exprimé en m<sup>3</sup>/km/jour.

$$ILP = V.P.D / L.R \quad (m^3/J/Km)$$

- V.D.P = volume des pertes en distribution en m<sup>3</sup>

- L.R = Longueur du réseau hors branchements

Cet indice est utilisé comme indicateur servant pour déterminer les zones les plus fuyardes dans un réseau, il donne aussi l'état physique d'un réseau

Indice linéaire de pertes	<b>1 à 3</b>	<b>3 à 7</b>	<b>7 à 12</b>
Catégorie de réseau	Rural	Semi-rural	Urbain

### II.8.2 Rendement du réseau :

Le rendement est un indicateur qui permet d'apprécier la qualité d'un réseau . il représente le rapport entre la quantité d'eau utilisée et la quantité d'eau introduire dans le réseau. Il est exprimé en pourcentage.

$$\text{Rendement net} = \text{V. consommés} / \text{V. distribués} \times 100$$

### Rendement technique :

(C'est le rendement net ou technique il tient compte de la totalité de l'eau utilisé avec celle introduite dans le réseau).

Classement des réseaux			
Rendement technique %	<b>85 à 90 %</b>	<b>80 à 85 %</b>	<b>75 à 80 %</b>
Catégorie de réseau	<b>Rural</b>	<b>Semi-rural</b>	<b>Urbain</b>

$$\text{Rendement primaire} = \text{V consommés comptabilisé} / \text{V consommé mis en distribution} \times$$

- C'est le rendement le plus simple à calculer, son évolution importe plus que sa valeur absolue

### Calcul du rendement :

Le calcul et l'interprétation de cet indicateur nécessitent quelques précautions :

- 1°) Tous les volumes utiles à l'établissement du rendement doivent couvrir une même période correspondant à la durée entre 2 relèves de compteur.

2°) Influence des gros consommateurs dont l'importance peut gonfler artificiellement la valeur du rendement (voir annexe).

3°) Difficulté à estimer certains volumes non comptabilisés ( protection incendie, lavage des rues, arrosage espaces verts .

La valeur du rendement bien qu'intéressante n'est donc pas suffisante pour apprécier avec justesse l'état du réseau.

## **II.9. Les cause des pertes :**

Dans un réseau, on distingue deux types de pertes et leurs causes sont diverses:

### **•Les pertes techniques :**

Elles sont dues :

- Au débordement des réservoirs dues soit mauvais fonctionnement du flotteur ou de la vanne de vidange.
- Pendant le rinçage des conduites

### **•Les pertes commerciales :**

Ce sont les eaux consommées mais non comptabilisées. On citera:

- La consommation des organismes publics
- La défectuosité ou l'insensibilité des compteurs.
- Absence de compteurs chez les abonnés
- Pertes par branchements illicites.

## **II.10 .Les causes des fuites :**

Les fuites proviennent essentiellement d'une mauvaise étanchéité des canalisations et de leurs accessoires. Les facteurs de risques sont multiples, Parmi les principales causes de fuites, on retiendra :

- ✓ les conditions de pose : choix des matériaux, techniques de raccordement, soin apporté à la réalisation des travaux,
- ✓ La nature du terrain : remballai, acidité stabilité des sols
- ✓ La qualité de l'eau : agressivité naturelle
- ✓ Les conditions hydrauliques : pression excessive, variation de pression, coup de bélier, air dans les conduites,
- ✓ L'Age de conduites
- ✓ L'environnement du réseau : circulation automobile, chantier, courants vagabonds,.....
- ✓ La densité de l'accessoire de robinetterie, de fontainerie et de branchement.

## **II.11. Conséquences et impacts des fuites :**

- Risque de dégradation de la qualité de l'eau suite à l'introduction d'eau polluée.
- Détérioration de la chaussée
- Perturbation réseau AEP de la zone
- Dégradation du réseau.

**Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons décrit les différents problèmes pouvant survenir dans un réseau d'Alimentation en Eau Potable.

Son contenu a permis de définir et d'expliquer ce qu'est une perte, son application dans un réseau de distribution ainsi que ses causes et ses effets. Une fois ces pertes sont évaluées il est primordiale d'œuvrer dans le but de préserver cette ressource et garantir une bonne continuité de service dans le cadre d'un développement durable.

**Introduction :**

La lutte contre les pertes d'eau potable dans les réseaux de distribution est un enjeu considérable sur les territoires qui connaissent des problèmes de ressources. La maîtrise de ses pertes implique donc , de la part des distributeurs d'eau la décision de lancer un programme de recherche de fuites et de gestion de pression au court terme mais aussi un combat à long terme de renouvellement et d'entretien de réseau .

A partir de ce point, ce chapitre consiste à traiter les composantes principales des pertes (pertes physique et commerciales) et les actions stratégique pour la réduction de ses pertes.

**III.1. Réduction des pertes physique :**

Il s'agit des pertes de ressource et d'argent.

**III.1.1. Actions de lutte contre les fuites :**

Plusieurs familles d'interventions peuvent être mobilisées pour réduire les fuites, elles agissent différents facteurs qui influencent le volume de fuite. Ainsi, leurs domaines d'application et leur efficacité dépendent du contexte du réseau et de la nature des fuites.

**III.1.1.1. Leviers d'actions :**

Plusieurs types d'actions sont possibles pour lutter contre les fuites, toutes ont leur intérêt et leur efficacité respective dépend de la configuration du secteur et du type et de l'ampleur de ses fuites. Quatre leviers principaux de réduction des fuites peuvent être distingués :

**III.1.1.1.1. La recherche active des fuites :**

La recherche de fuites est conditionnée par les objectifs de récupérer les volumes perdus qui sont liés aux fuites invisibles mais aussi d'améliorer le rendement du réseau et orienter les renouvellements de celui-ci pour les tronçons vétustes et vulnérables.

**III.1.1.1.2. La gestion de la pression :**

il ne s'agit plus là de réduire la durée des fuites mais leur débit, en réduisant la pression lorsque cela est possible ou en la modulant pour corriger les variations de pertes de charges liées aux variations de la demande. Le contrôle de la pression permet également limiter la fréquence d'apparition des fuites.

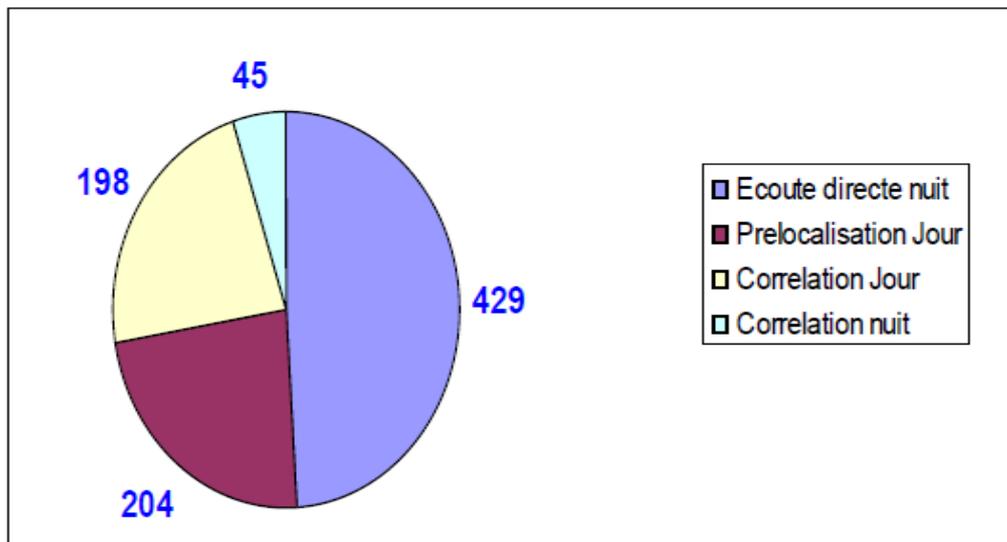
**III.1.1.1.3. La rapidité et qualité des réparations :** Ce type d'action concerne les fuites visibles ou localisées, il s'agit de limiter au maximum le temps d'écoulement de la fuite dès lors qu'elle est localisée, la réalisation pratique de l'intervention fixe une limite à la possibilité de réduction de cette durée.

### III.1.1.1.4. Renouvellement des conduites :

La gestion patrimoniale des installations est de la responsabilité de la collectivité .Elle garantit la conservation du patrimoine et limite ainsi les risques de défaillances et les pertes d'eau qui y sont liées.

### III.1.1.2. Recherche active des fuites :

Un panel de techniques variées est utilisé pour pré-localiser puis localiser les fuites.



**Figure III.1** : Répartition des méthodes utilisées dans la recherche des fuites

(Manuel Métier Réseaux 2007).

**III.1.1.2.1. Techniques de pré-localisation des fuites :** permet de définir un secteur de recherche plus petit.

#### ➤ Pré- localisateurs acoustiques :

**Objectif :** pré-localiser les fuites grâce à un maillage acoustique du réseau

Les pré-localisateurs acoustiques (aussi appelés oreilles) permettent d'enregistrer les bruits sur les conduites sur une distance de 50 à 200 mètres en fonction des matériaux de la conduite. Les enregistreurs doivent écouter pendant au moins deux nuits afin de pouvoir détecter des fuites. L'enregistreur remonte les caractéristiques de bruit comme son amplitude ou sa largeur. Ainsi, l'étude de ces grandeurs permet de distinguer les bruits aléatoires correspondant à la consommation et les bruits continus correspondant à une fuite. La pré-localisation acoustique peut être utilisée en complément de la sectorisation afin d'être plus efficace.



**Figure III.2 :** Principe de la pré-localisation

(GIRONDE S. version juin 2004).

### ➤ **Pré-localisation par quantification nocturne :**

**Objectif :** Mettre en évidence des zones fuyardes

Il s'agit de pousser plus loin de façon ponctuelle la sectorisation du réseau pendant la période nocturne, lorsque l'essentiel du débit transitant dans le réseau correspond à des fuites (en général entre 2 h et 5 h). Cette technique, très efficace, permet de quantifier des fuites à partir de 0,5 m<sup>3</sup> /h. Elle consiste à diviser le secteur en plusieurs sous-secteurs de façon séquentielle 1. Le secteur doit être judicieusement choisi, les vannes localisées et fonctionnelles et les appareils de mesure en état de marche.

**III.1.1.2.2. Techniques de localisation des fuites :** sera plus facile et plus rapide à réaliser

**Objectif :** localiser précisément une fuite

Les techniques les plus utilisées pour localiser les fuites sont les techniques acoustiques. Il s'agit de repérer l'emplacement de la fuite à l'aide du bruit généré par l'écoulement. Ces techniques, très efficaces pour les conduites métalliques donnent de moins bon résultats pour les conduites plastiques. D'autres techniques telles que les gaz traceurs existent, leurs domaines d'application restent aujourd'hui assez limités.

**Corrélateurs acoustiques :**

**Objectifs :** détecter et localiser les fuites avec précision.

Deux capteurs sont installés de part et d'autre de la conduite, généralement sur des vannes. Les signaux obtenus par chaque capteur sont ensuite corrélés afin de connaître l'emplacement de la fuite.

➤ **Mode d'utilisation :**

L'utilisation du corrélateur nécessite une bonne connaissance du réseau, des plans mis à jour mentionnant les différents diamètres et matériaux des conduites. L'intervention doit être effectuée par deux opérateurs minimum.

- Chercher deux points d'accès sur la conduite (vannes...).
- Mesurer à l'aide d'un odomètre la distance qui sépare les deux capteurs.
- Vérifier sur les plans le diamètre et le type de matériau de la conduite
- Entrer les données nécessaires à la corrélation (diamètre et type de matériau de la conduite, distance entre les deux capteurs).
- Lancer le calcul de la corrélation.

Lorsque le corrélateur détecte un bruit, qui se matérialise sur l'écran de l'unité centrale par un diagramme faisant apparaître un pic net ainsi que sa distance par rapport aux 2 capteurs, il reste à déterminer si on est en présence d'une fuite ou d'un tirage, l'appareil ne faisant pas la différence. Pour cela, il faut répéter le calcul de la corrélation à plusieurs reprises. Si la position du pic change, il s'agit d'un tirage.

- Lire sur l'écran la distance de la crête par rapport à un des deux capteurs
- Avec l'odomètre mesurer la distance donnée par rapport à un capteur le sol.
- Faire un point à la peinture.
- Parfois les paramètres rentrés peuvent être erronés, telles que distances entre capteurs, diamètres de conduites et matériaux, ceci entraîne des erreurs sur la position réelle de la fuite. Pour la confirmer, il faut utiliser le microphone de sol.
- Marquer le point de fuite pour les équipes de réparations et remplir la fiche de fuite.



**Figure III.3 :** Marquage du point de fuite. [ BENARINA.OU.2013]

Il peut arriver que le corrélateur une position de fuite près d'un capteur, celle-ci peut s'avérer en dehors du tronçon concerné. Pour s'assurer de sa position exacte, il faut :

- Changer la position d'un capteur pour élargir le tronçon,
- Procéder comme précédemment jusqu'à la localisation finale.



Figure III.4 : la technique de corrélation moderne. [BENARINA, OU. 2013]



Figure III. 5 : Des corrélateurs (transmetteur et l'émetteur). [ BENARINA,OU.2013]



Figure III.6 : schéma décrivant l'ancienne méthode de corrélation.

[BENARINA, OU.2013]

### ➤ Recherche par gaz traceur :

Un gaz est injecté en un point de la conduite, la fuite est ensuite détectée par mesure de la concentration du gaz grâce à une sonde. Les gaz qui sont le plus couramment utilisés sont l'hélium et l'hydrogène (mêlé à de l'azote).



Figure III. 7: Appareil de détection de fuites par gaz traceur. [EDDY, R. 2014]

### III.1.1.3. La gestion de la pression :

La gestion de la pression peut être définie comme la « pratique de gérer les pressions du système de distribution à un niveau de service optimal tout en garantissant un service efficace et suffisant pour le client.

#### III.1.1.3.1 .La réduction de la pression :

La réduction de la pression constitue l'une des solutions pour un bon fonctionnement du réseau de distribution. En effet, la diminution de cette dernière aura pour conséquences : la diminution de débit de fuites ainsi qu'à l'augmentation de la durée de vie des conduites.

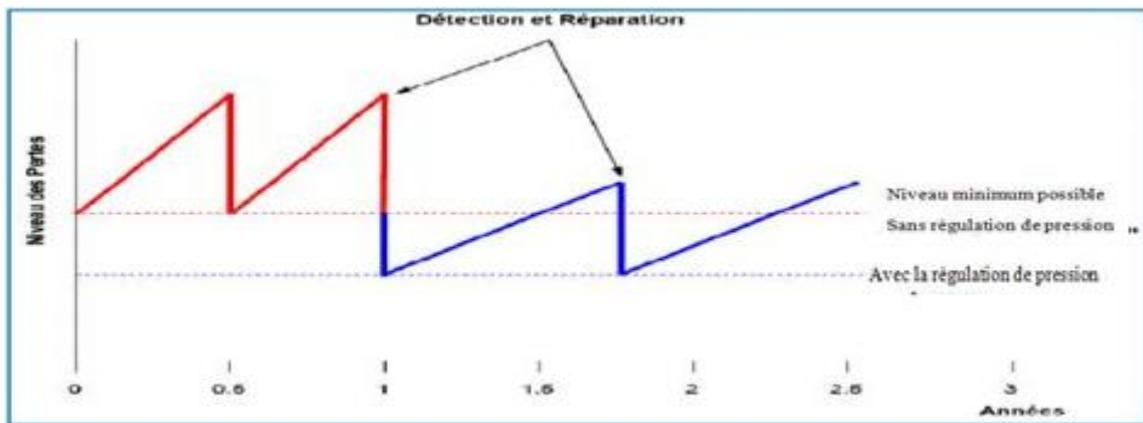
#### III.1.1.3.2. La régulation et la modulation de pression :

La modulation de pression à la demande permet de maintenir à tout moment la pression à un niveau aussi bas et constant que possible à la valeur minimale nécessaire et suffisante à la satisfaction des besoins des consommateurs.

En d'autres termes, la modulation de pression

Consiste à installer à l'entrée d'un secteur une vanne de réduction de pression asservie à un modèle de consommation : L'objectif étant de fournir au consommateur à tout moment de la journée la pression minimale compatible avec une bonne qualité de service. Au préalable, les secteurs où sa mise en œuvre se justifie auront été déterminé (campagnes de mesure, sectorisation, définition des points critiques, étude des profils de consommation, historique des casses...).

Pour résumer, il s'agit de réduire au maximum les pressions d'entrée d'un système tout en maintenant des pressions de service satisfaisantes aux points critiques de distribution.



**Figure III. 8 :** Bénéfices de la réduction de pression

[Document technique. SEAAL.2010].

### III.1.1.3.3. Les étapes d'un projet de la modulation de pression :

#### III.1.1.3.3.1. Etude de faisabilité:

L'étude de faisabilité d'un projet de modulation de pression se base essentiellement sur l'étude hydraulique du réseau et la définition d'une sectorisation adaptée à la modulation.

#### **\*\*Différentes étapes de l'étude hydraulique :**

##### **Etape1 : Campagne de mesure de débits et de pressions :**

Une campagne de mesure / enregistrement simultanée des pressions et débit en entrée de la zone à moduler et de la pression aux points stratégiques de ce réseau doit être réalisée. Les vannes de frontière principales de l'étage prévu devront être fermées.

Si pendant la campagne de mesure, des enregistrements peuvent être effectués pendant une période de forte consommation (le weekend par exemple), cela renseignera aussi sur le comportement du réseau en conditions « extrêmes ».

Les mesures de pression doivent être réalisées aux points importants du réseau principal de l'étage prévu :

- ✓ Entrées d'alimentation de la zone de modulation,
- ✓ Raccordements importants (interconnexion de canalisations),
- ✓ Points susceptibles d'être critiques (points les plus élevés, points les plus distants des entrées),
- ✓ Point de pression moyenne.

Les gros consommateurs (>100 000 m<sup>3</sup>/an), jouent un rôle prépondérant dans les campagnes de mesure, en effet la mise en place d'enregistreurs de pression spécifiques doivent être installés près de leurs branchement afin de détecter des éventuelles perturbations qui pourront créer des coups de bélier.

En résumé ; l'intérêt principal de ces campagnes de mesure est de connaître de façon précise les pressions d'entrée nécessaire à la satisfaction de l'abonné.

➤ **Etape2 : Identification du point critique :**

Le point critique peut être différent selon l'heure de la journée :

- ✓ la nuit, c'est le point situé à la côte la plus élevée ;
- ✓ en période de pointe, ça peut être le point le plus éloigné des entrées du système ou un point installé dans une zone mal alimentée ou défavorisée.

Par exemple, une canalisation défavorisée peut être une canalisation de petit diamètre ayant une forte densité de population ou encore sur une extension de réseau de petit diamètre en campagne.

➤ **Etape3 : Identification du point moyen :**

L'identification du point moyen n'est pas indispensable à proprement dit pour la mise en œuvre de la modulation de pression. Toutefois, c'est par son calcul qu'une analyse économique de la modulation de pression peut être réalisée. Il est donc fortement conseillé d'en avoir connaissance.

Le point moyen doit être un point représentatif du réseau où la dénivelée est pondérée par la densité de population (exemple : point de côte moyenne ou de côte plus ou moins haute mais présentant une forte densité de population).

➤ **Etape 4 : Détection des anomalies éventuelles :**

Les anomalies de fonctionnement du réseau peuvent être :

- ✓ des pertes de charges excessives.
- ✓ Des coups de bélier.
- ✓ Des mauvaises communications hydrauliques

➤ **Etape 5 : Dessin de la frontière :**

Le dessin de cette frontière est le résultat d'un compromis entre les deux impératifs suivants :

- ✓ baisser significativement la côte du point critique ;
- ✓ Ne pas trop réduire l'étendue de la zone à alimenter à pression régulée.

➤ **Etape 6: Emplacement et dimensionnement des vannes de modulation :**

Les vannes de modulation sont généralement installées sur les canalisations de distribution importantes, le plus près possible de leur raccordement aux conduites stratégiques de transport

Leur dimensionnement doit permettre de respecter les obligations du service au point critique pour la période de pointe des jours.

#### **III.1.1.4. La rapidité et qualité des réparations :**

**a. Rapidité des réparations :** L'effet du temps sur les fuites peut générer des pertes considérables et doit être pris en considération.

**b. Qualité des réparations :** La qualité des réparations joue un rôle très important dans la lutte contre les fuites dans le réseau de distribution, car une réparation de la fuite menée de façon inefficace va conduire à la réapparition de cette fuite.

#### **III.1.1.5. Renouvellement des conduites :**

Le vieillissement d'une canalisation d'eau potable et sa dégradation progressive se manifestent au fil du temps par une diminution des performances hydrauliques du réseau, mais également par des ruptures les pertes et les casses qui augmentent et qui entraînent différents types de dommages influençant aussi la qualité de l'eau dans la présente étude, nous abordons le vieillissement des conduites. Le mauvais fonctionnement hydraulique du réseau, se traduit par :

- Une augmentation du DMN accompagné par une augmentation des pertes
- une chute de pression, lorsque la section utile de la canalisation diminue à cause de l'entartrage ou de protubérances dues à la corrosion, (augmentation du niveau d'obstruction)
- des fuites diffuses, diminuant le rendement du réseau, Ces différentes détériorations engendrent des pertes d'eau (et par conséquent une augmentation de la production), un accroissement des dépenses d'énergie lié à l'augmentation des temps de pompage, et des interventions directes sur le réseau. Divers dommages sont également engendrés, telle la mauvaise qualité de l'eau, les fuites diffuses qui déstabilisent la conduite en érodant le lit de pose, les ruptures qui provoquent des inondations, des coupures du trafic sur les chaussées, des coupures d'eau, des dommages chez les particuliers et des plaintes des abonnés. Une décision de renouvellement doit donc combiner à la fois une analyse technique des défaillances et une analyse économique rationnelle des choix possibles. Les politiques de renouvellement varient selon la hiérarchie donnée à des critères spéciaux. Et suit un plan basé sur ces derniers. Les principaux paramètres à enquêter pour cibler les conduites et branchement à renouveler sont les suivants :
- le DMN : débit minimum de nuit augmente d'une façon remarquable dans le cas de la présence de fuites diffuse (pas de grands consommateurs)
- les pertes : quand les pertes dépassent 1.7l/km dans le milieu urbain cette conduite nécessite une réparation ou un renouvellement
- l'âge de la canalisation : les canalisations sont renouvelées quand elles dépassent un certain âge (50ans). Cet âge « seuil » est fonction de plusieurs paramètres tels que les matériaux, la nature du terrain,

-la nature de la canalisation : les conduites en fonte grise sont les plus anciens il présente un risque de dégradation de la qualité de l'eau aussi de rupture et de casse.

-les fuites : les zones fuyardes et les conduites contenant beaucoup de fuites nécessitent un renouvellement

– la fréquence des fuites ou des ruptures : la fréquence des fuites ou des ruptures observées sur chaque canalisation peut être retenue comme règle discriminante. Cette fréquence s'exprime le plus souvent en nombre de fuite par an on parle de taux de réapparition de fuite et par unité de longueur et dans ce cas on parle de ILP : indice linéaire de perte;

– la durée de vie économique : elle intègre différents éléments tels que le coût annuel de réparation, le coût du renouvellement, la capacité du système et son adéquation aux besoins, la qualité de l'eau distribuée, les risques pour la sécurité des biens et des personnes, la réaction des usagers face.

### III.2. Réduction des pertes commerciales :

Les actions sur les pertes commerciales peuvent être de deux types :

- **améliorer la qualité du comptage pour les gros consommateurs et les abonnés** ; pour cela, il est nécessaire de surveiller le parc des compteurs des abonnés (type, marque, modèle, année de pose) et de leurs conditions de pose, en parti - culier les compteurs des gros consommateurs. Les actions de contrôle et de remplacement seront ensuite décidées ;
- **réduire les usages illicites en généralisant la mise en place de branchements de chantier**, par exemple, soit en organisant des campagnes de détection des branchements illicites ou en identifiant les abonnés dont les consommations sont anormales ou nulles. La sensibilisation des releveurs de compteurs est également très importante. Ces actions sont longues à mettre en œuvre.

#### **Conclusion :**

La connaissance des actions de lutte contre les fuites telles que la recherche active des fuites, la gestion de pression d'eau, nous permettra de réhabiliter des canalisations d'eau potable avec une qualité et la rapidité de traitement. Ce qui réduira par conséquent, les pertes physiques, commerciales et les pertes de comptage.

**Introduction :**

Le système de distribution a pour objectif la fourniture d'eau en quantité et qualité satisfaisantes, à des conditions spécifiques, sans nuisance pour le système et pour l'environnement. En outre,

L'accomplissement de la mission doit garantir la non-nuisance aux biens et aux personnes. Les réseaux de distribution d'eau potable ayant une durée de vie limitée, leur vieillissement se traduit invariablement par une nette augmentation des défaillances, ce qui engendre d'importants surcoûts couplés au risque d'avoir à renouveler en urgence des canalisations dont l'état de dégradation est avancé. À cet effet, plusieurs techniques ont été utilisées afin de mieux comprendre et de prévoir ce processus de dégradation.

Cette étude a pour but d'assurer une alimentation en eau potable en H24 de l'étage de Sidi Boukhris, actuellement la localité d'Ouled Mendil connaît des perturbations considérables en matière d'alimentation en eau à cause de l'état très dégradé du réseau de distribution, en plus de cet état critique de la situation, un important programme de logements est en cours de réalisation d'où la nécessité d'une nouvelle restructuration de la zone d'étude.

Dans le cadre de l'amélioration de l'alimentation en eau potable de la commune de Douera, la Direction de distribution nous a sollicité afin d'établir une liste des travaux de renouvellement du réseau de distribution de l'étage de SIDI BOUKHRIS (Localité d'Ouled Mendil).

**IV .1 .Situation actuelle du système d'eau potable :**

Actuellement, la localité d'Ouled Mendil est alimentée principalement par les eaux de forage :

- ❖ Deux forages Sidi Boukhris ;
- ❖ Un forage de Merious ;
- ❖ Le surpresseur F5 Birtouta (depuis la 42'').

Les forages refoulent les eaux vers une bache de reprise d'une capacité de 300 m<sup>3</sup> ensuite la station de pompage Ouled Mendil refoule vers le réservoir au sol 1500 m<sup>3</sup> de Sidi Boukhriss (CTP= 206 mNGA) voir la figure ci-dessous.

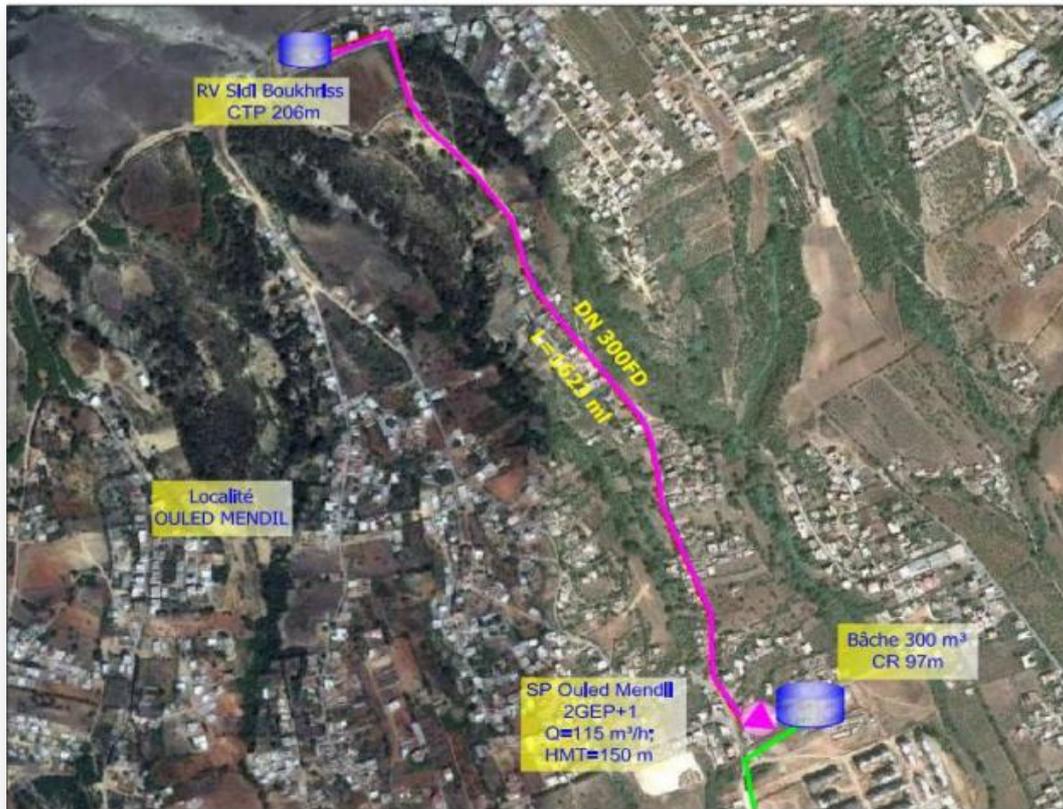
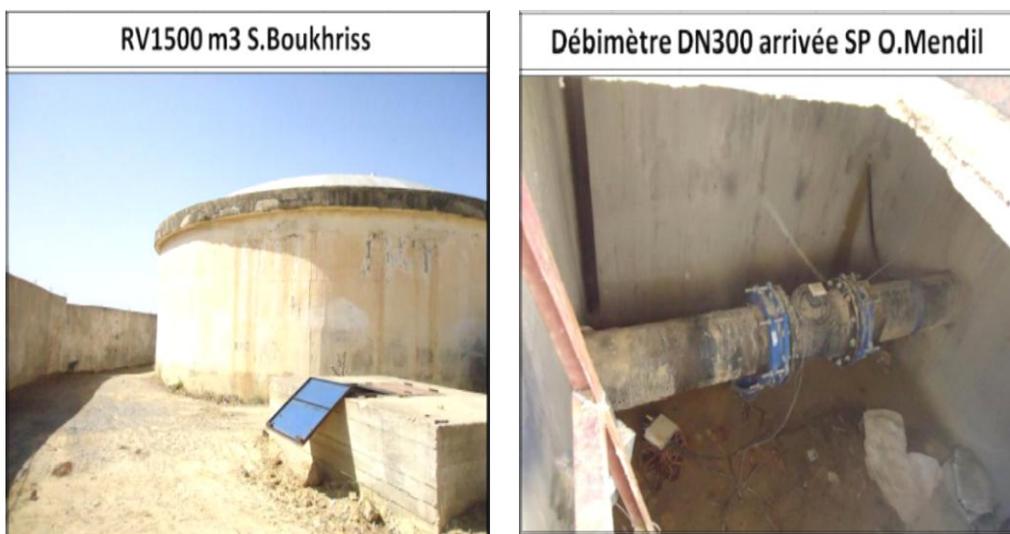
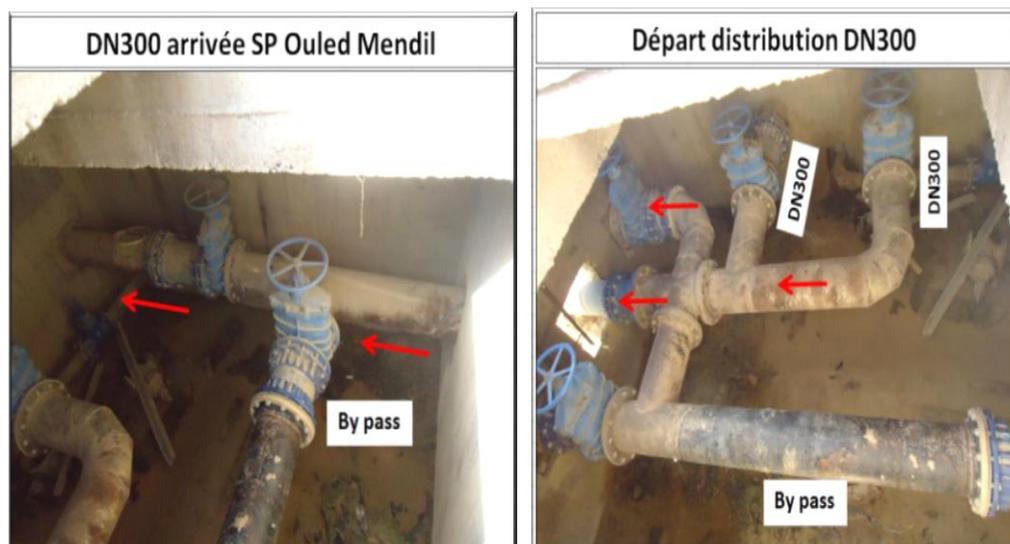


Figure IV.1 : plan de situation de la SP Ouled Mendil et du RV1500 Sidi Boukhriss

[Document. SEAAL., 2016]





**Figure IV .2 :** Réservoir 1500 m<sup>3</sup> Sidi Boukhris [DEP/SEAAL Ouled Mendil]

La station de pompage d'Ouled Mendil fonctionne avec deux groupes électropompes ( $Q= 115 \text{ m}^3 /\text{h}$ .  $HMT= 150 \text{ m}$ ). Actuellement la station refoule un débit de  $240 \text{ m}^3 /\text{h}$  vers le RV1500 Sidi Boukhris via une conduite de refoulement en DN300 FD d'une longueur d'environ 1650ml. Le système est protégé par un Anti béliér de 2000 litres.

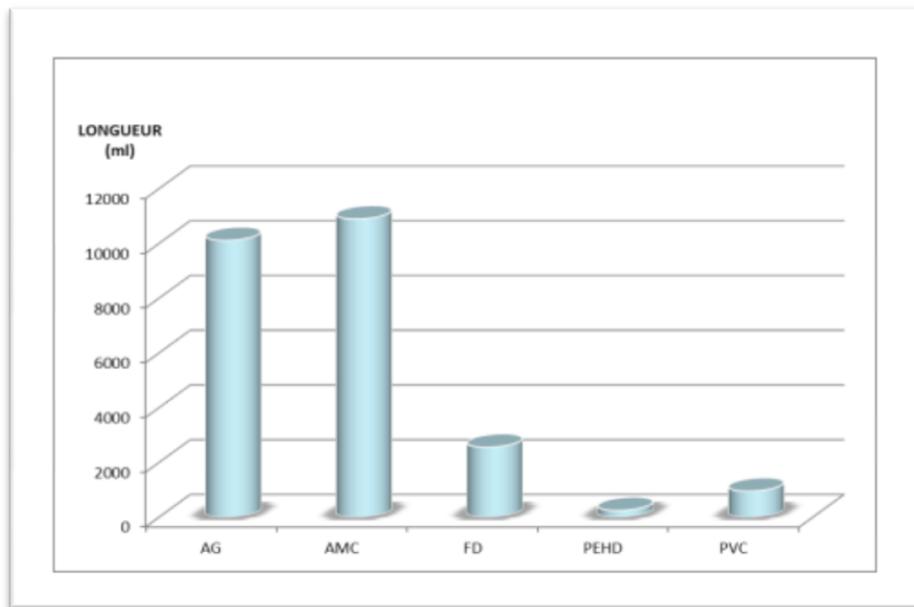


**Figure IV .3 :** Bâche d'aspiration et SP Ouled Mendil [DEP/SEAAL Ouled Mendil]

**IV.2.Diagnostic du réseau :** Le réseau de distribution d'Ouled Mendil est composé de plusieurs diamètres et différents matériaux principalement de l'amiante ciment et de l'acier galvanisé (90% du linéaire totale du réseau. voir le tableau et le graphe ci-dessous).

**Tableau IV .1 :** Caractéristiques du réseau existant

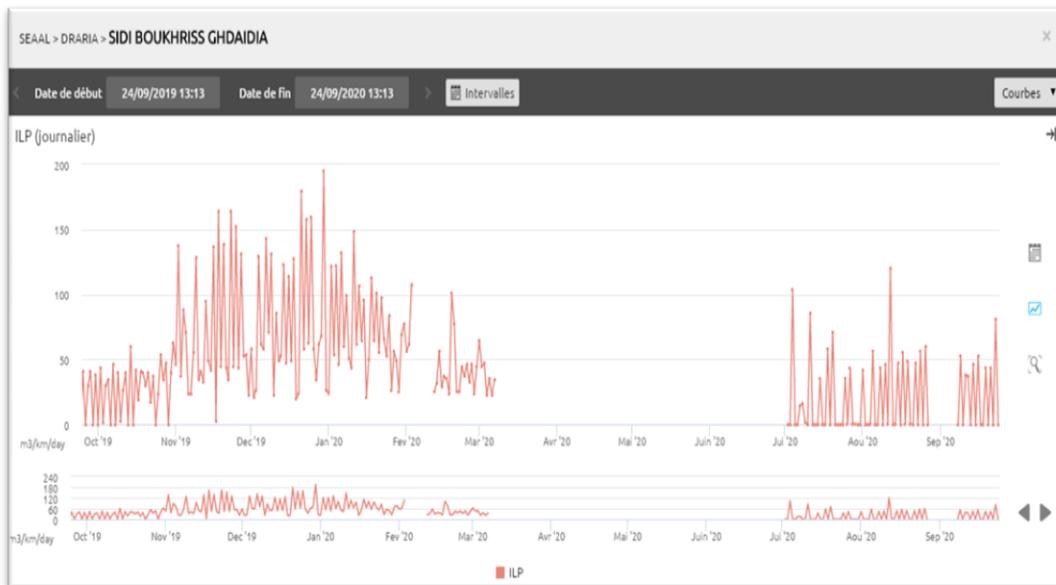
DIAMETRE (mm)	MATERIAU	LONGUEUR (m)	SOMME LONGUEURS (m)
15	AG	682	11068
20	AG	8501	
26	AG	602	
50	PEHD	248	
66	AG	327	
80	PVC	708	
100	PVC	244	13697
100	AMC	3495	
150	AMC	2350	
200	FD	958	
200	AMC	4636	
300	FD	1600	
300	AMC	414	
		Total	24764



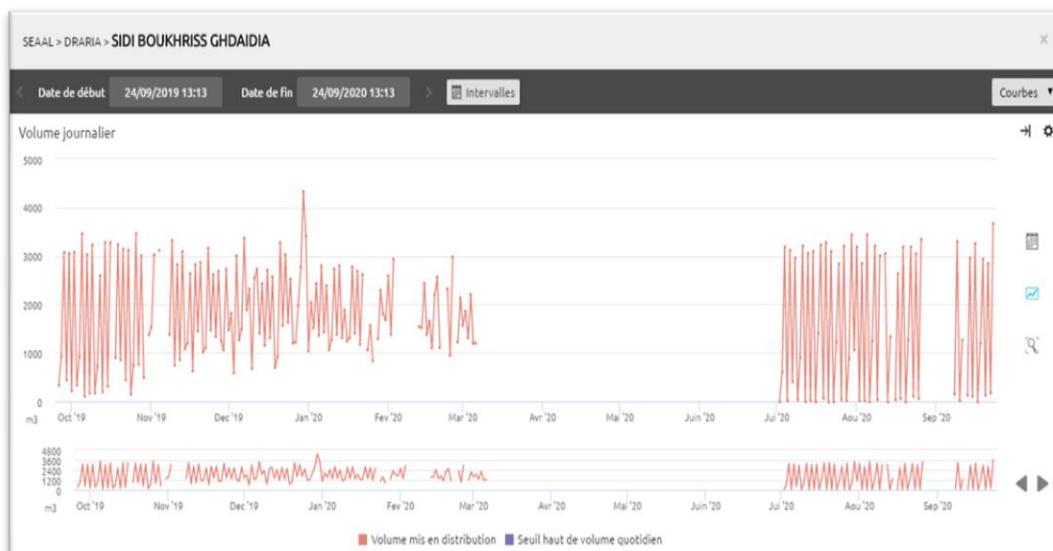
**Figure IV .4 :** Répartition de linéaire réseau existant en fonction de matériau

**IV.2.1. Evolution de L'ILP et des volumes journaliers mis en distribution :**

➤ **Zone SIDI BOUKHRIS/ GHDAIDIA Alimenter Via la DN 300 :**



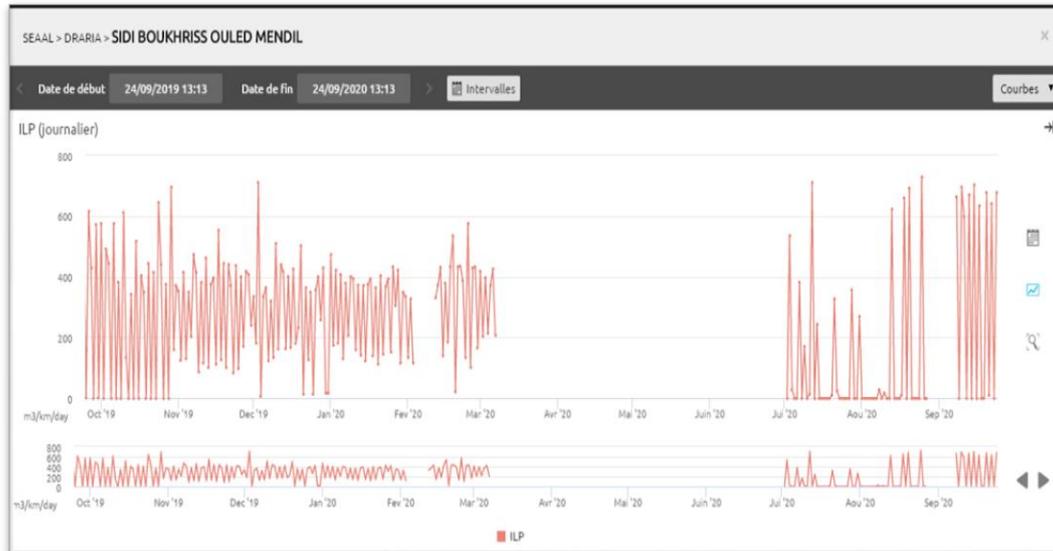
**Figure IV.5 :** Evolution de l'ILP au niveau de SIDI BOUKHRIS/GHDAIDIA DN300



**Figure IV .6:** Evolution de volume mis en distribution au niveau de SIDI BOUKHRIS /GHDAIDIA DN300

Les résultats obtenus dans les figures **IV.5** et **IV.6** ci-dessus montrent qu'il y'a des pertes élevé au niveau de DN300

➤ **Zone SIDI BOUKHRID/OULEDMENDIL Alimenter Via la DN200 :**



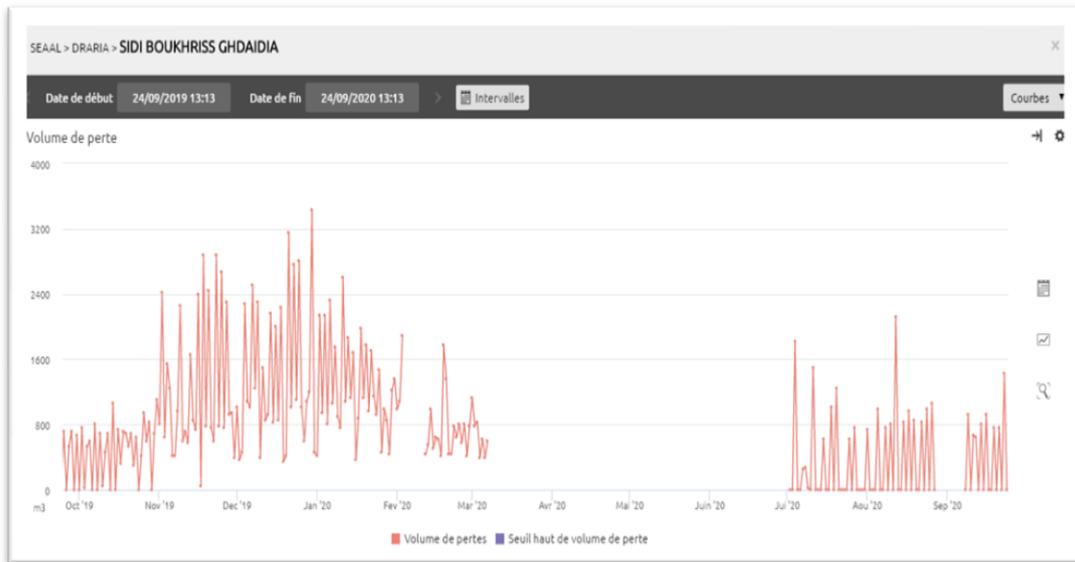
**Figure IV.7 :** Evolution de l’ILP au niveau de SIDI BOUKHRID/ OULEDMENDIL DN200

La figure IV.7 représente la variation de l’ILP d’eau en distribution au niveau de SIDI BOUKHRID/OULED MENDIL, cet indice varie entre 600 et 700 m<sup>3</sup>/Km/J, représente des pertes d’eau très élevées(Abdelbaki.C).



**Figure IV.8:** Evolution du volume au niveau de SIDI BOUKHRID/ OULEDMENDIL DN200

## IV .2.2. Evolution de performance :



**Figure IV.9:** Evolution du volume de perte au niveau de SIDI BOUKHRISS/GHEDAIDIA DN300

Le volume de perte d'eau pour la période s'étalant d'octobre 2019 à septembre 2020 dépasse les 3000m<sup>3</sup>/j. A titre d'exemple, Le mois de JANVIER 2020 a enregistré une perte d'eau estimée à 3200 m<sup>3</sup>, l'équivalent à presque le double du réservoir au sol de SIDI BOUKHRISS (1500m<sup>3</sup>).

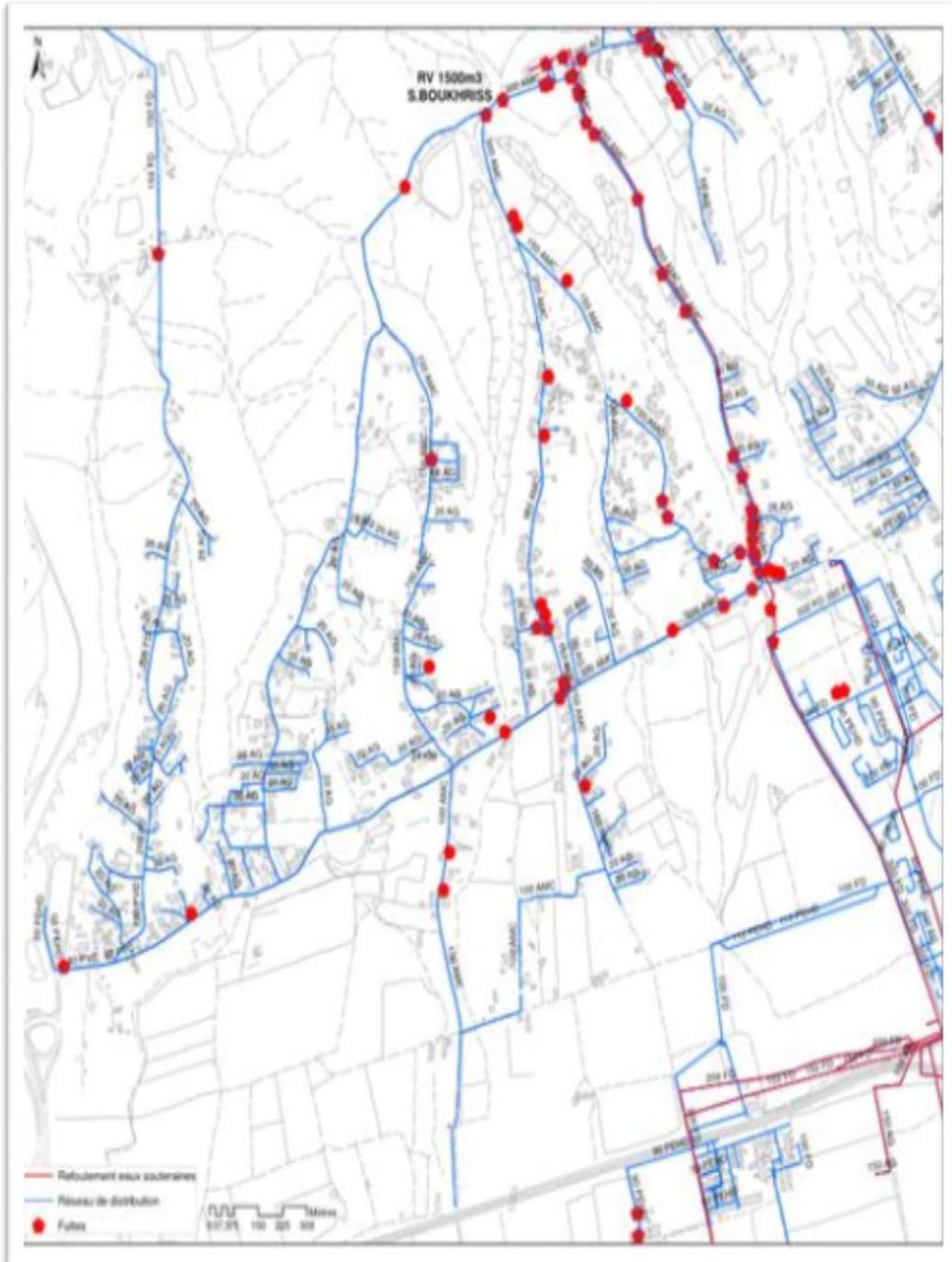


**Figure IV.10:** Evolution du volume de perte au niveau de SIDI BOUKHRISS/OULEDMENDIL DN200

Le volume de perte d'eau pour la période s'étalant d'octobre 2019 à septembre 2020 dépasse les 4000m<sup>3</sup>/j. A titre d'exemple, Les mois de NOVEMBRE et DECEMBRE

2019 ont enregistré une perte d'eau estimée à plus de 4200 m<sup>3</sup>/j, l'équivalent à plus du double de la capacité du réservoir au sol de SIDI BOUKHRISS (1500 m<sup>3</sup>).

Le réseau de distribution actuel indique un état de dégradation très avancé. Ce qui se traduit par un nombre important de fuites sur le réseau (voir figure IV.11).



**Figure IV.11:** plan de situation des fuites recensées sur le réseau

Le diagnostic du réseau de distribution ainsi établi montre la nécessité et l'urgence de procéder au renouvellement de presque la totalité du réseau de distribution.

### IV.3. CALCUL DES BESOINS EN EAU DE LA ZONE D'ETUDE :

On se référant dans le chapitre I

Les hypothèses de calcul des besoins en eau dans la zone d'étude sont les suivantes :

Besoins en eau domestique ;

- Un rendement après renouvellement réseau de 80% à court terme. 80% à moyen terme.

Les résultats de calcul des besoins en eau sont donnés pour les deux cas suivants:

**Cas-1** : Besoins en eau de l'étage de Sidi Boukhris en tenant en compte des programmes de logements (1032+1602 lgts) :

Les résultats de calcul sont donnés dans les tableaux suivants :

**Tableau IV.2** : Calcul des besoins max journaliers et les besoins de pointe de la zone d'étude à différents horizons de calcul

N°: DISTRICT	RENDEMENT RESEAU			PERTES (m <sup>3</sup> /j)			BESOINS MAX JOURNALIER (m <sup>3</sup> /j)			COEFF DE POINTE 2015/2025 /2040	BESOINS DE POINTE (m <sup>3</sup> /h)		
	2015	2025	2040	2015	2025	2040	2015	2025	2040		2015	2025	2040
56_21	80%	80%	80%	38	44	55	191	221	277	1.8	13	15	19
54_30	80%	80%	80%	52	60	75	259	301	376	1.8	18	21	26
54_31	80%	80%	80%	70	82	91	351	408	454	1.8	24	28	31
54_32	80%	80%	80%	66	77	86	332	385	429	1.8	23	26	29
54_33	80%	80%	80%	78	91	101	391	454	505	1.8	27	31	35
54_34	80%	80%	80%	53	61	68	264	307	341	1.8	18	21	23
54_35	80%	80%	80%	459	1133	1142	2297	5663	5709	1.8	157	387	390
54_36	80%	80%	80%	83	96	107	414	481	535	1.8	28	33	37
35-13	80%	80%	80%	28	33	37	141	164	183	1.8	10	11	12
TOTAL				928	1677	1762	4641	8384	8809		317	573	602

**Cas -2** : Besoins en eau de l'étage de Sidi Boukhris sans tenir compte des programmes de logements (1032+1602 lgts) :

Les résultats de calcul sont donnés dans les tableaux suivants :

**Tableau IV. 3 :** Calcul des besoins max journaliers et les besoins de pointe de la zone d'étude à différents horizons de calcul

N°: DISTRICT	RENDEMENT RESEAU			PERTES (m <sup>3</sup> /j)			BESOINS MAX JOURNALIER (m <sup>3</sup> /j)			COEFF DE POINTE 2015/2025/2040	BESOINS DE POINTE (m <sup>3</sup> /h)		
	2015	2025	2040	2015	2025	2040	2015	2025	2040		2015	2025	2040
56_21	80%	80%	80%	38	44	55	191	221	277	1.8	13	15	19
54_30	80%	80%	80%	52	60	75	259	301	376	1.8	18	21	26
54_31	80%	80%	80%	70	82	91	351	408	454	1.8	24	28	31
54_32	80%	80%	80%	66	77	86	332	385	429	1.8	23	26	29
54_33	80%	80%	80%	78	91	101	391	454	505	1.8	27	31	35
54_34	80%	80%	80%	53	61	68	264	307	341	1.8	18	21	23
54_35	80%	80%	80%	69	137	146	346	685	731	1.8	24	47	50
54_36	80%	80%	80%	83	96	107	414	481	535	1.8	28	33	37
35-13	80%	80%	80%	28	33	37	141	164	183	1.8	10	11	12
TOTAL				538	681	766	2690	3406	3830		184	233	262

#### IV.4. Décision de renouvellement :

Vue la diminution des performances hydrauliques de réseau au fil du temps, en constate que l'état de canalisation est vétuste et très dégradé, certain tronçon connaissent une fréquence importante d'apparition des fuites, le renouvellement de canalisation est un moyen de limiter durablement les volumes de fuites.

#### IV.5. MODELISATION DU RESEAU DE DISTRIBUTION PROJETE :

Les données de réseau sont saisies, tels que les diamètres et la rugosité pour les canalisations les altitudes et les demandes de base pour les nœuds ainsi les caractéristiques des réservoirs et des vannes. Les figures suivantes représentent les différentes composantes du réseau d'AEP du Sidi Boukhriss.

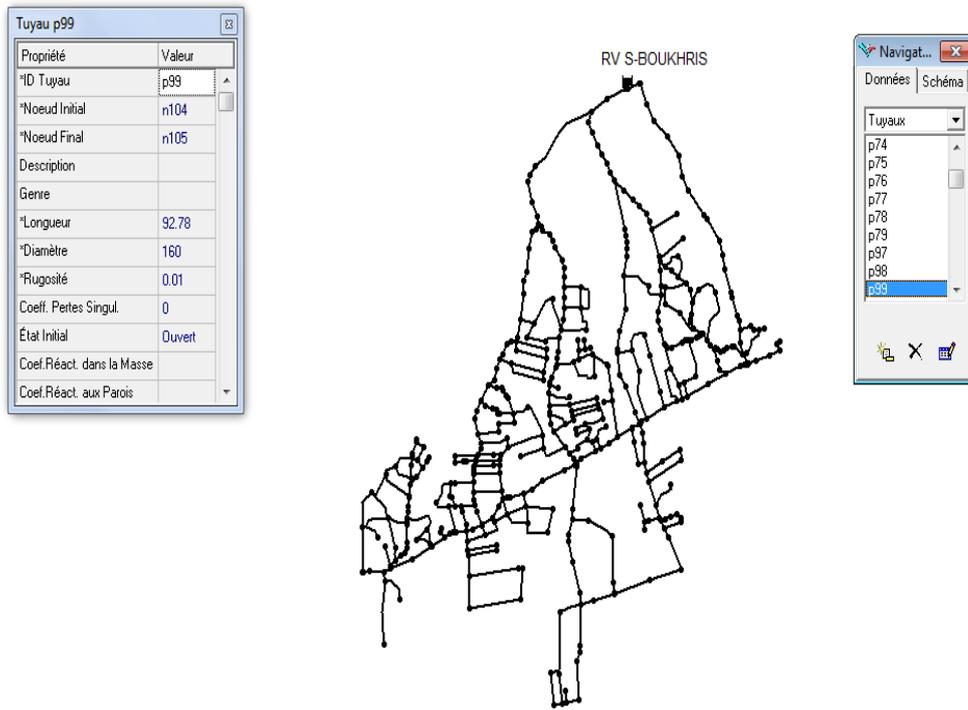


FIGURE IV.12 : Exemple des données des tuyaux

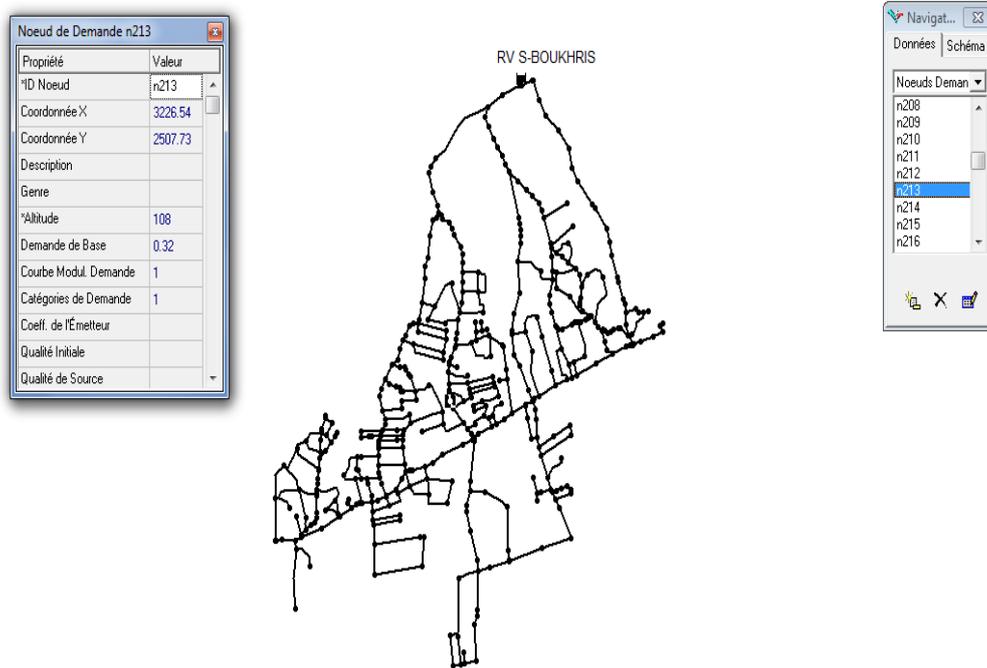


FIGURE IV.13 : Exemple des données des nœuds

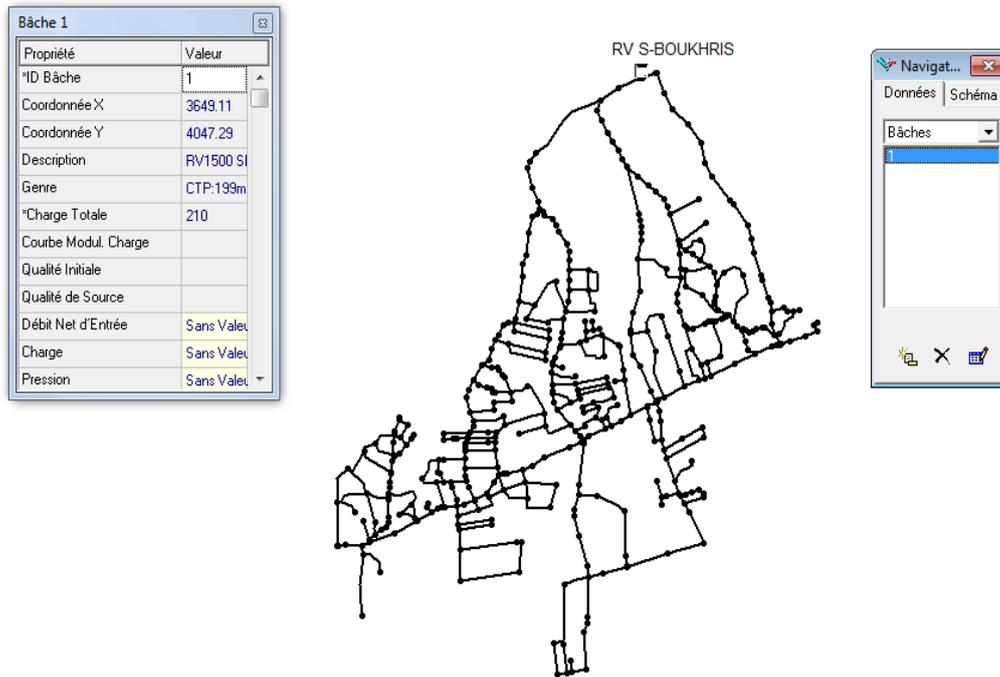


FIGURE IV.14 : Exemple des données des réservoirs

Les consommations du réseau sont définies aux nœuds. L'intérêt de cette étape est de Pouvoir établir un profil de consommation propre à chaque partie du réseau à partir de la demande des nœuds et du débit de pointe du réseau. Une fois les options de simulation sont définies, la simulation est lancée pour chaque secteur à part ainsi que pour la totalité du réseau. La figure V.15 et V.16 représentent respectivement le lancement d'une simulation et le résultat de cette dernière pour le fonctionnement du réseau d'alimentation en eau potable.



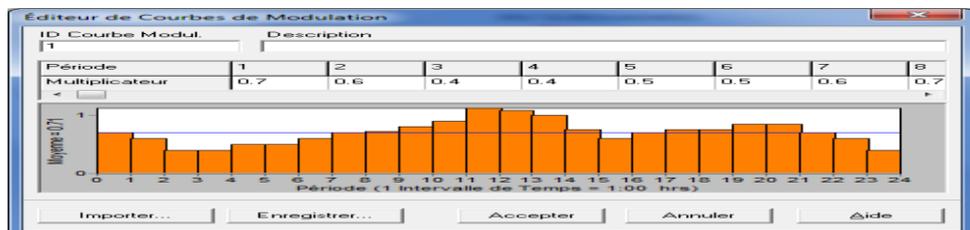
FIGURE IV.15 : actuelle Situation avant modulation

**IV.6.Courbes de modulation :**

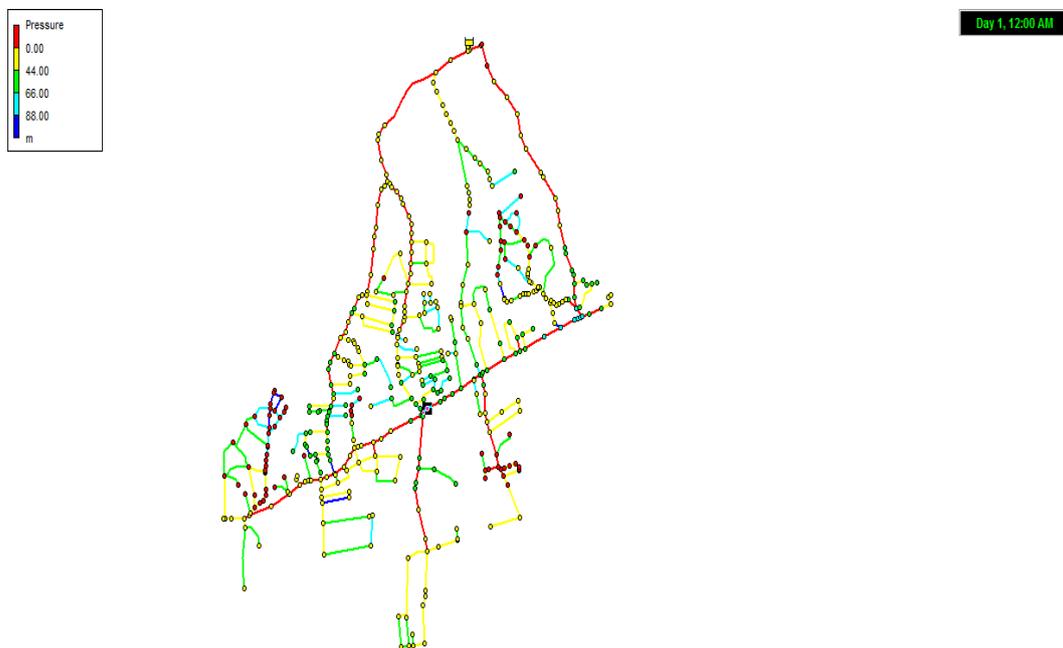
Les courbes de modulation sont les outils qui permettent au logiciel EPANET de calculer les Variations journalières de pression et de débit sur l'ensemble du réseau. Associées à chaque catégorie de consommateurs, elles représentent l'évolution de la consommation de la catégorie considérée sur une journée. [ROSSMAN.2000].

C'est une courbe représentant un coefficient de consommation horaire (multiplicateur) en fonction du temps (sur une journée avec un intervalle d'une heure).

La figure suivante représente la courbe de modulation du réseau.



**FIGURE IV.16 :** Courbe de modulation de pression



**FIGURE IV.17 :** Comportement du réseau après modulation du réseau

### IV.7. Calage du modèle :

Le calage consiste à essayer d'approcher au mieux possible le comportement du modèle à celui de la réalité, et ce dans le but de rendre le modèle représentatif de la réalité du terrain.

Les résultats des pressions obtenus dans la figure a sont très défèrent par rapport a la normale, des pressions aussi élevées entrainent une augmentation importante de la fréquence des casses et du débit de fuites, tant sur le réseau de la ville que dans les installations intérieurs.

La figure illustre la variation de la pression observée et simulé .En ce qui concerne les points de pressions nous remarquons une légère ressemblance des pressions simulées.

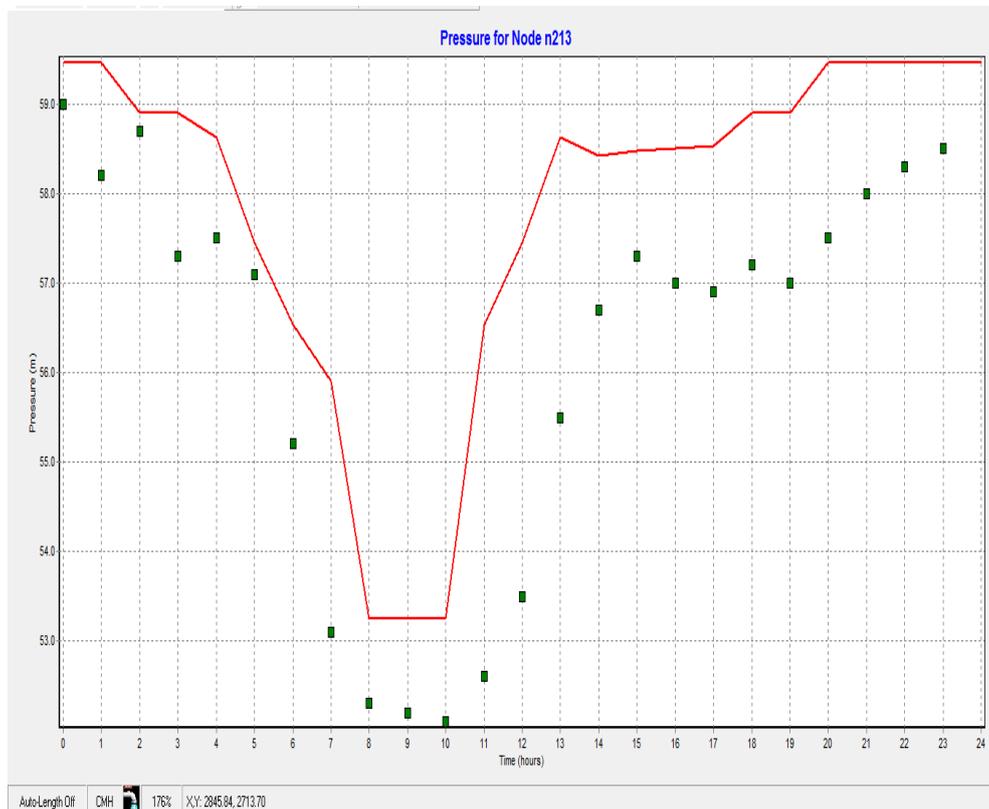


FIGURE IV.18 : Courbe de Pression pour le nœud 213

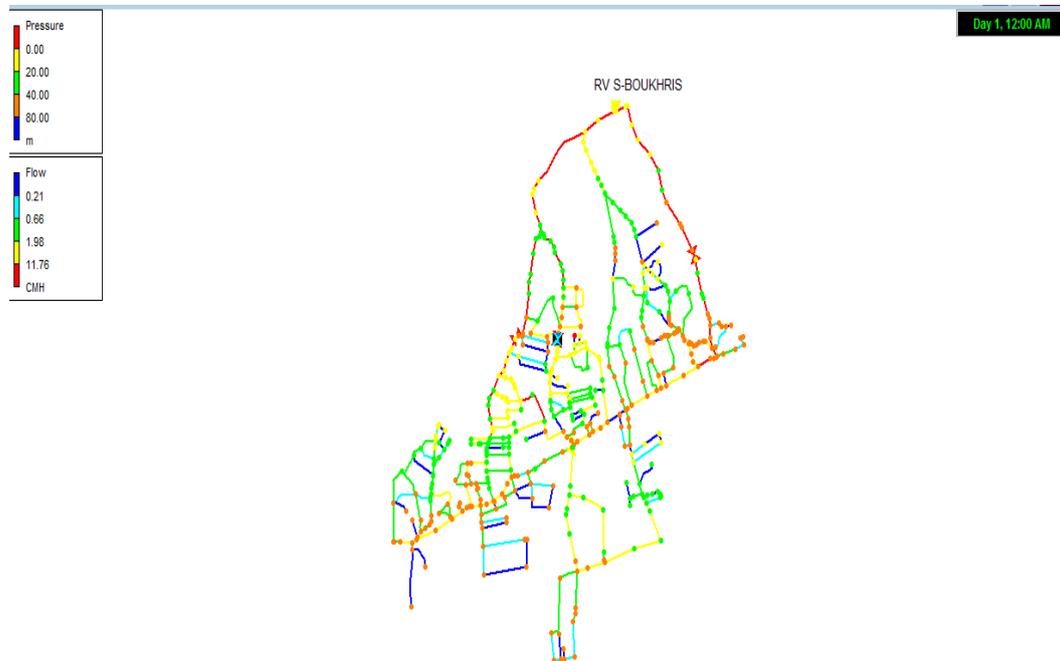
### IV.8. Ajout d'un modulateur de pression :

Installation de la vanne de Régulation



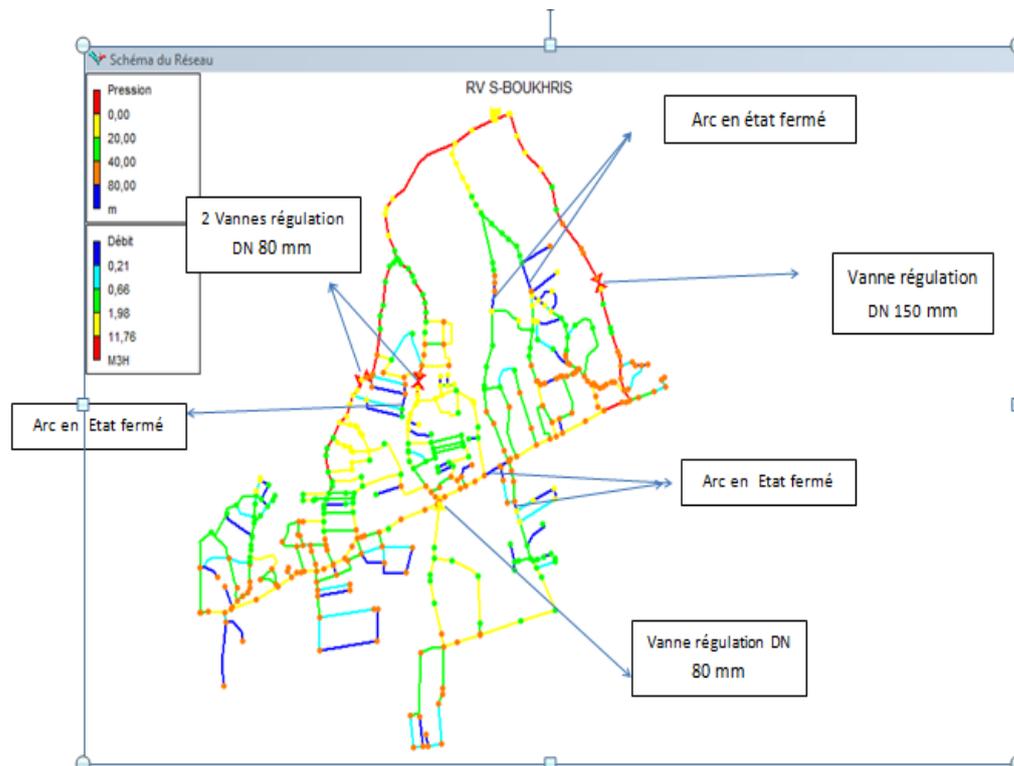
**FIGURE IV.19 :** Installation des vannes de Régulation de pression

Nous avons choisi des positions idéales pour l'installation des vannes sur le réseau, en considérant la topographie de la zone et les contraintes de service de l'appareil.



**FIGURE IV.20 :** Résultats de la modélisation du réseau après régulation de pression

Après simulation hydraulique, le modèle donne, une régulation de la pression dans ce cas est nécessaire.



**FIGURE IV.21 :** Explication du modèle

#### IV.9. Résultats :

Une fois les 4 vannes de régulation sont installées nous avons lancé la même simulation dans les mêmes conditions que dans le cas sans régulateur. En effet, grâce à l'abaissement de pression en fonction de la demande, il y a moins de pertes dans le réseau.

#### IV.10. DIMENSIONNEMENT DU RESEAU PROJETE :

Les données suivantes ont été prises en considération :

- Pour les besoins de l'étage Sidi Boukhris, le débit de pointe est de 262m<sup>3</sup>/h soutiré depuis le RV1500 m 3 Sidi Boukhris ;
- Pour les besoins du programme de logements (1032+1602lgt). le débit de pointe est de 340 m<sup>3</sup> /h à soutirer depuis le complexe Domaine Abdi ;
- Sécurisation de RV1000 Ouled Mendil depuis le complexe Domaine Abdi
- Sécurisation de la station de reprise d'Ouled Mendil depuis le complexe Domaine Abdi ;

- Le dimensionnement des conduites de distribution est fait de manière à assurer un bon fonctionnement hydraulique en termes de pression et de vitesse d'écoulement.

## IV.110. RECAPITULATIF DES RESULTATS :

### IV.11.Pressions :

Le réseau de distribution doit contenir des régulateurs de pression.

Les résultats de calculs de pressions, sont présentés dans les tableaux (Voir Annexe)

### IV.11.2. Réseau projeté :

La DRE a déjà renouvelé récemment une conduite en DN300FD sur une longueur de 1600 mètre linéaire. Vu que ne nous disposons pas d'un levé topographique de la zone d'étude et vue l'urgence du projet, on a utilisé les données tirées depuis Google Earth.

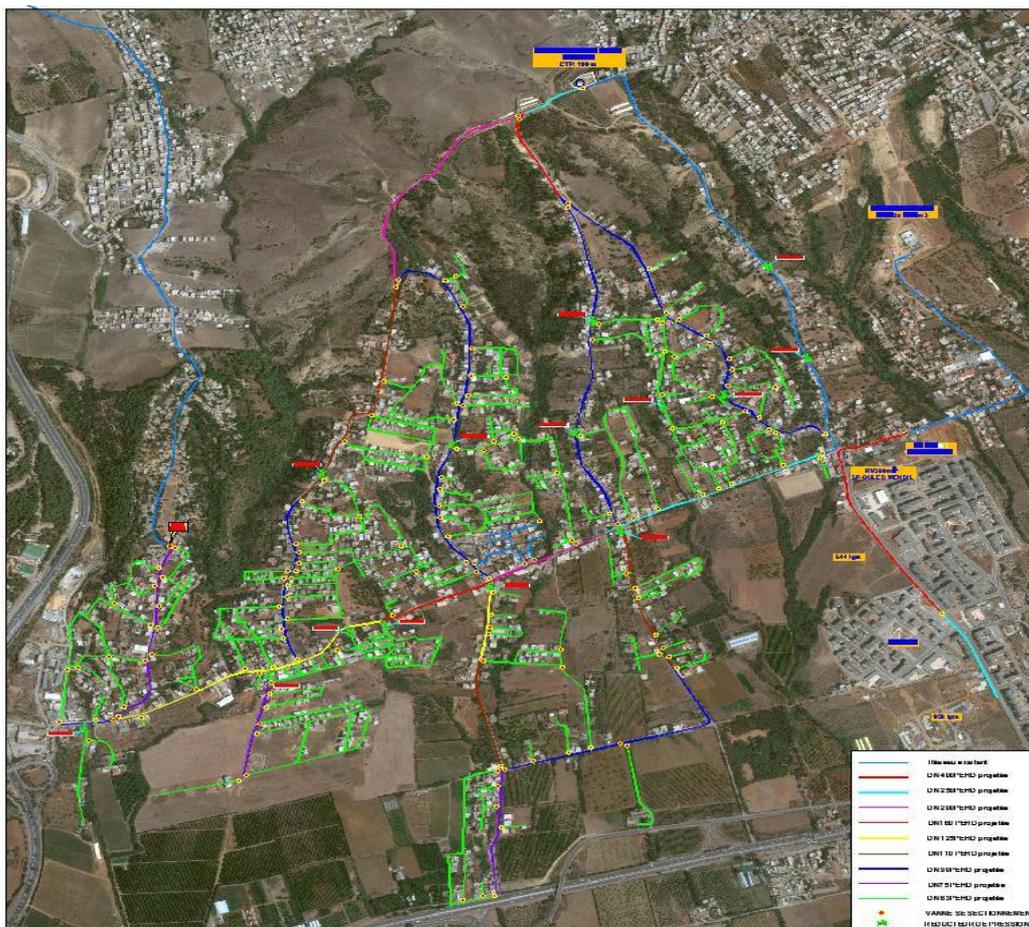


FIGURE IV .22 : Plan du réseau projeté sur image satellitaire

[DEP/SEAAL d'Ouled Mendil]

### IV.12.SECURISATION DE L'ETAGE SIDI BOUKHRIS :

La conduite DN300FD qui vient être réalisé par la DRE d'Alger, prendra en charge l'alimentation des sites suivants :

- 1- Les programmes de logements (1032+1602 lgts) situés à la zone d'Ouled Mendil;
- 2- Les logements de Birtouta (alimentés actuellement par le surpresseur Ouled Mendil) ;
- 3- Sécurisation de l'étage de Birtouta bas alimenté par le RV1000m<sup>3</sup> Ouled Mendil ;
- 4- Sécurisation de l'étage de Sidi Boukhris 1500m<sup>3</sup> via la station de pompage Ouled Mendil.

Le détail de calcul pour ces quatre sites sont résumés dans le tableau ci-après :

**Tableau IV.4 : Calcul des besoins en eau**

Site	Débit journalier max (m <sup>3</sup> /j)	Débit de pointe (m <sup>3</sup> /h)	Débit moyen (m <sup>3</sup> /h)
1- Programme de logements (1032+1602)	4978	340	-
2- Etage Birtouta haut (surpressé)	3619	271	-
3- Etage Birtouta bas RV1000m <sup>3</sup> O-Mendil	3035	-	126
4- RV300m <sup>3</sup> SP Ouled Mendil	3830	-	160

### IV.13.ZONING DE L'ETAGE RV1000 OULED MENDIL:

Le réservoir 1000m<sup>3</sup> d'Ouled Mendil est alimenté par les eaux de forages du champ captant de Birtouta, il alimente la totalité des programmes de logements environs 3286 lgts y compris le petit étage de Merious (RV200m<sup>3</sup>) mis à part les 1032 lgts qui sont raccordés sur cet étage et qui seront alimentée dans le futur via la DN400PEHD qui sera raccordée sur la DN300F arrivée depuis le complexe Domaine Abdi.

La côte trop plein du réservoir est de 99mNGA insuffisante pour alimenter convenablement les étages supérieurs (étage Birtouta haut), ainsi un supresseur a été installer.

L'étage RV1000 m 3 sera sécurisé dans le futur à partir du nouveau complexe domaine Abdi via la conduite DN300F qui alimentera ce dernier avec une pression disponible de l'ordre de 5 bar qui nous permettra d'alimenter directement l'étage surpressé qui sera basculé directement sur la DN300F (le surpresseur actuel servira de secours en cas de problème sur la conduite d'arrivée DN300 FD). (Détails sur le plan N°2/4 et 3/4), ci-dessous l'extrait du plan qui montre le principe de zoning et sécurisation depuis le complexe hydraulique Domaine.

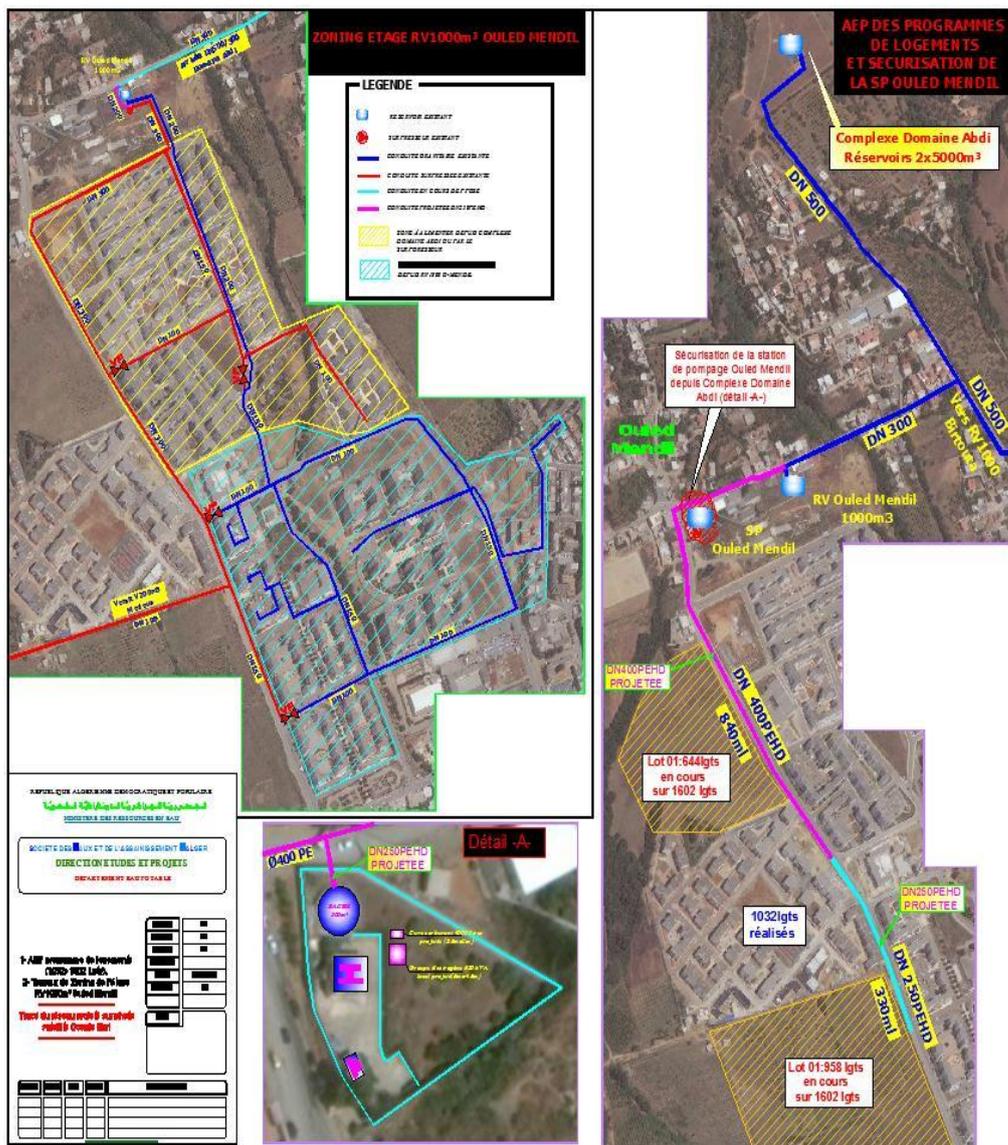


FIGURE IV .23 : Plan de sécurisation SP O-MENDIL et de Zoning RV1000

O-Mendil

**CONCLUSION :**

Le système ainsi projeté nous permettra de renforcer et de sécuriser définitivement l'alimentation dans la zone d'étude, un renouvellement de presque la totalité du réseau de distribution de la localité d'Ouled Mendil est nécessaire.

L'alimentation de l'étage sera assurée depuis le RV1500 Sidi Boukhris, la station de pompage d'Ouled Mendil qui alimente ce réservoir sera sécurisée depuis le complexe domaine Abdi, également ce complexe prendra en charge l'AEP de l'important programme de logement situé dans la zone Sud de la localité.

## Conclusion Générale

En conclusion, et d'après ce qu'on a constaté durant ce mémoire, on peut tirer les remarques suivantes :

- La sectorisation d'un réseau potable est un outil indispensable d'aide à la décision d'une part pour améliorer les performances ;
- La diminution des performances au fil du temps démontrent à quel point le réseau est vétuste, est nécessaire d'être renouveler ;
- La maîtrise des pertes physiques implique de la part de distributeur d'eau (gestionnaires), la décision de lancer un programme de recherche de fuites et de gestions de pression au court terme, de renouvellement et d'entretien du réseau.
- L'élaboration d'un plan d'action qui se base sur l'étude multicritères ayant pour but la localisation et la nécessité d'une intervention de renouvellement du réseau d'alimentation en eau potable au niveau de l'étage sidi Boukhriss ;
- Le système ainsi projeté nous permettre de renforcer et de sécuriser définitivement l'alimentation dans la zone d'étude, un renouvellement de presque la totalité du réseau de distribution de la localité d'Ouled Mendil ;
- La modulation de pression était la solution pour le passage à une alimentation continue au cœur de Ouled Mendil ;
- À l'essai de cette étude et à l'aide des simulations obtenues par EPANET, nous avons détecté quelques anomalies réelles connues, l'importante perte de charge au point (n213) de mesure de pression réalisées.
- Néanmoins nous avons élaboré un modèle assez fiable, à l'aide des essais expérimentaux effectués dans une zone en régulation, et à l'étage de distribution de SIDI Boukhriss. Ce modèle constitue donc un outil d'aide aux diagnostics, à la prévision du comportement et des scénarios possibles de ce réseau, que ce soit avant ou après élaboration de la modulation de pression.

Enfin, nous espérons que cette étude pourra faire l'objet d'un projet détaillé pour l'élaboration d'un réseau d'AEP plus fiable et plus rigoureux.

## Références bibliographiques

### Les mémoires :

**Moreau .N**, « Manuel de l'exploitation d'un réseau AEP gravitaire aux Comores. », cas de Anjouan de Mohéli. AED Agence Français de Développement, 2011.P56

**Igor. B**, «outil d'aide au diagnostic du réseau d'eau potable pour la ville de Chisinau par analyse spatiale et temporelle des dysfonctionnements hydrauliques. » Ecole Nationale Supérieure des Mines, Saint-Etienne, 2004.P305

**Ouellabi .F, et Chettouh.Y**, « Dimensionnement du réseau d'alimentation en eau potable de secteur route Touggourt –El oued. » Université Echahid Hamma Lakhdar- El oued, juin 2015.P117

**Luc. J célerier**, office international de l'eau. , **Claude .J**, «communication graphisme limoges, l'alimentation en eau potable. » cahier technique N19,Avril 2005 .P42

**Ammour. M**, «Modulation de pression sur le réseau d'eau potable de la partie EST de la commune de Tipaza et impact sur le rendement. » ENSH Alimentation en eau potable, Avril 2017.P115

**RAMAROJAONA.B**, «Régulation de pression sur le Réseau d'eau potable de la communauté d'agglomération d'Evry centre Essonne. » Mastère Spécialisé Eau Potable et Assainissement France, Octobre 2009. P133

**BENARINA.OU , et HILALIS**, «L'amélioration du rendement d'AEP de Casablanca :plan d'action pou la réduction des eaux non facturées renouvellement de patrimoine. »License és sciences et Techniques, 2013.P101

**Aubin.C**, « Étude du potentiel des actions de réduction des fuites des réseaux d'eau potable. » Sciences de l'environnement. 2011. P37

**Albaladjo.H**, «Réduction des pertes en eau. Membres du groupe de travail, Rendement des réseaux. »

[**MOREAU, N. 2011**] Fonctionnement du réseau d'alimentation en eau potable

[**BENABBOU, DJ.2015**] Définition d'un réseau de distribution d'eau potable

[**IGOR , B .2004**] Système d'alimentation

[**BENABBOU, DJ.2015**] Etage

[**BENABBOU, DJ.2015**] Caractéristiques d'un étage

[**BENABBOU, DJ.2015**] Le secteur de la distribution

[**BENABBOU, DJ.2015**] Eléments constitutifs d'un réseau de distribution

**[IGOR , B .2004]** Les réservoirs d'eau potable

**[Luc.2005]** Les canalisations

**[Luc.2005]**Les branchements

**[OUELLABBI, F, et CHETTOU ,Y.2015]** Les vannes

**[OUELLABBI, F, et CHETTOU ,Y.2015]** Les ventouses

**[BENABBOU, DJ.2015]** Vannes de régulation de pression

**[OUELLABBI, F, et CHETTOU ,Y.2015]** Bouc hes d'incendie

**[OUELLABBI, F, et CHETTOU ,Y.2015]** Les joints

**[BENABBOU, DJ.2015]** Les appareils de mesure

**[IGOR , B .2004]** Les différents types de réseaux

**[OUELLABBI, F, et CHETTOU ,Y.2015]** Chaîne d'alimentation <<Production-Distribution>>

**[Luc.2005]** Les ressources

**[Luc.2005]** Le traitement

**[Luc.2005]** Le pompage

**[BAKORARILALA, R.2009]** Le réseau d'adduction

**[Luc.2005]** Le stockage

**[AMMOUR, M.2017]** Distribution aux abonnées

**[Document, technique .SEAAL.2016]** Présentation de la zone d'étude

**[TOUAZI, F.2014]** Système d'information géographique (SIG)

**[TOUAZI, F.2014]** BDLT (Base de données à long terme)

**[BENABBOU, DJ. 2015]** Les eaux non facturées (ENF)

**[BENABBOU, DJ. 2015]** Les eaux non comptabilisées(ENC)

**[BENABBOU, DJ. 2015]** Les pertes physiques

**[BENABBOU, DJ. 2015]** Les pertes commerciales

**[BENABBOU, DJ. 2015]** Collecte des données

**[BENABBOU, DJ. 2015]** Diagnostic du réseau

**[BENARINA, O.2013]** Sectorisation

**[BENARINA, O.2013]** Les vannes

**[BENARINA, O.2013]** Les étapes de sectorisation

**[BENABBOU, DJ. 2015]** La mise en place des appareils de mesure

**[BENABBOU, DJ. 2015]** Les analyses des données

**[BENABBOU, DJ. 2015]** Indice linéaire de pertes (ILP)

**[OUELLABBI, F, et CHETTOU, Y.2015]** Les causes des pertes

**[BENARINA, OU.2013]** Les causes des fuites

**[EDDY, R.2014]** Actions de lutte contre les fuites

**[EDDY, R.2014]** Leviers d'actions

**[EDDY, R.2014]** Renouvellement des conduites

**[AUBIN, C.2011]** Techniques de pré-localisation des fuites

**[AMMOUR, M.2017]** La gestion de la pression

**[ROZENTAL, M.2010]** Etude de faisabilité

**[AMMOUR, M.2017]** Les étapes d'in projet de la modulation de pression

**[AMMOUR, M.2017]** La rapidité et qualité des réparations

**[BENARINA, OU.2013]** Renouvellement des conduites

**[ALBALADJO, SANS DATE]** Réduction des pertes commerciales

**[DEP .SEAAL .2016]** Situation actuelle du système d'eau potable

**[AQUADVANCED.SEAAL .2020]** Evolution de L'ILP et des volumes journaliers mise en distribution

**[ROSSMAN.2000]** Courbes de modulation

**[DEP .SEAAL .2016]** Dimensionnement du réseau projeté

## **Catalogue :**

Document technique de la SEAAL, Société des Eaux et d'Assainissement d'Alger

Service recensement APC de DOUIRA

Renouvellement du réseau d'alimentation en eau potable de la localité d'Ouled Mendil, commune de Douira ; Société des eaux et de l'assainissement d'Alger, SEAAL .Janvier 2016.

**Eddy. R, & al** , «ETUDE DU POTENTIEL DES ACTIONS DE REDUCTION DES FUITES DES RESEAUX D'EAU POTABLE. » Avril 2012.P68

**Eddy .R, & al** , «Réduction des fuites dans les réseaux d'alimentation en eau potable Systèmes d'indicateurs et méthodologies pour la définition, la conduite et l'évaluation des politiques de lutte contre les fuites dans les réseaux d'eau potable. » Avril 2012.P174

## **Les Livres :**

**Shauburger V** .,1885.Mouvement de l'eau

## **Site internet :**

[www.wikipedia.org/wiki/clapet-anti-retour](http://www.wikipedia.org/wiki/clapet-anti-retour) Notes-et'références.Janvier 2020

[http://library.ensh.dz/images/site\\_lamine/pdf/these\\_master/2017/6-0003-17.pdf](http://library.ensh.dz/images/site_lamine/pdf/these_master/2017/6-0003-17.pdf)

[file:///C:/Users/ACER/Downloads/Module%20sectorisation%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/ACER/Downloads/Module%20sectorisation%20(5).pdf)

<file:///C:/Users/ACER/benarina-hilali.pdf>

[www.oieau.org](http://www.oieau.org)]

# *Annexes*

## ANNEXE 1

### INDICES DE COMPARAISON INTERNATIONALE POUR LE CALCUL DE LA PERTE PHYSIQUE DANS UN RESEAU DE DISTRIBUTION

#### I. Formules générales de calcul de pertes :

##### I.1. Perte par branchement, par client, par propriété, par habitants (m<sup>3</sup>/x/jour) :

$$Perte = \frac{\text{Volumisme en distribution} - \text{Volumisme consommés factures ou non mesurés ou non}}{\text{Nombre de branchements ou de clients ou de propriétés ou d'habitants}}$$

Le choix entre les différents paramètres de cette formule dépend souvent des conditions locales qui permettent de dire quel est l'indicateur le plus adapté. Par exemple : Au Royaume Uni le nombre de branchements est presque toujours très proche du nombre de propriétés mais ce n'est pas le cas partout. [Document technique. suez-environnement.2003].

##### I.2. Perte par km de système par mètre de pression :(m<sup>3</sup>/km/an/mètre de pression) :

$$Perte = \frac{\text{Volumisme en distribution} - \text{Volumisme consommés factures ou non mesurés ou non}}{\text{Longueur du réseau et des branchements (Km) \cdot la pression nocturne en (m)}}$$

Celle là ramène la perte au mètre linéaire de pression ce qui permet de comparer plus valablement les pertes de réseaux différents ou les pertes de secteurs différents d'un même réseau..

## ANNEXE 2

### Représentation matériel sectorisation proposé

Tout d'abord, nous pouvons voir sur la photographie ci-dessous, que les compteurs de sectorisation utilisés (compteurs à hélice axiale) sont semblables à ceux utilisés pour les particuliers. Nous voyons également sur la droite, les totalisateurs de ce compteur qui seront équipés d'émetteurs d'impulsions.





**Débitmètre à ultrasons (DUS)**



**Débitmètre électromagnétique (DEM)**



**Canne à insertion (CI)**

Débitmètres électromagnétiques à insertion. Spécialement conçus pour la mesure de débit dans des conduites de grand diamètre.

En ce qui concerne les appareils de télégestion, on aperçoit (à droite) le poste local récupérant les impulsions et le poste central (à gauche) récupérant les données inhérentes à tous les compteurs de sectorisation..



## ANNEXE 3

### Présentation de SEAAL

La société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger << SEAAL >>, est une société public par action, détenue à 70% l'Algérienne Des Eaux <<ADE>> et à 30% par l'Office National de l'Assainissement <<ONA>>

Au total, elle fournit, directement ou indirectement l'eau potable a une population d'environ million d'habitants.[SEAAL.DZ]

SEAAL produit sur global, notamment 240 millions de m<sup>3</sup> d'eau superficielles, 111 millions de m<sup>3</sup> d'essates et de 2 millions de m<sup>3</sup> d'eau de source.

**Le projet des eaux non facturées :** vise à la récupération de 65 millions de m<sup>3</sup> d'eau dont 44 millions de pertes physique et 22 millions de m<sup>3</sup> commerciales , de 2016 a 2018 au niveau d'Alger et Tipaza.

## ANNEXE 4

### Formule de calcul :

Volume de perte= 0.8\*débit de nuit \*24

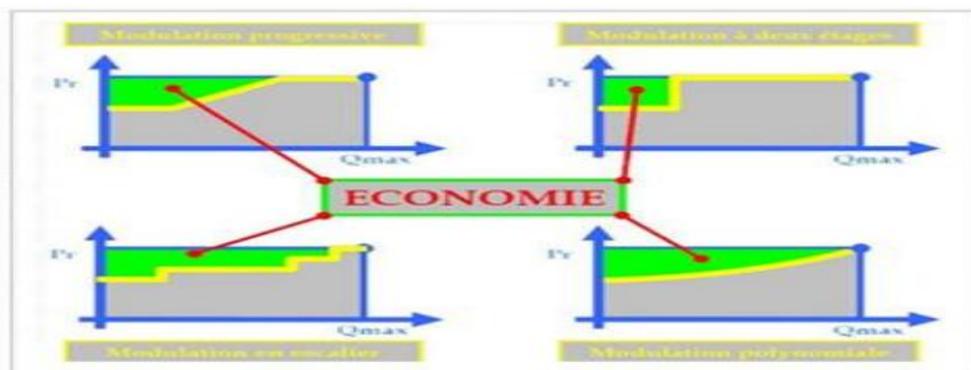
Débit de nuit : Le débit de nuit d'un secteur se compose de la consommation nocturne.

Débit de nuit : minuit 12 :00 PM a 12 :00 AM

## ANNEXE 5

### LES DIFFERENTS TYPES DE MODULATION DE PRESSION

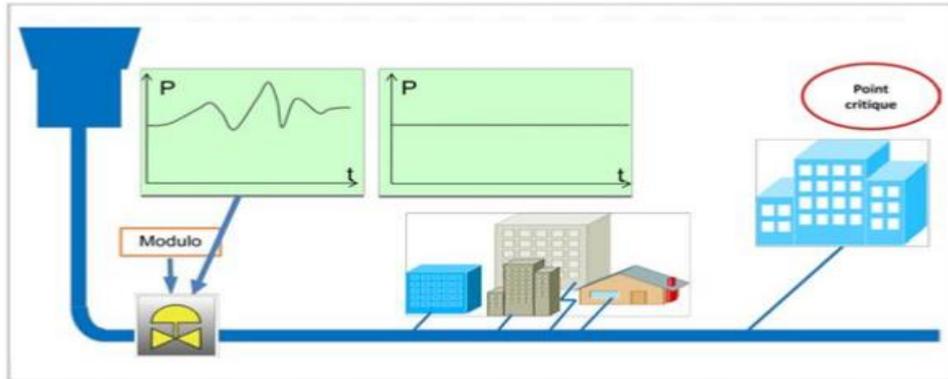
La figure suivante illustre les différents types de modulation de pression :



**Figure 1:**Les différents types de modulation de pression [Document technique. Suez environnement. 2010].

## ANNEXE 6

### MISE EN SERVICE DE LA MODULATION DE PRESSION



**Figure 2:** Mise en service de la modulation de pression [Document technique. Suez environnement.2010].

## ANNEXE 7

### PRESENTATION DU LOGICIEL EPANET

#### I. Qu'est ce que EPANET ?

Le logiciel Epanet est un logiciel de modélisation d'écoulements hydrauliques dans les réseaux d'eau potable. Créé aux Etats unis, il existe également en version française suite à une initiative de la Compagnie Générale des Eaux. Ce logiciel disponible gratuitement sur le net est d'une efficacité et d'une précision comparables à celles des autres logiciels de modélisation. En deuxième partie, je traiterai plus spécifiquement des particularités d logiciel.

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

#### 2. Logiciel AQUADVANCED

Sécurité de la qualité de l'eau, stress hydrique, performance énergétique sont autant de défis que les gestionnaires de l'eau doivent relever dans un contexte règlementaire, économique et environnemental de plus en plus exigeant. Avec la suite logicielle AQUADVANCED pour l'eau potable.

## ANNEXE 8

### EQUIPEMENTS

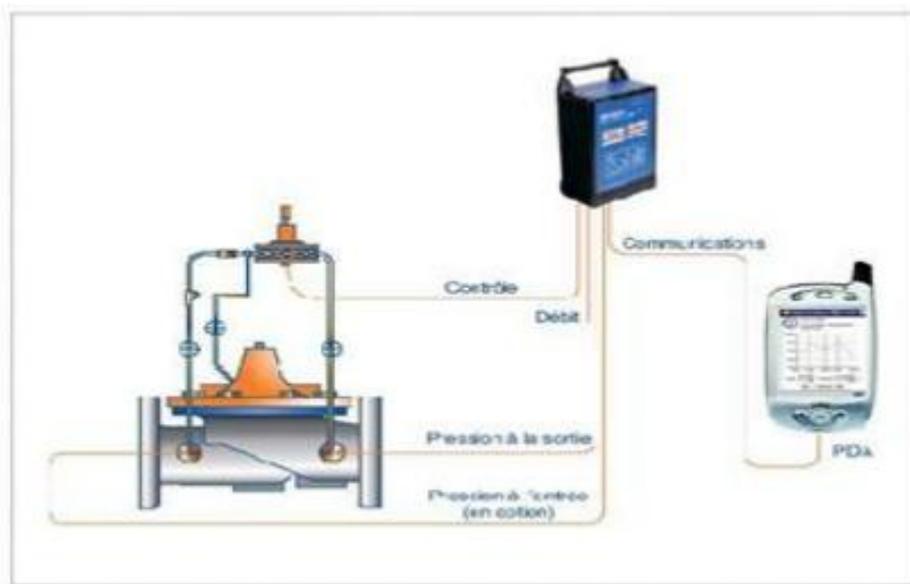
#### I. Principe d'un système de modulation de pression :

Pour mettre en place un système de modulation de pression, il est nécessaire de disposer de :

Une vanne de régulation hydraulique ;

Un modulateur permettant le contrôle de la vanne à distance et selon une consigne pré établie ;

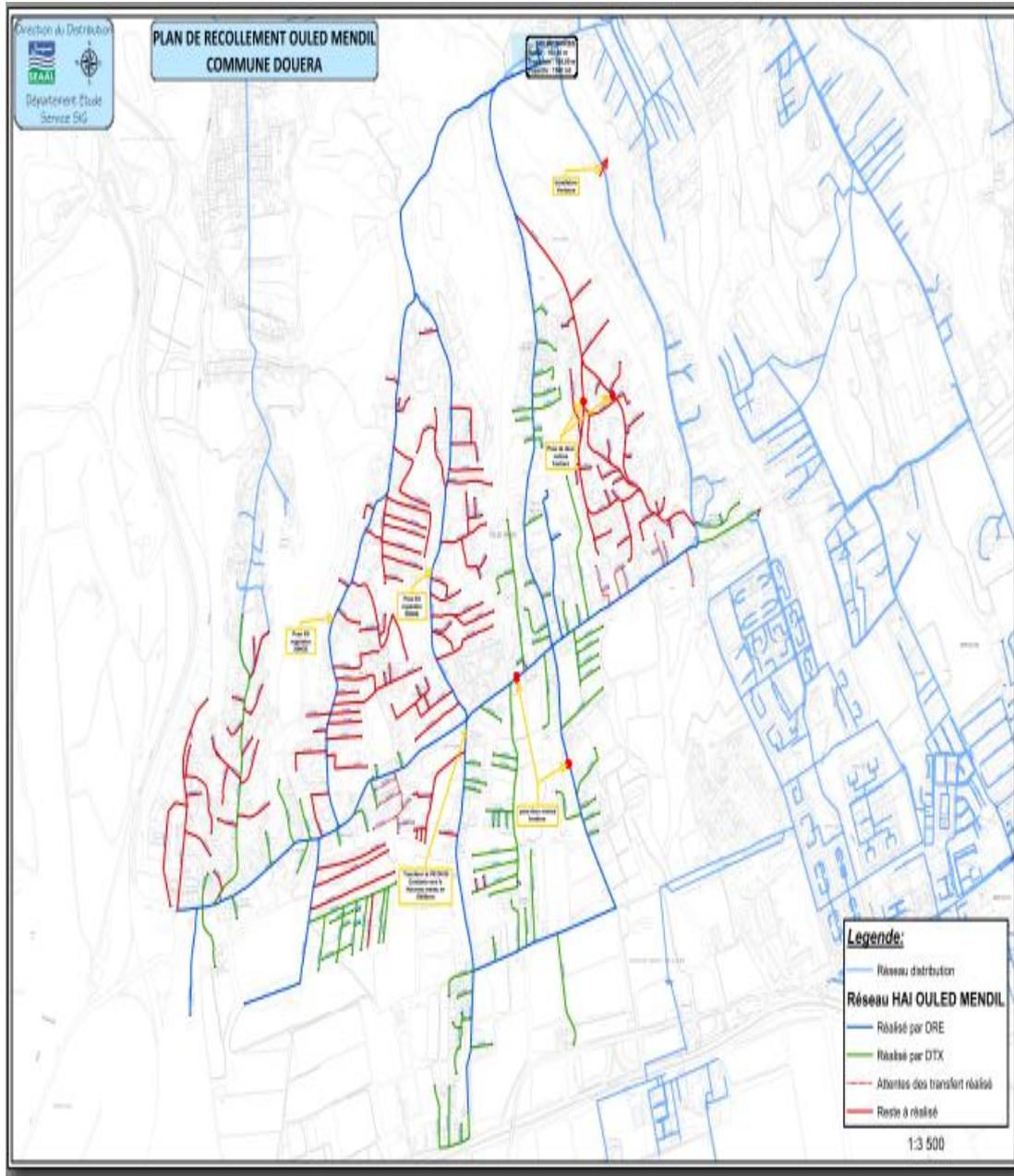
Un appareil de saisie et d'affichage des données.



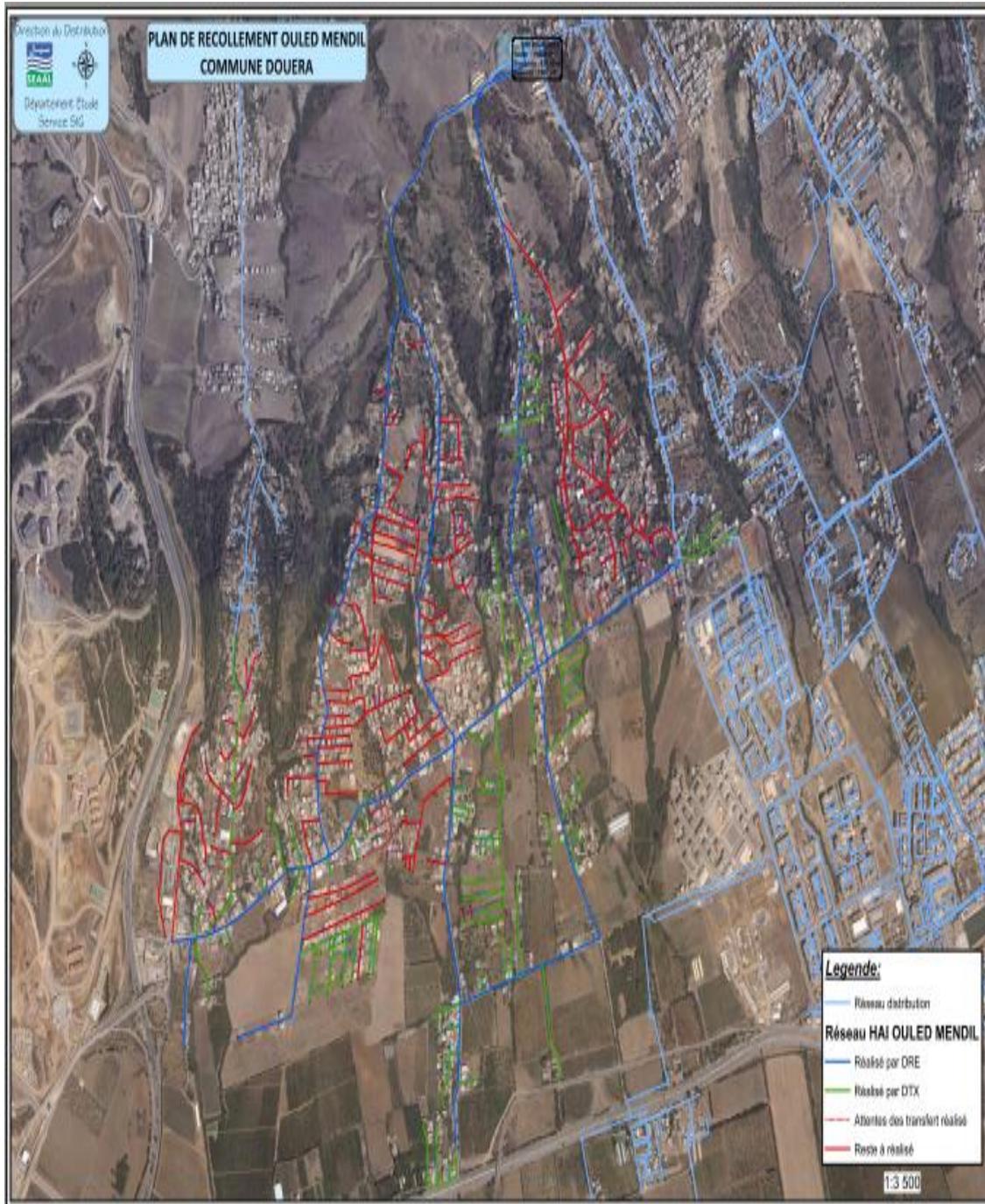
**Figure 3 :** principe d'un système de modulation de pression.

# ANNEXE9

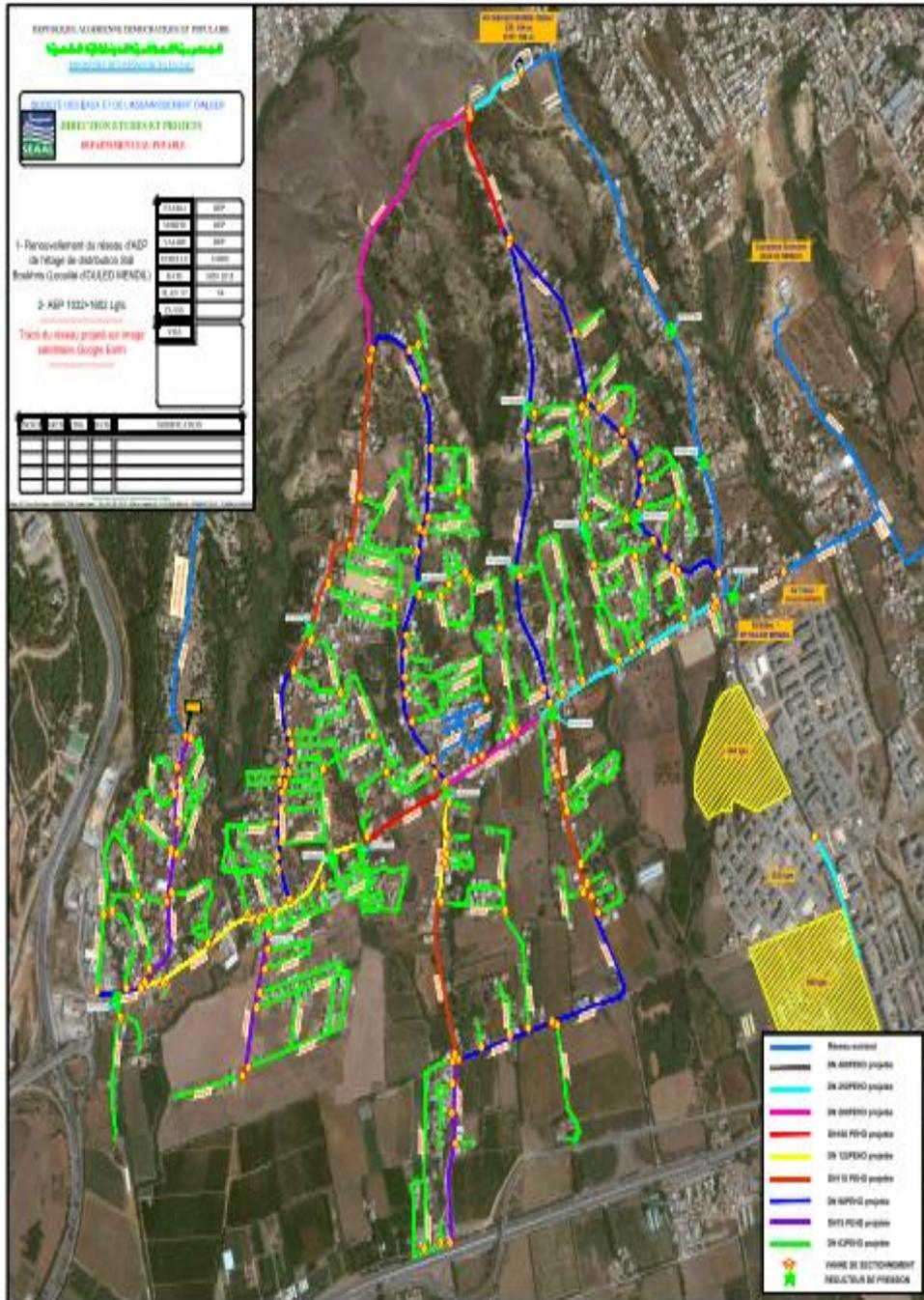
## Plan Recollement d'Ouled Mendil commune DOUERA

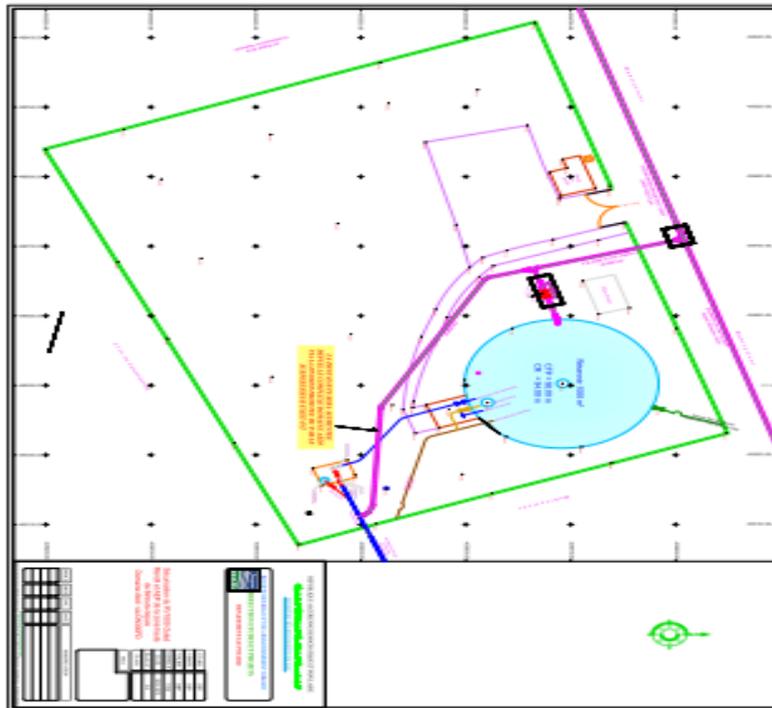


Nom : **SIDI BOUKHRISS**  
Radier : 194,00 m  
Trop plein : 199,00 m  
Capacité : 1500 m3

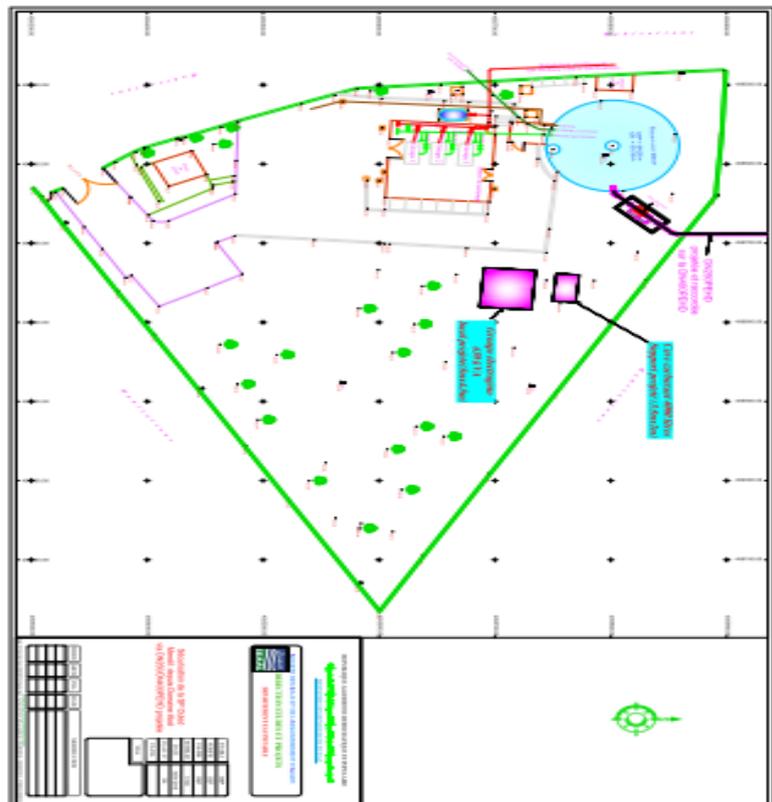


# Plan 1-4 Renouveau réseau d'Ouled Mendil





**Figure 4 : Sécurisation RV1000 Ouled Mendil**



**Figure 5 : Sécurisation SP Ouled Mendil**

## Annexe 10

- Les résultats de calculs de pressions sont présentés dans les tableaux suivants :

ID Nœud	Demande	Charge	Pression	ID Nœud	Demande	Charge	Pression
Noeudn1	0	210	4	Noeudn71	0	210	4
Noeudn2	0	210	4	Noeudn72	0	210	4
Noeudn3	0	210	3	Noeudn73	0	210	11
Noeudn4	0	210	4	Noeudn74	0	210.01	14.01
Noeudn5	0	210	7	Noeudn75	0	210.02	27.02
Noeudn6	0	210.01	15.01	Noeudn76	0	210.02	29.02
Noeudn7	0	210.01	20.01	Noeudn77	0	210.03	31.03
Noeudn8	0	210.01	32.01	Noeudn78	0	210.03	33.03
Noeudn9	0	210.01	36.01	Noeudn79	0	210.03	37.03
Noeudn10	0	210.01	44.01	Noeudn80	0	210.04	38.04
Noeudn11	0	210.02	58.02	Noeudn81	0	210.04	39.04
Noeudn12	0	210.03	61.03	Noeudn82	0	210.05	40.05
Noeudn13	0	210.03	62.03	Noeudn83	0	210.05	40.05
Noeudn14	0	210.04	69.04	Noeudn84	0	210.31	62.31
Noeudn15	0	210.05	80.05	Noeudn91	0	210.32	62.32
Noeudn24	0	210.06	95.06	Noeudn102	0	210.03	13.03
Noeudn30	0	210.06	104.06	Noeudn103	0	210.03	16.03
Noeudn31	0	210.06	105.06	Noeudn104	0	210.03	20.03
Noeudn32	0	210.05	91.05	Noeudn105	0	210.04	22.04
Noeudn33	0	210.05	93.05	Noeudn106	0	210.04	23.04
Noeudn34	0	210.05	95.05	Noeudn107	0	210.05	25.05
Noeudn35	0	210.06	100.06	Noeudn108	0	210.06	27.06
Noeudn39	0	210.06	109.06	Noeudn109	0	210.07	28.07
Noeudn40	0	210.06	99.06	Noeudn110	0	210.11	32.11
Noeudn41	0	210.06	98.06	Noeudn111	0	210.15	39.15
Noeudn42	0	210.06	100.06	Noeudn112	0	210.18	44.18
Noeudn43	0	210.06	99.06	Noeudn113	0	210.2	49.2
Noeudn44	0	210.06	100.06	Noeudn114	0	210.26	59.26
Noeudn45	0	210.06	99.06	Noeudn115	0	210.34	68.34
Noeudn46	0	210.06	98.06	Noeudn116	0	210.35	68.35
Noeudn47	0	210.06	110.06	Noeudn117	0	210.38	76.38
Noeudn48	0	210.06	97.06	Noeudn118	0	210.39	76.39
Noeudn49	0	210.06	96.06	Noeudn119	0	210.42	77.42
Noeudn50	0	210.06	93.06	Noeudn120	0	210.46	80.46
Noeudn51	0	210.07	83.07	Noeudn121	0	210.46	80.46
Noeudn52	0	210.08	89.08	Noeudn122	0	210.5	86.5
Noeudn53	0	210.08	89.08	Noeudn123	0	210.56	90.56
Noeudn55	0	210.09	101.09	Noeudn124	0	210.6	91.6
Noeudn56	0	210.08	90.08	Noeudn125	0	210.68	91.68

Noeudn57	0	210.08	90.08	Noeudn126	0	210.76	91.76
Noeudn58	0	210.07	91.07	Noeudn127	0	210.79	91.79
Noeudn59	0	210.07	90.07	Noeudn128	0	210.85	99.85
Noeudn60	0	210.07	91.07	Noeudn129	0	210.88	99.88
Noeudn61	0	210.07	92.07	Noeudn130	0	210.89	99.89
Noeudn62	0	210.07	92.07	Noeudn131	0	210.93	101.93
Noeudn63	0	210.06	93.06	Noeudn132	0	210.97	103.97
Noeudn64	0	210.06	93.06	Noeudn133	0	211.01	104.01
Noeudn69	0	210.07	109.07	Noeudn134	0	210.47	76.47
Noeudn135	0	210.48	76.48	Noeudn197	0	210.16	55.16
Noeudn136	0	210.48	76.48	Noeudn198	0	210.17	58.17
Noeudn137	0	210.49	80.49	Noeudn199	0	210.18	62.18
Noeudn138	0	210.49	80.49	Noeudn200	0	210.19	65.19
Noeudn140	0	210.85	98.85	Noeudn201	0	210.2	71.2
Noeudn141	0	210.85	98.85	Noeudn202	0	210.21	78.21
Noeudn144	0	210.89	100.89	Noeudn205	0	210.21	80.21
Noeudn145	0	210.91	100.91	Noeudn206	0	210.21	80.21
Noeudn146	0	210.92	100.92	Noeudn207	0	210.22	87.22
Noeudn147	0	210.88	100.88	Noeudn208	0	210.22	87.22
Noeudn148	0	210.87	100.87	Noeudn209	0	210.23	87.23
Noeudn149	0	210.87	101.87	Noeudn210	0	210.23	90.23
Noeudn150	0	210.94	104.94	Noeudn211	0	210.24	99.24
Noeudn151	0	211.01	104.01	Noeudn212	0	210.25	99.25
Noeudn152	0	211.1	107.1	Noeudn213	0	210.25	102.25
Noeudn153	0	211.23	115.23	Noeudn214	0	210.25	108.25
Noeudn154	0	211.31	115.31	Noeudn215	0	210.27	117.27
Noeudn159	0	211.35	118.35	Noeudn216	0	210.27	120.27
Noeudn160	0	211.41	118.41	Noeudn217	0	210.27	122.27
Noeudn161	0	211.46	121.46	Noeudn219	0	210.01	20.01
Noeudn162	0	211.47	121.47	Noeudn220	0	210.01	25.01
Noeudn163	0	211.5	123.5	Noeudn221	0	210.02	26.02
Noeudn164	0	211.49	121.49	Noeudn224	0	213.97	139.97
Noeudn165	0	211.53	123.53	Noeudn225	0	213.89	141.89
Noeudn166	0	211.54	124.54	Noeudn227	0	213.88	136.88
Noeudn167	0	211.64	125.64	Noeudn228	0	213.4	136.4
Noeudn169	0	211.28	115.28	Noeudn229	0	212.95	135.95
Noeudn174	0	211.5	122.5	Noeudn230	0	212.46	134.46
Noeudn175	0	210.01	9.01	Noeudn231	0	212.23	134.23
Noeudn176	0	210.01	12.01	Noeudn232	0	212.09	133.09
Noeudn177	0	210.01	14.01	Noeudn233	0	211.99	126.99
Noeudn178	0	210.05	42.05	Noeudn234	0	211.69	126.69
Noeudn179	0	210.06	44.06	Noeudn235	0	211.55	122.55
Noeudn180	0	210.07	55.07	Noeudn236	0	211.36	122.36
Noeudn181	0	210.09	67.09	Noeudn237	0	211.2	120.2
Noeudn182	0	210.1	72.1	Noeudn238	0	211.04	120.04

Noeudn183	0	210.11	79.11	Noeudn239	0	210.94	120.94
Noeudn184	0	210.12	89.12	Noeudn240	0	210.88	120.88
Noeudn185	0	210.13	95.13	Noeudn241	0	210.84	120.84
Noeudn186	0	210.14	104.14	Noeudn242	0	210.66	120.66
Noeudn187	0	210.15	108.15	Noeudn243	0	210.6	112.6
Noeudn188	0	210.05	25.05	Noeudn244	0	210.52	122.52
Noeudn189	0	210.06	28.06	Noeudn245	0	210.37	123.37
Noeudn190	0	210.07	30.07	Noeudn246	0	210.29	124.29
Noeudn191	0	210.08	33.08	Noeudn247	0	210.27	125.27
Noeudn192	0	210.09	38.09	Noeudn248	0	210.26	120.26
Noeudn193	0	210.11	45.11	Noeudn249	0	210.24	118.24
Noeudn194	0	210.13	45.13	Noeudn250	0	210.21	117.21
Noeudn195	0	210.14	50.14	Noeudn251	0	210.15	110.15
Noeudn196	0	210.15	51.15	Noeudn253	0	210.13	109.13
Noeudn254	0	210.12	113.12	Noeudn321	0	210.17	133.17
Noeudn255	0	210.11	113.11	Noeudn323	0	210.18	139.18
Noeudn256	0	210.1	113.1	Noeudn324	0	210.17	135.17
Noeudn257	0	210.08	113.08	Noeudn325	0	210.17	133.17
Noeudn258	0	210.07	112.07	Noeudn326	0	210.17	130.17
Noeudn259	0	210.06	112.06	Noeudn327	0	210.16	124.16
Noeudn260	0	210.06	112.06	Noeudn328	0	210.16	120.16
Noeudn261	0	210.06	112.06	Noeudn329	0	210.16	117.16
Noeudn262	0	210.06	111.06	Noeudn330	0	210.15	113.15
Noeudn263	0	210.06	95.06	Noeudn331	0	210.15	111.15
Noeudn264	0	210.06	95.06	Noeudn335	0	210.5	82.5
Noeudn265	0	210.06	98.06	Noeudn336	0	210.5	78.5
Noeudn267	0	210.06	111.06	Noeudn337	0	210.51	80.51
Noeudn268	0	210.06	108.06	Noeudn338	0	210.51	80.51
Noeudn269	0	210.06	108.06	Noeudn339	0	210.17	134.17
Noeudn270	0	210.06	104.06	Noeudn340	0	210.17	135.17
Noeudn271	0	210.06	104.06	Noeudn341	0	210.17	136.17
Noeudn272	0	210.06	93.06	Noeudn342	0	210.17	137.17
Noeudn273	0	210.06	88.06	Noeudn343	0	210.17	137.17
Noeudn274	0	210.06	83.06	Noeudn344	0	210.17	137.17
Noeudn275	0	210.06	78.06	Noeudn350	0	210.17	131.17
Noeudn276	0	210.06	72.06	Noeudn352	0	210.16	125.16
Noeudn277	0	210.06	70.06	Noeudn359	0	214.08	142.08
Noeudn278	0	210.06	67.06	Noeudn360	0	214.89	138.89
Noeudn279	0	210.06	61.06	Noeudn361	0	215.24	133.24
Noeudn280	0	210.05	55.05	Noeudn362	0	215.49	129.49
Noeudn281	0	210.05	52.05	Noeudn363	0	215.73	128.73
Noeudn282	0	210.05	49.05	Noeudn364	0	215.97	125.97
Noeudn283	0	210.06	52.06	Noeudn365	0	216.71	120.71
Noeudn284	0	210.06	57.06	Noeudn366	0	216.78	120.78
Noeudn285	0	210.06	64.06	Noeudn367	0	216.83	119.83

Noeudn286	0	210.07	70.07	Noeudn368	0	217.11	119.11
Noeudn287	0	210.07	75.07	Noeudn369	0	218.23	118.23
Noeudn294	0	210.27	125.27	Noeudn370	0	219.12	117.12
Noeudn295	0	210.27	135.27	Noeudn371	0	220.51	115.51
Noeudn296	0	210.27	135.27	Noeudn372	0	220.69	115.69
Noeudn297	0	210.27	139.27	Noeudn373	0	222.6	113.6
Noeudn298	0	210.26	140.26	Noeudn374	0	222.98	111.98
Noeudn299	0	210.26	143.26	Noeudn375	0	224.1	110.1
Noeudn300	0	210.26	146.26	Noeudn376	0	224.79	108.79
Noeudn301	0	210.26	150.26	Noeudn377	0	225.76	108.76
Noeudn302	0	210.26	155.26	Noeudn379	0	225.79	105.79
Noeudn303	0	210.26	155.26	Noeudn392	0	226.37	70.37
Noeudn304	0	210.26	155.26	Noeudn410	0	228.3	7.3
Noeudn305	0	210.26	160.26	Noeudn411	0	228.49	10.49
Noeudn306	0	210.25	148.25	Noeudn418	0	210.45	104.45
Noeudn308	0	210.25	147.25	Noeudn423	0	210.23	118.23
Noeudn311	0	210.25	144.25	Noeudn424	0	210.23	116.23
Noeudn319	0	210.17	135.17	Noeudn426	0	210.24	106.24
Noeudn320	0	210.17	133.17	Noeudn428	0	210.24	112.24
Noeudn429	0	210.24	106.24	Noeud24	0	211.69	130.69
Noeudn430	0	210.24	118.24	Noeud25	0	211.69	135.69
Noeudn434	0	210.26	117.26	Noeud26	0	211.69	124.69
Noeudn437	0	210.25	101.25	Noeud27	0	211.69	125.69
Noeudn445	0	210.23	92.23	Noeud28	0	211.69	130.69
Noeudn446	0	210.23	86.23	Noeud29	0	210.94	124.94
Noeudn449	0	210.21	82.21	Noeud31	0	210.66	125.66
Noeudn451	0	210.2	102.2	Noeud33	0	213.88	148.88
Noeudn452	0	210.2	90.2	Noeud34	0	210.26	160.26
Noeudn453	0	210.2	90.2	Noeud35	0	210.26	160.26
Noeudn454	0	210.19	101.19	Noeud36	0	210.26	160.26
Noeudn456	0	210.19	117.19	Noeud37	0	210.26	159.26
Noeudn457	0	210.19	101.19	Noeud38	0	210.26	156.26
Noeudn462	0	210.12	95.12	Noeud39	0	210.26	158.26
Noeudn463	0	210.12	108.12	Noeud40	0	210.24	109.24
Noeudn466	0	210.12	98.12	Noeud41	0	210.24	108.24
Noeudn473	0	210.76	96.76	Noeud42	0	210.24	115.24
Noeudn474	0	210.76	95.76	Noeud43	0	210.23	120.23
Noeudn476	0	210.52	98.52	Noeud44	0	210.24	93.24
Noeudn477	0	211.56	124.56	Noeud45	0	210.24	98.24
Noeudn479	0	212.46	133.46	Noeud46	0	210.24	95.24
Noeudn480	0	212.46	133.46	Noeud47	0	210.24	100.24
Noeudn481	0	213.21	135.21	Noeud48	0	210.25	98.25
Noeudn483	0	213.48	127.48	Noeud49	0	210.24	106.24
Noeudn486	0	213.72	127.72	Noeud50	0	210.25	100.25
Noeudn488	0	215.41	132.41	Noeud52	0	210.24	94.24

Noeudn491	0	216.39	136.39	Noeud53	0	210.2	99.2
Noeudn496	0	216.6	126.6	Noeud54	0	210.21	84.21
Noeudn512	0	220.77	118.77	Noeud55	0	210.2	79.2
Noeudn521	0	210.18	74.18	Noeud56	0	210.2	74.2
Noeudn522	0	223.3	114.3	Noeud57	0	210.2	83.2
Noeudn523	0	224.12	115.12	Noeud58	0	210.2	79.2
Noeudn529	0	224.79	112.79	Noeud59	0	210.2	85.2
Noeudn530	0	225.78	109.78	Noeud60	0	210.2	92.2
Noeudn536	0	224.12	118.12	Noeud61	0	210.22	50.22
Noeudn537	0	224.12	118.12	Noeud62	0	210.61	79.61
Noeud4	0	226.4	67.4	Noeud63	0	210.59	84.59
Noeud6	0	210.17	133.17	Noeud64	0	210.54	90.54
Noeud8	0	210.15	108.15	Noeud65	0	210.52	90.52
Noeud9	0	210.13	108.13	Noeud66	0	210.51	85.51
Noeud10	0	210.06	80.06	Noeud67	0	210.51	81.51
Noeud12	0	210.06	75.06	Noeud68	0	213.88	148.88
Noeud14	0	210.05	60.05	Noeud69	0	216.39	137.39
Noeud15	0	210.06	81.06	Noeud72	0	210.22	145.22
Noeud18	0	210.09	106.09	Noeud77	0	225.78	105.78
Noeud19	0	210.05	58.05	Noeud78	0	210.04	80.04
Noeud20	0	210.04	55.04	Noeud79	0	210.21	80.21
Noeud21	0	211.69	127.69	Noeud7	0	210.11	80.11
Noeud22	0	211.69	128.69	Noeud94	0	210.25	147.25
Noeud23	0	211.69	131.69	Noeud95	0	210.26	133.26
Noeud11	0	210.09	111.09	Noeud144	0	213.88	141.88
Noeud13	0	210.09	107.09	Noeud73	0	210.86	110.86
Noeud16	0	210.09	106.09	Noeud97	0	211.69	127.69
Noeud99	0	210.06	62.06	Noeud110	0	211.42	123.42
Noeud101	0	210.06	56.06	Noeud123	0	211.13	123.13
Noeud102	0	210.12	78.12	Noeud124	0	210.68	127.68
Noeud103	0	210.12	77.12	Noeud125	0	210.7	130.7
Noeud104	0	210.16	116.16	Noeud126	0	210.73	129.73
Noeud105	0	210.16	113.16	Noeud127	0	211.69	135.69
Noeud106	0	210.16	119.16	Noeud30	0	217.65	112.65
Noeud107	0	210.16	125.16	Noeud32	0	222.76	110.76
Noeud108	0	210.17	129.17	Noeud128	0	213.88	142.88
Noeud109	0	210.26	135.26	Noeud129	0	214.08	135.08
Noeud111	0	210.26	147.26	Noeud130	0	210.2	145.2
Noeud112	0	210.17	62.17	Noeud131	0	210.45	114.45
Noeud113	0	210.17	62.17	Noeud96	0	213.97	139.97
Noeud114	0	210.21	54.21	Noeud133	0	210.16	110.16
Noeud115	0	210.22	60.22	Noeud80	0	210.03	58.03
Noeud116	0	210.21	72.21	Noeud134	0	210.06	88.06
Noeud117	0	210.33	75.33	Noeud135	0	210.06	72.06
Noeud118	0	210.34	80.34	Noeud137	0	210.05	49.05

Noeud119	0	210.33	65.33	Noeud138	0	210.07	50.07
Noeud120	0	210.36	84.36	Noeud139	0	210.06	83.06
Noeud121	0	210.37	71.37	Noeud140	0	211.42	123.42
Noeud122	0	210.36	86.36	Bâche1	24.36	210	0
Noeud17	0	211.15	110.15	Bâche2	-24.36	228.5	0
Noeud51	0	210.94	115.94				

• **Calibrage du modèle en débit : (quelques tuyaux)**

Link ID	Diamètre mm	Rugosité mm	Débit m <sup>3</sup> /h	Vitesse m/s	Statut	Link ID	Diamètre mm	Rugosité mm	Débit m <sup>3</sup> /h	Vitesse m/s	Statut
Pipe p1	300	0.1	117.79	0.46	Open	Pipe p347	51.4	0.3	1.14	0.15	Open
Pipe p2	300	0.1	117.55	0.46	Open	Pipe p348	51.4	0.3	0.76	0.1	Open
Pipe p3	300	0.1	117.31	0.46	Open	Pipe p349	51.4	0.3	0.38	0.05	Open
Pipe p4	300	0.1	117.06	0.46	Open	Pipe p357	51.4	0.3	0.05	0.01	Open
Pipe p5	300	0.3	116.82	0.46	Open	Pipe p364	61.4	0.3	9.05	0.85	Open
Pipe p6	300	0.3	116.58	0.46	Open	Pipe p365	61.4	0.3	8.29	0.78	Open
Pipe p7	300	0.3	116.33	0.46	Open	Pipe p366	61.4	0.3	4.95	0.46	Open
Pipe p8	300	0.3	116.09	0.46	Open	Pipe p367	61.4	0.3	4.57	0.43	Open
Pipe p9	300	0.3	115.85	0.46	Open	Pipe p368	61.4	0.3	4.19	0.39	Open
Pipe p10	300	0.3	115.61	0.45	Open	Pipe p369	61.4	0.3	3.81	0.36	Open
Pipe p11	300	0.3	115.12	0.45	Open	Pipe p370	61.4	0.3	3.43	0.32	Open
Pipe p12	300	0.3	114.88	0.45	Open	Pipe p371	61.4	0.3	2.67	0.25	Open
Pipe p13	300	0.3	114.63	0.45	Open	Pipe p372	61.4	0.3	4.47	0.42	Open
Pipe p14	300	0.3	114.39	0.45	Open	Pipe p373	61.4	0.3	4.09	0.38	Open
Pipe p16	300	0.3	113.9	0.45	Open	Pipe p374	61.4	0.3	3.71	0.35	Open
Pipe p29	51.4	0.3	0.1	0.01	Open	Pipe p375	61.4	0.3	3.33	0.31	Open
Pipe p30	300	0.3	113.66	0.45	Open	Pipe p376	61.4	0.3	2.95	0.28	Open
Pipe p31	300	0.3	113.42	0.45	Open	Pipe p377	61.4	0.3	3.2	0.3	Open
Pipe p32	300	0.3	111.86	0.44	Open	Pipe p378	61.4	0.3	1.45	0.14	Open
Pipe p33	300	0.3	111.62	0.44	Open	Pipe p379	61.4	0.3	1.66	0.16	Open
Pipe p37	51.4	0.3	0.62	0.08	Open	Pipe p380	61.4	0.3	1.28	0.12	Open
Pipe p38	51.4	0.3	-0.87	0.12	Open	Pipe p381	61.4	0.3	1.31	0.12	Open
Pipe p39	73.6	0.3	13.22	0.86	Open	Pipe p383	150	0.3	0.38	0.01	Open
Pipe p40	73.6	0.3	12.98	0.85	Open	Pipe p433	73.6	0.3	0.38	0.02	Open
Pipe p41	73.6	0.3	12.74	0.83	Open	Pipe p434	73.6	0.3	-0.76	0.05	Open
Pipe p42	73.6	0.3	12.49	0.82	Open	Pipe p450	48.8	0.3	0.38	0.06	Open
Pipe p43	73.6	0.3	12.25	0.8	Open	Pipe p456	51.4	0.3	0.76	0.1	Open
Pipe p44	73.6	0.3	12.01	0.78	Open	Pipe p457	51.4	0.3	0.38	0.05	Open
Pipe p45	73.6	0.3	11.76	0.77	Open	Pipe p458	51.4	0.3	-1.14	0.15	Open
Pipe p46	73.6	0.3	10.66	0.7	Open	Pipe p461	51.4	0.3	0.38	0.05	Open
Pipe p47	73.6	0.3	10.41	0.68	Open	Pipe p467	51.4	0.3	2.07	0.28	Open
Pipe p48	73.6	0.3	-8.25	0.54	Open	Pipe p481	51.4	0.3	0.38	0.05	Open
Pipe p49	51.4	0.3	0.14	0.02	Open	Pipe p483	51.4	0.3	0.76	0.1	Open

## Annexe 11

### ESTIMATION FINANCIERE :

L'estimation financière du projet est donnée dans le tableau ci-dessous :

CODE ARTICLE	DESIGNATIONS	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE HT DA	TOTAL HT D.A
1	<b>TRAVAUX DE TERRASSEMENT</b>				
1.1	Excavation en tranchée en terrain meuble exécutée mécaniquement sur toute profondeur	M3	9792	300.00	2 937 581.42
1.2	Excavation en tranchée en terrain rocheux exécutée mécaniquement sur toute profondeur	M3	2448	2 500.00	6 119 961.29
4.6	vannes de sectionnement DN100 PN16	U	2	19 976.87	39 953.74
4.7	vannes de sectionnement DN80 PN16	U	12	16 802.86	201 634.27
4.8	vannes de sectionnement DN65 PN16	U	2	16 328.75	32 657.51
4.9	vannes de sectionnement DN50 PN16	U	141	13 792.01	1 944 673.97
4-10	Vanne de régulation de pression DN400	U	1	1 222 272.00	1 222 272.00
4.11	Vanne de régulation de pression DN300	U	1	769 406.40	769 406.40
4.12	Vanne de régulation de pression DN100	U	2	147 342.60	294 685.20
4.13	Vanne de régulation de pression DN80	U	4	139 406.40	557 625.60
4.14	Vanne de régulation de pression DN65	U	1	131 897.66	131 897.66
4.15	Vanne de régulation de pression DN50	U	4	124 793.36	499 173.44
4.16	Coudes 1/8 DN315 PEHD PN16	U	3	57 745.44	173 236.32
4.17	Coudes 1/16 DN250 PEHD PN16	U	3	29 356.20	88 068.60
4.18	Coudes 1/16 DN200 PEHD PN16	U	8	10 484.36	83 874.88
4.19	Coudes 1/8 DN110 PEHD PN16	U	7	6 290.60	44 034.22
4-20	Coudes 1/8 DN90 PEHD PN16	U	13	3 594.64	46 730.28
4.21	Té en DN250/250 PEHD PN16	U	2	46 131.16	92 262.32
4.22	Té en DN200/200 PEHD PN16	U	3	12 581.22	37 743.66
4.23	Té en DN125/125 PEHD PN16	U	2	10 783.89	21 567.79
4.24	Té en DN75/75 PEHD PN16	U	22	5 372.02	118 184.34
4.25	Té en DN63/63 PEHD PN16	U	90	2 413.03	217 172.60
4.26	cône de réduction en DN250/200 PEHD PN16	U	3	31 153.49	93 460.48
4.27	cône de réduction en DN300/250 PEHD PN16	U	1	32 984.00	32 984.00
4.28	cône de réduction en DN75/63 PEHD PN16	U	22	1 589.53	34 969.61
4.29	prise en charge en DN200/90 PEHD PN16	U	4	18 188.85	72 755.39
4-30	Prise en charge en DN125/90 PEHD PN16	U	3	15 112.06	45 336.19
4.31	prise en charge en DN200/63 PEHD PN16	U	2	9 784.57	19 569.13
4.32	prise en charge en DN125/63 PEHD PN16	U	15	7 927.71	118 915.71
4.33	prise en charge en DN90/63 PEHD PN16	U	60	6 519.92	391 195.14
4.34	Bouchon électro-soudable Ø75 PEHD	U	3	2 765.29	8 295.86
4.35	Bouchon électro-soudable Ø63 PEHD	U	60	991.75	59 504.93
5	<b>GENIE CIVIL</b>				
5.1	Construction de regard de vidange en béton armé dosé à 350 kg/m <sup>3</sup> de ciment, de deux nappes d'acier en $\phi$ 12 espacé de 15 cm, de dimensions intérieures 1.5 m x 1.5 m x H variable, y compris tampon et échelle métallique.	U	25	150 000.00	3 750 000.00
5.2	<b>Nouveau local groupe électrogène (5mx4,5m)</b>				
5.2.1	Exécution de fouilles de semelle de dimensions (1.80m x1.80m x1.60m)	M3	21	1 200.00	24 883.20
5.2.2	Exécution de fouilles en tranchée de 0.80 m x 0.60 m pour longrines	M3	9	1 200.00	10 944.00
5.2.3	Exécution de béton de propreté dosé à 150 kg/m <sup>3</sup> pour longrines	M3	0.4	16 000.00	6 080.00
5.2.4	Exécution de béton de propreté dosé à 150 kg/m <sup>3</sup> pour semelles de fondation	M3	1	16 000.00	10 368.00
5.2.5	Exécution de béton armé dosé à 400 kg/m <sup>3</sup> pour longrines 0.4 m x 0.60 m	M3	5	45 000.00	205 200.00
5.2.6	Exécution de béton armé dosé à 400 kg/m <sup>3</sup> pour semelles 1.8m x1.8m	M3	5	45 000.00	233 280.00
5.2.7	Exécution de béton armé dosé à 400 kg/m <sup>3</sup> pour dallage Au niveau RDC	M3	2	45 000.00	101 250.00
5.2.8	Exécution de béton armé dosé à 400 kg/m <sup>3</sup> pour poteau en béton arme de 0.40m x 0.40m	M3	3	45 000.00	151 200.00

5.2.9	Exécution de béton armé dosé à 400 kg/m <sup>3</sup> pour poutres en béton armé de 0.40m x 0.60m	M3	5	45 000.00	205 200.00
5.3	<b>Exécution dalle en préfabriqué de 0.20 m d'épaisseur</b>				
5.3.1	Exécution de maçonnerie en briques de 15 cm pour réalisation des murs	M2	67	1 000.00	66 500.00
5.3.2	Enduits au mortier de ciment dosé à 400 kg/m <sup>3</sup> sur murs à l'intérieur et à l'extérieur	M2	133	550.00	73 150.00
5.3.3	Fourniture et pose de carrelage à l'intérieur du local	M2	23	1 200.00	27 000.00
5.3.4	Eclairage type fluorescents haut rendement y compris installation électrique	U	4	20 000.00	80 000.00
5.3.5	Exécution de l'étanchéité du local par la fourniture et mise en place d'un complexe élastomère protégé par une couche de Pax aluminium	M2	23	1 200.00	27 000.00
5.3.6	Fourniture et pose d'un système protection incendie : Pose d'un extincteur compatible avec le risque électrique + bac à sable 100 litres avec pelle près de l'accès.	ENS	1	50 000.00	50 000.00
5.4	<b>Construction d'un abri pour cuve de rétention de Gasoil de 4000 l (3,5mX2m)</b>				
5.4.1	Exécution de fouilles de semelle de 1,5 x1,5x1,50	M3	14	1 200.00	16 200.00
5.4.2	Exécution de gros béton dosé à 250 kg/m <sup>3</sup> de ciment pour semelle isolée de 0,50 m d'épaisseur y compris mise en place de barres en attente	M3	5	25 000.00	112 500.00
5.4.3	Exécution d'une dalle au niveau RDC de 0.20 m d'épaisseur en béton armé dosé à 350 kg/m <sup>3</sup> de ciment	M3	1	30 000.00	42 000.00
5.4.4	Exécution de poteau en béton armé de 0.40mx0.40m dosé à 350 kg/m <sup>3</sup> de ciment	M3	1	30 000.00	28 800.00
5.4.5	Fourniture et pose de support en charpente métallique accrochés au sol pour cuve carburant 4000l	U	1	20 000.00	20 000.00
5.4.6	Fourniture et pose toit en charpente métallique y compris supports, drainage et Etanchéité pour une plateforme ayant les dimensions suivantes 3,5mx2 m	U	1	250 000.00	250 000.00
6	<b>DIVERS</b>				
6.1	Transfert de branchement ou réalisation de branchement Ø15 mm et Ø20 mm dans le cadre d'un chantier de renouvellement ou extension de réseau y compris toutes sujétions de bonnes exécutions plus pose niche	U	650	30 000.00	19 500 000.00
				TOTAL HT	139 103 782.18
				TVA 17%	23 647 642.97
				TOTAL TTC	162 751 425.15

Soit un prix global de : Cent soixante-deux million sept cent cinquante et un mille quatre cent vingt-cinq dinars algériens et quinze centimes en toutes taxes comprises.