

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبو بكر بلقايد - تلمسان

Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen



Faculté de Technologie

Département d'Hydraulique

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

Option : Eau, Sol et Aménagement

Thème

**Etude critique et modélisation du réseau d'AEP  
du Oudjlida Sud**

Présenté le : 24/04/2016 par :

**Habbeddine Amina**

Devant le jury composé de :

**Mr. MEGNOUNIF**

**Mme. C. BOUKLI HACENE**

**Mr.T. TERKI HECCAINE**

**Mr.M. ADJIM**

**Président**

**Examineur**

**Examineur**

**Encadreur**

Année universitaire : 2015/2016.

## DÉDICACES

﴿بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ﴾

*Je dédie ce modeste travail en signe de respect et de reconnaissance à:*

*Mes chers parents pour tous les sacrifices qu'ils ont consentis, pour tous les encouragements ainsi que pour leur soutien qui m'a permis de mener à terme le travail en question.*

*Je le dédie également à:*

- ❖ *Ma fille Rihame*
- ❖ *Mes chers sœurs et mon frère*
- ❖ *Mon époux pour leur encouragement, patience et compréhension*
- ❖ *Toute ma grande famille Habbeddine et Mokeddem*
- ❖ *A mes amis*
- ❖ *A tous ceux qui de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail et à ce qui me sont chers.*

*Toute la promotion d'ESA 2014/2015*

## REMERCIEMENTS

*A Dieu seul revient notre gratitude en premier et dernier lieu.*

*Un très grand merci à :*

*Nos parents qui nous ont suivis pendant nos études.*

*Nous adressons nos remerciements chaleureusement à tous les professeurs qui nous ont enseignés depuis les études primaires jusqu'aux années du cursus universitaire pour l'obtention du diplôme MASTER2*

*Toute personne ayant contribué de près ou de loin pour l'achèvement de ce travail, en particulier notre encadreur Mr ADJIM, nous tenons en premier lieu à la remercier pour ses orientations, son aide et précieux conseil. Nous tenons à remercier aussi Mr Bouhafsi Seddik, Mme C. Boukli Hacéne & Mr Terki Heccaine pour avoir bien voulu examiner notre travail. Aussi je remercie Mr Megnounif qui nous a fait honneur de présider le jury de ce mémoire.*

*Et bien sûr, merci à tous les travailleurs de l'Université de Tlemcen et à tous nos amis avec qui nous avons gardé des souvenirs très agréables des bons moments vécus ensemble.*

## الملخص

يقع مستغل شبكة الإمدادات بالمياه الصالحة للشرب عادة في مواجهة صعوبة المعرفة بدقة للشبكة مع مراعاة تنوعها (عموما تعدد دفعات الأعمال المنجزة حسب تقنيات مختلف وعلى مدى عدة سنوات) ومداهها.

وعلاوة على ذلك، من بين المشاكل المطروحة يوميا، المستغل يجد مشاكل في عدة أماكن. في هذه المشاكل تضاف أيضا التسربات، أخطاء التوصيلات التي لا تكون دائما بدون نتائج على تدفق المياه وعلى صيانة الشبكة للمدى المطلوب.

إن تطوير التكنولوجيا في تصميم ورسم الخرائط باستخدام الحاسوب، ومؤخرا في نظم المعلومات أعطى دفعة جديدة في مجال رسم الخرائط.

وفي هذا الصدد، فإن العمل المنجز ينص على معرفة بيانات شبكة الإمدادات بالمياه الصالحة للشرب المنطقة الجنوبية لاجلدية في قاعدة البيانات، و على نمذجة الشبكة، والمساهمة في إدارتها من خلال نظام المعلومات الجيوغرافية. برنامج SIG (MAPINFO) مربوط ببرنامج الحسابات EPANET. للحصول على البيئة الفعالة في النمذجة والقدرة على تحليل سلطة تحليل شبكة الإمدادات بالمياه الصالحة للشرب لمنطقة الجنوبية لاجلدية.

### الكلمات الرئيسية:

نمذجة، نظام المعلومات الجغرافية، قاعدة البيانات، EPANET، شبكة الإمدادات بالمياه الصالحة للشرب.

## **RESUME**

L'exploitant d'un réseau d'alimentation en eau potable se trouve généralement confronté à la difficulté de connaître avec précision son réseau compte tenu de sa diversité (généralement de multiples tranches de travaux réalisées selon des techniques différentes et sur plusieurs années) et son étendue.

Par ailleurs, parmi les problèmes à résoudre quotidiennement, l'exploitant trouve des ruptures à plusieurs endroits. A ces problèmes s'ajoutent également les fuites, les erreurs de branchements qui ne sont pas toujours sans conséquences pour l'écoulement des eaux et la mise en œuvre des extensions effectuées sur le réseau...

Le développement des techniques du dessin et de la cartographie assistée par ordinateur et plus récemment les systèmes d'information a donné une grande impulsion à la cartographie.

Dans ce sens, le présent travail consiste à avoir les données du réseau d'AEP de Oudjlida Sud dans une base de données, à modéliser le réseau et à contribuer à la gestion de ce réseau à l'aide d'un SIG. Le logiciel SIG (MAPINFO), est associé au code de calcul EPANET pour bénéficier d'un environnement performant de modélisation et pouvoir analyser le réseau d'alimentation en eau potable de Oudjlida Sud.

### **Mots clés**

Modélisation, Système d'information géographique, Base de Données, EPANET, Réseau d'alimentation en eau potable.

## SUMMARY

The operator of a network of drinking water supply is located usually faces the difficulty of knowing with precision its network in light of its diversity (usually multiple tranches of work carried out according to different techniques and on several years) and its extent.

In addition, among the problems to be solved daily, the operator found of breaks at several places. has these problems add also the leaks, the errors of connections which are not always without consequences for the flow of water and the implementation of the extensions performed on the network ...

The development of techniques of the drawing and the power of computer mapping and more recently the information systems gave a major impetus to the mapping.

In this sense, the present work is to have the data from the network of AEP of Oudjlida Sud in a database, to model the network and to contribute to the management of this network using a SIG. The GIS software (MAPINFO), is coupled to the calculation code EPANET for benefit of an efficient environment for modeling and be able analyze the drinking water network of the city of OudjlidaSud

### **Keywords**

Modeling, geographic information system, database, EPANET, drinking water network.

## *Liste des abréviations*

A.D.E : Algérienne Des Eaux.

AEP : Alimentation En Eau Potable

D : dotation moyenne en l/j/hab.

DEN: Dotation Egale pour chaque Nœud

DPH: Dotation Proportionnelle à la densité des Habitants.

DPS: Dotation Proportionnelle aux Surfaces desservies

n : intervalle des années moyen de la population

N : nombre de consommateurs

OAIC : l'office algérien interprofessionnel des céréales

P.D.A.U : Plan directeur d'Aménagement et d'Urbanisme.

PVC : Chlorure de Poly Vinyle

Q<sub>moyj</sub> : Consommation moyenne journalière en m<sup>3</sup>/j

Q<sub>moy</sub>: débit moyen en (l/s).

SIG : Système D'information Géographique

TAB: Table.

UTM :Universel Transverse Mercator.

P<sub>0</sub> : population de base

P<sub>n</sub> : population à l'horizon considéré

α : Taux d'accroissement moyen de la population

## *Liste des figures*

Figure I.1 : Situation de Oudjlida Sud .....	04
Figure III.1 : Structure d'un SIG .....	20
Figure III.2 : Fonctionnalités d'un SIG .....	22
Figure IV.1 : Choix du référentiel de calage de la zone d'étude sur Mapinfo .....	29
Figure IV.2 : Calage de la zone Oudjlida Sud.....	30
Figure IV.3 : Réseau d'AEP de Oudjlida sud modélisé sous Mapinfo .....	31
Figure IV.4 : Description de la structure de la table conduite.....	32
Figure IV.5 : Structure de la table des conduites .....	33
Figure IV.6 : Diamètres de réseau avec l'analyse thématique sur Mapinfo.....	34
Figure IV.7 : Diamètres des canalisations utilisées pour le réseau .....	35
Figure IV.8 : Le réseau d'AEP de Oudjlida Sud modélisé sous Epanet .....	36
Figure IV.9 : Distribution des pressions pour le réseau actuel estimée par la méthode DEN.. .....	39
Figure IV.10 : Pression ,charge et cotes des nœuds pour le réseau actuel estimée par la méthode DEN.....	40
Figure IV.11 : Répartitions des vitesses et des débits pour le réseau actuel estimée par la méthode DEN.....	41
Figure IV.12 : Schéma de partage du réseau du Oudjlida Sud.....	43
Figure IV.13 : Distribution des pressions pour le réseau actuel estimée par la méthode DPS .....	44
Figure IV.14 : Comparaison de pressions des nœuds estimée par les méthodes DEN et DPS... .....	45



Figure IV.14: Schéma de partage du réseau de Oudjlida Sud pour la méthode DPH.....	46
Figure IV.16 :Distribution des pressions estimée par la méthode DPH pour le réseau actuel . .....	47
Figure IV.17 : Répartition des vitesses et des débits estimés par la méthode DPH.....	49
Figure IV.18: Répartition des vitesses et des nœuds estimée par la méthode DEN .....	49

## *Liste des tableaux*

Tableau I.1 : Estimation de la population urbaine de Oudjlida Sud.....	07
Tableau I.2 : Ouvrages de stockage de Oudjlida Sud.....	09
Tableau II.1 : Estimation de La population de Oudjlida .....	13
Tableau II.2 : Débit moyen pour la population de Oudjlida m <sup>3</sup> /j.....	13
Tableau II.3 : Débit moyen pour la population de Oudjlida Sud l/s .....	13
Tableau II.4 : Débit moyen pour la population et les équipements de Oudjlida Sud l/s.....	14
Tableau II.5 :Débit de pointe pour la population et les équipements de Oudjlida Sud l/s.....	14
Tableau II.6 :Débit de perte pour la population et les équipements de Oudjlida Sud l/s.....	15
Tableau II.7 :Débit de pointe distribuée pour la population et les équipements de Oudjlida Sud l/s .....	15
Tableau IV.1 : Affectation des débits aux différents nœuds selon la méthode DPS.....	42
Tableau IV.2 : Affectation des débits aux différents nœuds selon la méthode DPH.....	46
Tableau IV.3 :Débit max pour la population et les équipements de Oudjlida Sud l/s .....	48

# Table des matières

INTRODUCTION GÉNÉRALE .....	01
<b>Chapitre I:PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....</b>	<b>03</b>
I.1. Introduction .....	03
I.2. Presentation du groupement urbain de tlemcen.....	03
I.3. Oudjlida sud.....	03
I.3.1. Situation topographique .....	05
I.3.2. Situation climatique : .....	05
I.3.3.Situation géologique : .....	06
I.3.4.Situation démographique .....	07
I.4. Les ressources hydrauliques : .....	08
I.4.1. Les eaux superficielles :.....	08
I.4.2. Les eaux souterraines :.....	08
I.4.3. Ouvrages de stockage : .....	09
I.6. Conclusion .....	10
<b>Chapitre II: BILAN HYDRIQUE .....</b>	<b>11</b>
II.1. Introduction .....	11
II.2. Estimation des besoins en eau:.....	11
II.2.1. Consommation moyenne journalière :.....	11
II.2.2. Estimation des débits moyens et des débits de pointe d'Oudjlida Sud .....	12
II.3. Conclusion.....	15

<b>Chapitre III: PRÉSENTATION DES ENVIRONNEMENTS SIG et EPANET .....</b>	<b>17</b>
III.1. Introduction.....	17
III.2. Définitions du SIG .....	17
III.3. Les types des SIG.....	18
III.4.rôle d'un SIG.....	19
III.5. La structure du SIG .....	19
III .6. Fonctionnalités du SIG .....	21
III.7. Les principaux domaines d'application des SIG .....	22
III.8. Le système d'information géographique pour le réseau d'AEP .....	23
III.9. Description de l'environnement Epanet.....	24
III.9.1. Caractéristiques principales du logiciel.....	24
III .9.2. Les étapes de l'utilisation d'EPANET .....	25
III.10. Conclusion .....	25
<b>Chapitre VI:Modélisation et étude critique du réseau .....</b>	<b>27</b>
IV.1. Modélisation du réseau sur Mapinfo .....	27
IV.1.1. Acquisition des données .....	28
IV.1.2. Constitution des tables de données .....	31
IV.1.3. Résultats préliminaires de la modélisation sur MapInfo.....	33
IV.5. Modélisation du réseau sous Epanet.....	35
IV.6. Etude critique du réseau.....	37
IV.6.1. Simulations avec la méthode « DEN » .....	37

IV.6.2. Simulation avec méthode « DPS ».....	41
IV.6.3. Simulation avec méthode « DPH».....	45
IV.7. Capacité réelle du reseau .....	48
IV.8. Conclusion .....	49
CONCLUSION GENERALE .....	50

## RÉFÉRENCE BIBLIOGRAPHIQUE

## LES ANNEXES

Annexe A:

Annexe B:

Annexe C :

Annexe D:

D.1. Simulations avec la méthode « DEN »

D.2. Simulation avec la méthode « «DPS »

D.3. Simulation avec méthode « DPH»



## **INTRODUCTION GÉNÉRALE**

## **INTRODUCTION GENERALE**

L'eau représente aujourd'hui un enjeu crucial pour toutes les sociétés. La crise actuelle est bien plus qu'une question de rareté. L'Algérie souffre aujourd'hui d'un déficit chronique d'eau qui engendre des situations de pénurie, notamment en milieu urbain.[Belaid A,2014]

La population augmente rapidement et les besoins en eau domestique, industrielle et agricole sont de plus en plus élevés avec le temps. Certes, la mobilisation de la ressource en eau n'a jamais cessé de progresser, mais cette croissance est insuffisante et inférieure à celle de la demande, entraînant un écart entre le volume demandé et le volume offert par les services de l'eau.[Belaid A,2014]

Pour ces raisons que la science n'a cessé de se développer dans ce domaine depuis l'antiquité. La modélisation des réseaux d'alimentation en eau est le dernier avancement dans ce processus développement ; elle est devenue, une partie incontournable pour la conception et la gestion des systèmes d'alimentation en eau. Ces modèles sont souvent fiables et capables de simuler les besoins actuels et futurs en facilitant la gestion et les extensions des infrastructures hydriques et en minimisant le gaspillage et les abus.[Belaid A,2014]

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

Dans la littérature de la modélisation des réseaux d'eau, nous trouvons plusieurs modèles, malgré que les uns se différencient par rapport aux autres par leurs formulations mathématiques, algorithmes, domaines d'application, facilités d'utilisations, mais à la fin tous les programmes

de modélisation des réseaux de conduites sont similaires. Chaque programme détermine la répartition des débits dans le réseau et calcule les pressions, les pertes de charge dans les conduites en plus tous les programmes sont basés sur une résolution matricielles des équations qui régissent les phénomènes hydriques.[Belaid A,2014]

Dans ce travail, on se propose de modéliser le réseau d'AEP de Oudjlida Sud en se servant des environnements MapInfo et EPANET. Les erreurs relatives au tracé du réseau disponible sur l'environnement AutoCad sont minimisées en utilisant l'outil Google Earth et MapInfo. Aussi, les données manquantes, relatives aux différentes côtes du réseau sont acquises en utilisant les outils disponibles dans les susdits environnements. A la fin, une étude critique du réseau actuel de l'AEP de Oudjlida Sud a été élaborée.

Le travail a été scindé en quatre chapitres. Dans le premier chapitre, les différents aspects de la zone d'étude ont été présentés. Dans le deuxième chapitre, l'estimation prévisionnelle des besoins en eau potable a été établie. Le chapitre trois donne une description succinctes relative aux potentialités offertes par les environnements de modélisation MapInfo et EPANET. Enfin, la partie la plus importante de ce travail est traitée dans le quatrième chapitre qui englobe une étude critique du réseau actuel de Oudjlida Sud effectuée en utilisant trois méthodes d'imputation des débits distribués aux nœuds de distribution.





PRESENTATION DE LA  
ZONE D'ETUDE

---

## PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

### I.1. Introduction

Avant tout projet d'approvisionnement ou de rénovation du réseau d'alimentation en eau potable, l'étude du site est nécessaire pour connaître toutes les caractéristiques du lieu et les facteurs qui influent sur la conception du projet. Parmi ces facteurs, nous citons : les données relatives à l'agglomération, les données propres au réseau d'alimentation en eau potable, ainsi que la connaissance de la géographie et la topographie du site qui nous permettront de prendre les dispositions nécessaires lors de la réalisation des travaux.

### I.2. Présentation du groupement urbain de tlemcen

La wilaya de Tlemcen se situe à l'extrême Ouest de l'Algérie, elle est limitée géographiquement au Nord par la mer Méditerranée, à l'Ouest par le royaume du Maroc, au Nord-est et à l'Est par les wilayas de Ain-Témouchent et de Sidi Bel-Abbès, et au Sud par la wilaya de Naâma. La wilaya de Tlemcen regroupe actuellement et depuis le découpage administratif de 1991, vingt daïras et cinquante-trois communes dont le chef-lieu de wilaya est Tlemcen. Elle s'étend sur une superficie de 9061Km<sup>2</sup>.

Le groupement des communes de Tlemcen, Chetouane et Mansourah, dit Groupement Urbain de Tlemcen (GUT), occupe environ 112,2 km<sup>2</sup> constituant le bassin intérieur de Tlemcen [Boukli Hacene,2014]

### I.3. Oudjlida sud

Le périmètre d'étude du plan d'occupation de sol, concerne un site non encore urbanisé dans son ensemble, il s'étend sur une superficie de 47 Ha, s'élève sur une petite colline avec une forte déclivité du terrain du coté Est.[PDAU,2005]

Situé au Nord de l'agglomération d' Abou-techfine, il est considéré comme le nouveau pôle urbain du grand Tlemcen avec celui d'Oujlida Nord

Oudjlida Sud est ainsi limité :

Au Nord par Oudjlida nord

Au Sud par le rocade et Abou-techfine

A l'Est par des terrains agricoles

A l'Ouest par l'OAIC et des terres agricoles.

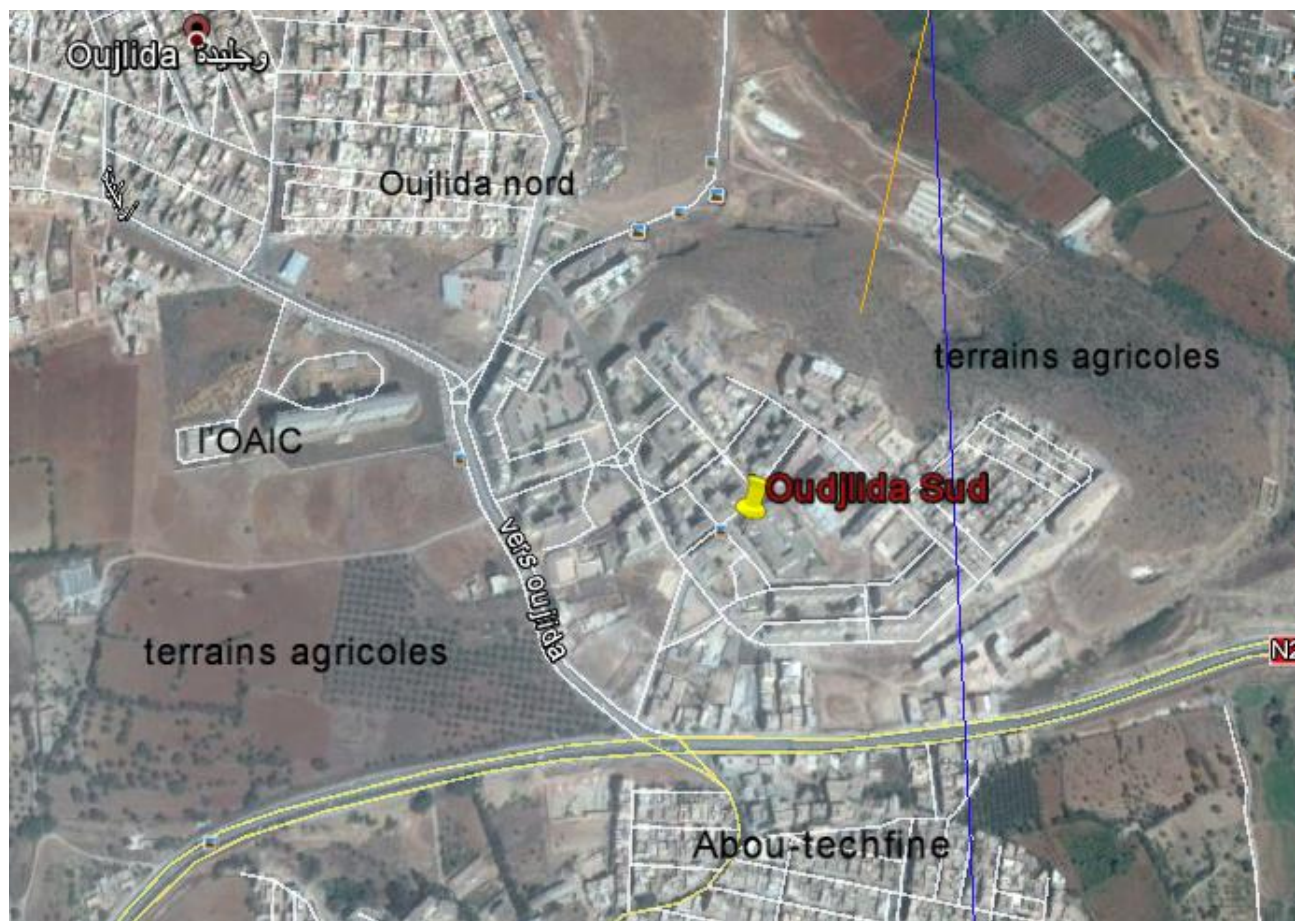


Figure I.1 : Situation de Oudjlida Sud[Google Earth]

### **I .3.1. Situation topographique**

Le terrain de la zone d'étude est trop accidenté, la nature du sol est semi-rocheuse et présente des pentes assez fortes .

### **I .3.2. Situation climatique :**

Le climat est la moyenne, sur un certain nombre d'années, des variations quotidiennes de la température, des précipitations, des vents et d'autres conditions atmosphériques qui caractérisant un point quelconque de la surface de la terre.

Tout comme la wilaya de Tlemcen, dans son ensemble, le GUT jouit aussi d'un climat méditerranéen subissant l'influence continentale. La saison d'été est très chaude et sèche, allant de juin à septembre. Les contrastes de température sont très exagérés à cause des terrains rocheux qui favorisent l'échauffement diurne et le rayonnement nocturne. En hiver, le climat est humide et très froid.

Sur le plan pluviométrique, les monts de Tlemcen reçoivent chaque année les plus importantes précipitations dans l'ouest algérien, ce qui leur permet d'assurer l'alimentation en eau potable d'un certain nombre de ville de la région. Par contre les précipitations diminuent quand on se dirige vers le Sud[Ali Nehari A,2013] .

### **I.3.3.Situation géologique :**

Il est clairement admis que les caractéristiques mécaniques et physiques des sols sont en relation directe avec la nature géologique des formations de la région entourant le périmètre d'étude [URBAT,2015]

La région correspondante à une zone de transition entre des terrains d'âges jurassiques supérieurs d'une part et des terrains d'âges miocène d'autre part

Il s'agit d'une zone d'effondrement à la faveur des failles normales de direction Nord Est- Ouest Ouest Sud. La stratigraphie de la région révèle :

- Des terrains secondaires d'âge jurassique supérieur (kimméridgien supérieur) Représentés essentiellement par des formations carbonatées formants les reliefs de la région et les affleurements du piedmonts Nord de la chaîne des monts de Tlemcen. Ces formations sont représentées généralement par des dolomies de Tlemcen et les alternances des marno-calcaires de Raourai.
- Des terrains tertiaires représentés généralement par des formations marneuses plastiques avec interaction de minces bancs de grès de couleur rouillée. Compte tenu de la spécificité pétrographique de cette formation, elle est relativement imperméable.[URBAT,2015]

### **I.3.4.Situation démographique**

Pour sécuriser la couverture des besoins en eaux, il est nécessaire d'estimer la croissance démographique et de connaître l'évolution de la consommation par habitant. Les projections d'augmentation de la population tiennent compte de deux scénarios : la croissance faible e la croissance élevée

La population à l'horizon de l'année  $n$  peut être évaluée approximativement par l'éq. (I-1) suivante :

$$P_n = P_0(1 + \alpha)^n \quad \text{Eq. (I-1)}$$

Dans cette étude nous avons choisi le taux d'accroissement moyen de la population de Tlemcen  $\alpha = 0,6\%$  [ADE,2015]

250 logements collectifs --->  $250 \times 6 = 1500$  habitants

150 logements participatifs individuels --->  $150 \times 6 = 900$  habitants

(taux d'occupation par logement) égal à 06

Le nombre d'habitant existant total est de  $P_0=2400$ habitants [ADE,2015]

$P_0=2400$  habitants L'estimation de la population de Oudjlida Sud basée sur l'éq.(I.1) pour les années 2014, 2015, 2025, 2040 et 2050 est donnée dans le tableau I-1 suivant :

**Tableau I.1** : Estimation de la population urbaine de Oudjlida Sud

Année	2014	2015	2025	2040	2050
population	2400	2414	2563	2804	2977

**I.4. Les ressources hydrauliques :**

Les ressources en eau, alimentation actuellement l'agglomération de Oudjlida Sud, sont constituées des eaux superficielles et des eaux souterraines [ADE,2015]

**I.4.1. Les eaux superficielles :**

Les eaux superficielles de oudjlida sont exploitées par le barrage de Beni Bahdel est produit de 2409961 (m<sup>3</sup>/An) [ADE,2015] voir Annexe A.

**I.4.2. Les eaux souterraines :**

Les eaux souterraines représentent une part importante du cycle de l'eau et donc, participent à l'équilibre naturel. Elles constituent également une ressource renouvelable exploitée pour l'approvisionnement en eau de la population de l'industrie et l'agriculture.

Les eaux souterraines de Oudjlida Sud sont exploitées par le forage Ain Houtz située au nord – Est de Abou Tachfine leur volume produit 54140 m<sup>3</sup>/mois [ADE,2015] voir Annexe A

**I.4.3. Ouvrages de stockage :**

L'alimentation en eau potable de Oudjlida Sud est principalement régularisée par les deux réservoirs dont les caractéristiques sont données en tableau I-2 voir Annexe A

**Tableau I-2:** Ouvrages de stockage de Oudjlida Sud [ADE,2015]

Réservoir	type	Capacité m3	Alt (m)	d(m)	Point d'alimentation
Oudjlida 1	Circulaire	1000	645	15,53	Barrage BeniBahdel +forage AinHoutz
Oudjlida 2	Circulaire	3000	645	26,51	barrage BeniBahdel + forage AinHoutz

### I.5. Qualité des eaux alimentant Oudjlida sud

Dans le G.U.T, l'eau destinée à l'approvisionnement de la population provient des ressources superficielles et souterraines avec des caractéristiques physico chimiques différents comptes tenus de la formation géologique des couches traversées.[Berahma B,2009]

Sur le plan physico-chimique, les eaux de surface représentées par les barrages sont bicarbonatées calcique à magnésiennes avec des duretés moyenne et des constituants organique en quantité normale. Donc l'eau captée par les barrages, avant qu'elle soit desservie à la consommation, est sujette à un traitement au niveau des stations de traitement.[ Berahma B,2009]

En ce qui concerne les eaux souterraines, elles ont une composition plus stable et sont généralement plus riches en sels minéraux. Leurs qualité physico-chimiques sont tributaires des caractéristiques des champs captant. Ces nappes sont localisées dans les dolomies et les calcaires. Ces formations géologiques donnent des eaux bicarbonatées calciques et magnésiennes avec des duretés un peu plus élevées. Certains captages présents un taux un peu plus élevé en nitrate, cela est le résultat des rejets industriels et engrais utilisés en agriculture [Berahma B,2009]



**I.6. Conclusion**

Ce chapitre nous a permis de déterminer les données nécessaires concernant la zone d'étude du point de vue, géographique, démographie, climatique ainsi que la situation hydraulique. Ces données nous serviront pour entamer notre étude du projet.



Estimation des besoins en eau

---

## BILAN HYDRIQUE

### II.1. Introduction

Dans ce chapitre on estime les besoins en eau potable de l'agglomération de la zone d'Oudjlida Sud à différents horizons. Le réseau d'eau d'Oudjlida Sud doit satisfaire les besoins en eau de la population concernée qui varient considérablement en fonction des conditions locales, du niveau de vie et de l'importance des équipements.

Au niveau du GUT en général et en particulier dans Oudjlida Sud, la situation actuelle, en termes de volumes d'eau distribués est extrêmement hétérogène dans l'espace et fortement variable même sur de courtes périodes. Cela découle, entre autres, des situations de pénurie, de réseaux de distribution défectueux, de réseaux mal dimensionnés, de la méconnaissance de certains détails relatifs au réseau et de gestions non réfléchies. Selon la direction des ressources en eaux de Tlemcen, la dotation actuelle en eau d'Oudjlida Sud fluctue autour de 150 l/j/hab [URBAT,2015]. Cette évaluation est basée sur les quantités d'eau facturées, hors la majorité des facturations sont forfaitaires et cela ne permet guère d'estimer les quantités réellement consommées. En l'absence de données exactes concernant les besoins réels en eau de la population, nous procédons dans ce chapitre à l'estimation des besoins actuels et futurs basés sur différents scénarios de dotation.

### II.2. Estimation des besoins en eau:

#### II.2.1. Consommation moyenne journalière :

La consommation moyenne journalière est désignée par  $Q_{moyj}$ , calculée par la formule suivante:

$$Q_{moyj} = \frac{N \times D}{1000} \left( \frac{m^3}{j} \right) \quad \text{II. 1}$$

Le débit moyen en litre par second pour une population P à l'horizon n est estimé par l'équation II.2 suivante :

$$Q_{moy} = \frac{P_n \times D}{86400} \quad \text{II.2}$$

L'estimation de la population à l'horizon n est estimé par l'équation I.1

### II.2.2. Estimation des débits moyens et des débits de pointe d'Oudjlida Sud

La population d'Oudjlida Sud, objet de cette étude, était de 2400 habitants en 2014 [ADE.2015] et en se basant sur un taux d'accroissement démographique de 0,6 % [ADE,2015], la population aux horizons 2015, 2025, 2040 et 2050 a été estimée en tableau II.1 en utilisant l'équation II.3.

**Tableau II. 1:** Estimation de la population d'Oudjlida sud

Année	2014	2015	2025	2040	2050
population	2400	2414	2563	2804	2977

Les besoins moyens de cette localité sont estimés pour différent scénarios de dotations et différents horizons. Les estimations sont effectuées par l'équation II.1 et les résultats sont représentés en tableau II-2.

**Tableau II. 2:** Débit moyen pour la population d'Oudjlida Sud m<sup>3</sup>/j

		2014	2015	2025	2040	2050
Dotation m <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /j/hab	85	204	205	218	238	253
	100	240	241	256	280	298
	120	288	290	308	336	357
	150	360	362	384	421	447
	200	480	483	513	561	595

**Tableau II. 3:** Débit moyen pour la population d'Oudjlida Sud l/s

Dotation m <sup>3</sup> /j/hab	<b>85</b>	2,4	2,4	2,5	2,8	2,9
	<b>100</b>	2,8	2,8	3,0	3,2	3,4
	<b>120</b>	3,3	3,4	3,6	3,9	4,1
	<b>150</b>	4,2	4,2	4,4	4,9	5,2
	<b>200</b>	5,6	5,6	5,9	6,5	6,9

Le débit d'équipement de Oudjlida Sud est de 1,47 l/s [11]

Pour obtenir le Tableau II.4, on ajoute 1.47 l/s aux débits estimés en tableau II.3.

**Tableau II. 4:** Débit moyen pour la population et les équipements de Oudjlida Sud l/s

		2014	2015	2025	2040	2050
Dotation m <sup>3</sup> /j/hab	85	3,8	3,8	4,0	4,2	4,4
	100	4,2	4,3	4,4	4,7	4,9
	120	4,8	4,8	5,0	5,4	5,6
	150	5,6	5,7	5,9	6,3	6,6
	200	7,0	7,1	7,4	8,0	8,4

Pour obtenir le Tableau II. 5 on multiplie les valeurs estimées en tableau II.4 un coefficient de pointe k compris entre 1,5 et 3, dans notre cas  $k=3$ .

**Tableau II. 5:** Débit de pointe pour la population et les équipements de Oudjlida Sud l/s

		2014	2015	2025	2040	2050
Dotation m <sup>3</sup> /j/hab	85	11,5	11,5	12,0	12,7	13,2
	100	12,7	12,8	13,3	14,1	14,7
	120	14,4	14,5	15,1	16,1	16,8
	150	16,9	17,0	17,8	19,0	19,9
	200	21,1	21,2	22,2	23,9	25,1

- le débit de perte est estimé à 30% du débit de moyen [URBAT,2015] (puisque la zone a été créer plus de 5 ans on a choisi les pertes à 30 %du débit moyen )

**Tableau II. 6:** Débit de fuite pour la population et les équipements de Oudjlida Sud l/s

		2014	2015	2025	2040	2050
Dotation m <sup>3</sup> /j/hab	85	3,4	3,5	3,6	3,8	4,0
	100	3,8	3,8	4,0	4,2	4,4
	120	4,3	4,3	4,5	4,8	5,0
	150	5,1	5,1	5,3	5,7	6,0
	200	6,3	6,4	6,7	7,2	7,5

**Tableau II. 7:** Débit de pointe distribué pour la population et les équipements d'Oudjlida Sud  
l/s

		2014	2015	2025	2040	2050
Dotation m <sup>3</sup> /j/hab	85	14,9	15,0	15,6	16,5	17,2
	100	16,6	16,6	17,3	18,4	19,2
	120	18,7	18,8	19,6	20,9	21,9
	150	22,0	22,1	23,1	24,7	25,9
	200	27,4	27,5	28,9	31,0	32,6

### II.3. Conclusion

La demande en eau potable pour l'agglomération d'Oudjlida Sud a été estimée à 22 l/s en 2015 avec une dotation de 150 l/j/hab. Cette quantité d'eau est supposée être régularisée par un réservoir de 3000 m<sup>3</sup> et autre réservoir de 1000 m<sup>3</sup>. Les besoins en 2050 sont presque le même ( $25,9/22=1.17$ ) pour une dotation de 150 l/hab/j.

L'objectif de ce travail est de vérifier si le réseau actuel alimentant cette agglomération est bien dimensionné et peut répondre aux besoins de cette agglomération. Une étude critique du réseau actuel est effectuée en chapitre IV sur une base d'un débit de 22 l/s.



PRÉSENTATION DES  
ENVIRONNEMENTS  
SIG et EPANET



# PRÉSENTATION DES ENVIRONNEMENTS SIG ET EPANET

## III.1. Introduction

La mise en place d'un système d'information géographique (SIG) pour le gestionnaire du réseau d'eau potable avec la constitution des bases de données descriptives du réseau et de son environnement semble indispensable et un prérequis à toute tentative d'analyse [Blindu I,2004].

Le présent chapitre donne un aperçu général sur le système d'information géographique (SIG)

## III.2. Définitions du SIG

Il existe plusieurs définitions des Systèmes d'Informations Géographiques, toutes ces définitions font ressortir les fonctionnalités que doit avoir un SIG à savoir :

- l'acquisition des données / Stockage des données
- le traitement analytique de l'information /données
- l'affichage de l'information /données
- la gestion de l'information

Un système d'information géographique est un "système informatique de matériels, de logiciels, et de processus conçus pour permettre la collecte, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation et l'affichage de données à référence spatiale afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion".

La définition française est due à l'économiste Michel Didier (1990) :

---

Un système d'information géographique est un "ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision".

La Société française de Photogrammétrie et de télédétection définissait le SIG comme étant " un système informatique permettant, à partir de diverses sources, de rassembler et d'organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement (géo référencées).

Il s'appuie sur un certain nombre de bases de données, qu'il permet d'intégrer, de gérer, de traiter et de représenter sous forme de carte.

Un S.I.G est donc un "ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision[Ali Nehari A,2013] .

SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE (S.I.G.) est un ensemble de principes, de méthodes, d'instruments et de données à référence spatiale utilisés pour saisir conserver transformer, analyser, modéliser, simuler et cartographier.,

les phénomènes et les processus distribués dans l'espace géographique. Les données sont analysées afin de produire l'information nécessaire pour aider les décideurs.

### III.3. Les types des SIG

En fonction du besoin et de l'utilité recherchée, il existe trois types de SIG :

- SIG type de gestion : son rôle est de faciliter la gestion de la base de données.
- SIG type d'étude : son rôle est de répondre à une étude particulière.
- SIG type observatoire : son rôle est de maintenir à jour l'information sur un site donné.[Kassambara B,2007]

### **III.4. rôle d'un SIG**

Un SIG a pour rôle de :

- Permettre une approche globale des territoires et des politiques ;
- Rendre possible les évaluations ;
- Faciliter la planification ;
- Améliorer la gestion des crises ;
- Permettre de comprendre les territoires ;
- Aider la décision des porteurs de politiques publiques. [Kassambara B,2007]

### **III.5. La structure du SIG**

La structure d'un SIG repose sur 4 groupes de fonctionnalités au-dessous d'une couche d'application (Figure III-1) :

- L'acquisition des données géographiques d'origines diverses,
- La gestion pour le stockage et la recherche des données,
- L'analyse spatiale pour le traitement et l'exploitation,
- La présentation des résultats sous forme cartographique. [Kassambara B,2007]

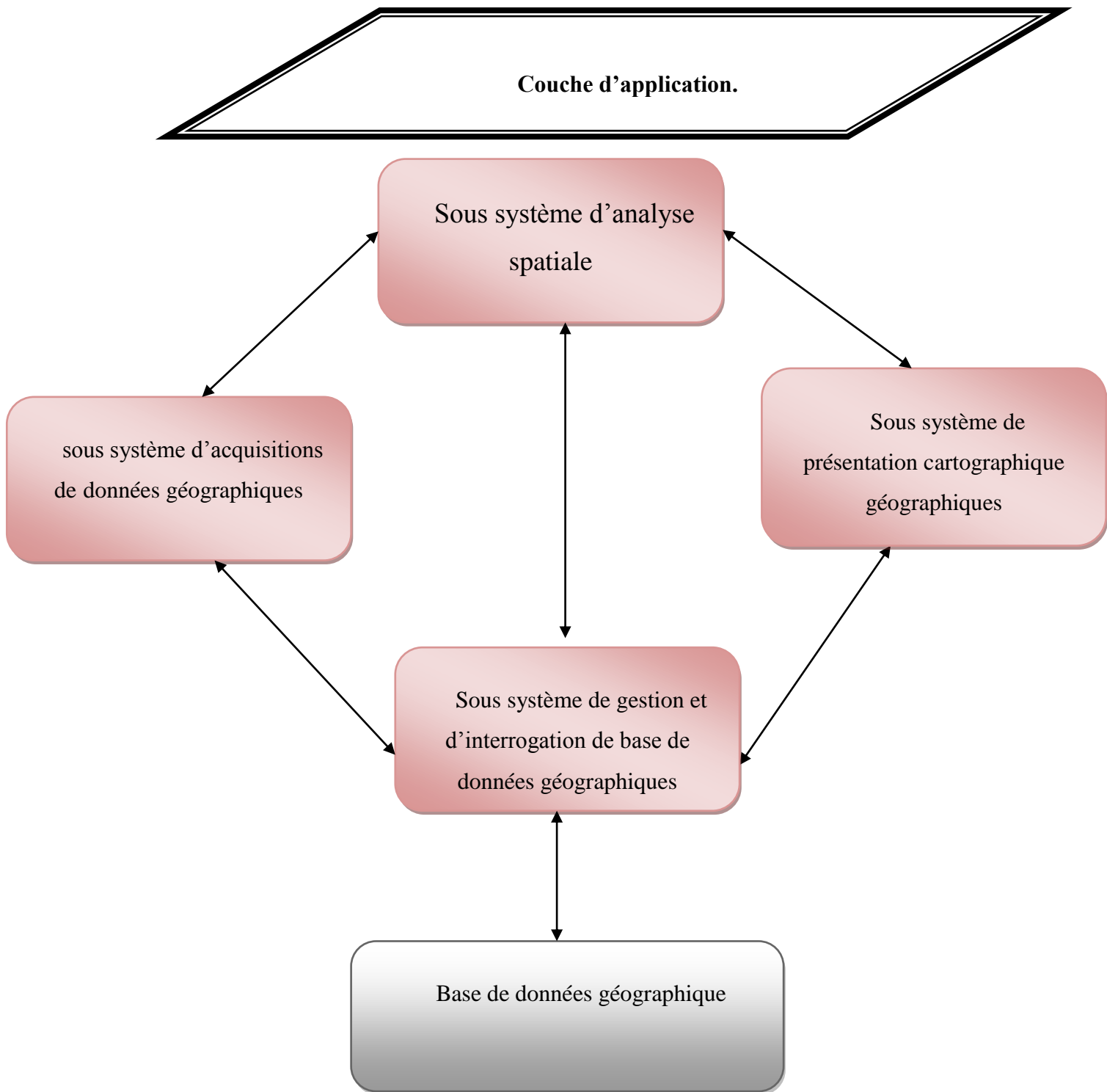


Figure III-1: Structure d'un SIG [Kassambara B,2007]

### III .6. Fonctionnalités du SIG

Les fonctionnalités d'un SIG sont nombreuses. On peut :

- associer et représenter deux ou plusieurs couches d'information,
- consulter les données attributives sur l'écran,
- procéder à des calculs de surface ou de distance,
- créer de nouveaux attributs (les densités de population par exemple),
- faire des sélections sur un ou plusieurs critères,
- opérer des restrictions géographiques avec des masques...

Un SIG répond aussi aux fonctionnalités suivantes dénommées « *les cinq A* » (Figure III-2) :

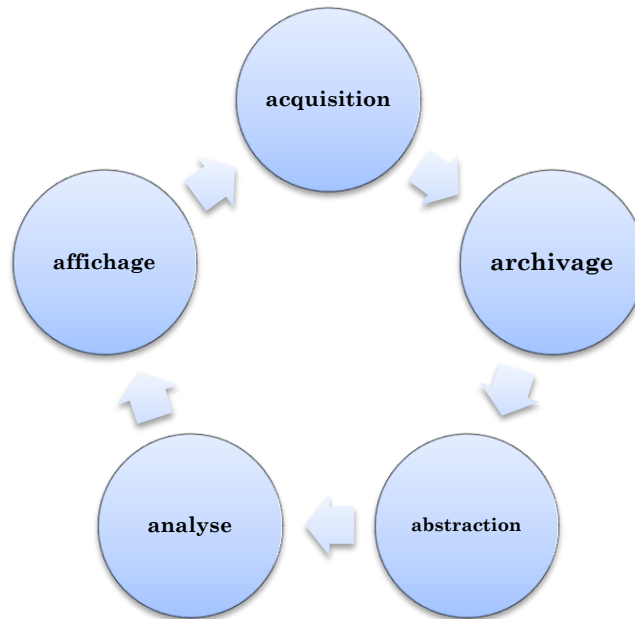
**ACQUISITION:** intégration et échange de données. (Import-export)

**ARCHIVAGE:** structuration et stockage de l'information géographique sous forme numérique.

**ABSTRACTION:** modélisation du réel selon une certaine vision du monde.

**ANALYSE:** analyse spatiale (calculs liés à la géométrie des objets, croisement de données thématiques).

**AFFICHAGE:** représentation et mise en forme, notamment sous forme cartographique.



**Figure III- 2:** Fonctionnalités d'un SIG.

### III.7. Les principaux domaines d'application des SIG

Le SIG répond à de nombreux enjeux de développement et d'aménagement du territoire ayant une dimension géographique :

- Planification territoriale (occupation du sol, hauteur du bâti)
  - Economie (offres foncières, répartition des entreprises)
  - Transport (voirie, itinéraires, travaux)
  - Tourisme (gestion des équipements, itinéraires touristiques)
  - Protection civile (prévention et gestion des risques, simulations)
  - Hydrologie (cours d'eau, débit, crues)
  - Paysage (reliefs, propriétés, espaces verts)
  - Réseau (assainissement, AEP, électricité, gaz, télécommunications, éclairage public).
  - Biologie (études de la faune et de la flore).

---

### III.8. Le système d'information géographique pour le réseau d'AEP

Les SIG sont largement utilisés dans divers domaines, comme l'urbanisation, l'environnement et la gestion des réseaux urbains...

Les différentes fonctionnalités dont dispose le SIG, leur permettent d'acquérir les plans à l'élément du réseau et leurs caractéristiques associées. On associe alors à chaque couche ou niveau visualisé un thème à une échelle différente. A chaque point géographique de la couche (repérable par la simple souris), on peut associer à chaque objet visualisé sur le graphique l'information alphanumérique associée. Ces systèmes sont alors particulièrement bien adaptés à la représentation des réseaux. Ils peuvent être couplés avec d'autres systèmes informatiques : en particulier des logiciels de modélisation et de simulation d'écoulement dans le réseau.

En ce qui concerne le réseau d'AEP, le fond du plan peut être digitalisé, ou encore n'importe quel autre plan selon la précision souhaitée (planche à 1/10000, 1/2000, 1/500). A partir de ces supports on peut redéfinir des objets et associer à chaque objet ses caractéristiques. D'un point de vue du dessin, les canalisations sont représentées par un ensemble de segments et autres éléments du réseau tels que les vannes, les ventouses, les poteaux et les boucles d'incendies...etc., sont représentés par des schémas codés [Blindu I,2004] .

L'application du SIG, aux réseaux d'eau potable, utilise simultanément l'information cartographique appartenant aux différents services de la mairie (service d'architecture et d'urbanisme, direction foncière...etc.).

Les données concernées sont :

- La topographie.

- 
- Les réseaux d'eau potable et d'assainissement avec les plans et les descriptifs des infrastructures.

Pour l'application, il est nécessaire de pouvoir avoir accès à des données plus spécifiques, comme :

- Des images satellitaires et photographies aériennes.
- Des données de recensement de la population (catégories et nombre d'habitant).
- Des données de consommation moyenne observée ou relevée sur les compteurs ou sur des points d'observation ainsi que des données sur la production du réseau de distribution.
- Des relevés d'intervention pour des aléas sur le réseau d'eau, des observations de pression, débit.
- Le schéma du réseau avec le modèle hydraulique, ainsi que les caractéristiques du réseau seront également utilisés.

Enfin des relevés sur l'environnement urbain tel que les sources de pollutions éventuelles, les zones d'inondation [Blindu I, 2004] .

### **III.9. Description de l'environnement Epanet**

EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et qualitative de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression, Ce logiciel est distribué gratuitement par l'E.P.A. (*Environmental Protection Agency*) depuis le mois de septembre 1993.

#### **III.9.1. Caractéristiques principales du logiciel**

- Logiciel gratuit ;
- Dimensionnement de réseaux ;
- Taille de réseau illimitée ;



- 
- Choix de différentes formules de calcul des pertes de charge ;
  - Régulation des pressions dans le réseau ;
  - Modélisation de pompes à vitesse fixe ou variable ;
  - Calcul de l'énergie consommée et coût ;
  - Modélisation de différents types de vannes et clapets ;
  - Géométrie des réservoirs aux formes variées possible ;
  - Détection des zones de fonctionnement déficitaire ;
  - Amélioration de la gestion des équipements de réseau .

### III.9.2. Les étapes de l'utilisation d'EPANET

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

- Dessiner un réseau représentant le système de distribution ou importer une description de base du réseau enregistrée dans un fichier au format texte ;
- Saisir les propriétés des éléments du réseau ;
- Décrire le fonctionnement système;
- Sélectionner un ensemble d'options de simulation ;
- Lancer une simulation hydraulique;
- Visualiser les résultats d'une simulation.

### III.10. Conclusion


Un S.I.G est un système informatique et aussi un ensemble de données sous forme de base de données et d'informations géographiques. Sa fonction est de pouvoir extraire commodément des synthèses utiles à la décision sous forme d'information géographique ou consulter des éléments géographiques et analyser les éléments sémantiques.

Les SIG étant essentiellement des bibliothèques cartographiques informatisées ou au niveau des outils de gestion d'un territoire, mais comme tous les systèmes, ils possèdent des avantages et des inconvénients :

Les SIG représentent un domaine en développement rapide qui intéresse différentes disciplines telles que la cartographie, la géographie, les statistiques...

Un grand nombre des applications des SIG concernent la gestion de l'espace sous toutes ses formes (aménagement, planification, environnement) et à toutes les échelles.

Ainsi que l'EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et qualitative de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression a pour objectif une meilleure compréhension de l'écoulement de l'eau dans le système de distribution.



Modélisation et étude critique  
du réseau

---

# MODÉLISATION ET ÉTUDE CRITIQUE DU RÉSEAU

Une base de données géoréférencée du réseau d'AEP d'Oudjlida Sud a été élaborée en utilisant les logiciels Mapinfo 6.5 et Epanet. Ce chapitre présente la chronologie des principales étapes ainsi que des différentes simulations réalisées sur la base de données du réseau d'AEP d'Oudjlida Sud.

## IV.1. Modélisation du réseau sur Mapinfo

On a choisi le SIG Mapinfo 8.0 pour bénéficier d'un environnement performant, évolutif et largement diffusé auprès des utilisateurs. Mapinfo Professional 8.0 est un logiciel SIG permettant de créer, traiter et manipuler l'information géographique par des requêtes spatiales et alphanumériques. Mapinfo est conçu autour d'un moteur d'édition de cartes qui permet la superposition de couches numériques. Il permet de représenter à l'aide d'un système de couches, des informations géolocalisées : point, lignes, polygones. Il incorpore un grand nombre de formats de données, de fonctions cartographiques et de gestion de données... Un système de requêtes cartographiques adapté permet la conception des cartes et bases de données cartographiques. Ce logiciel est utilisé pour :

- Créer des cartes détaillées afin d'améliorer les présentations et faciliter la prise de décision ;
- Mettre en évidence des tendances des données qui autrement ne sont pas perceptibles ;
- Réaliser des analyses de données sophistiquées.

Les principales caractéristiques de Mapinfo 8.0 sont résumées comme suit :

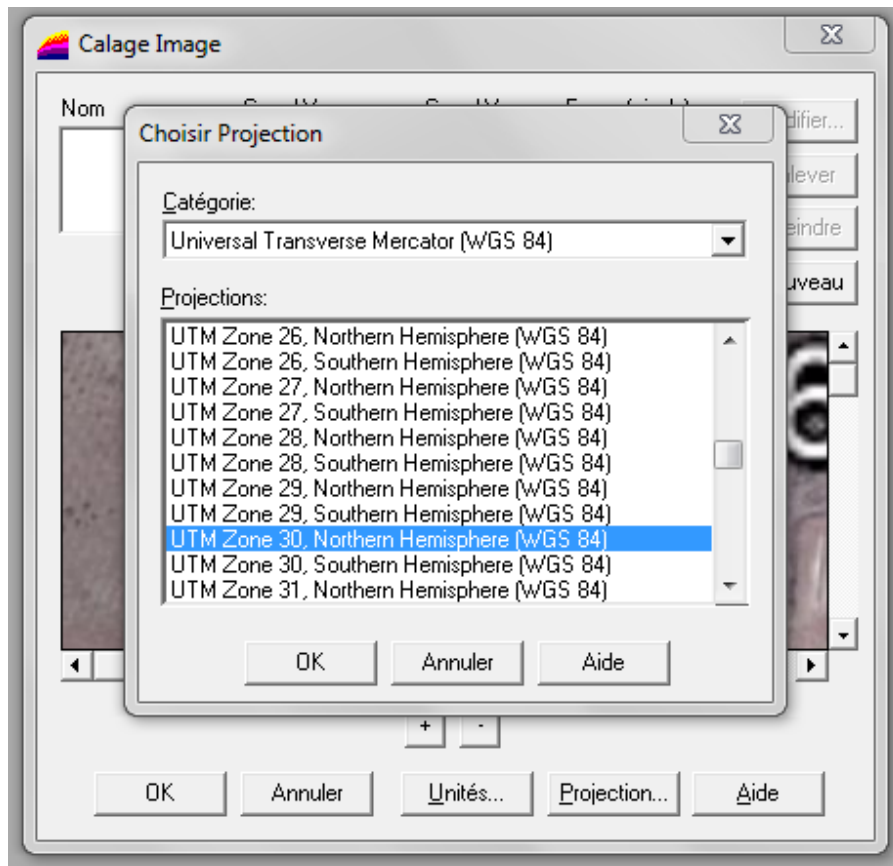
- Disponibilité d'une bibliothèque de symboles, de traits, de trame et légendes modifiables de façons interactive ;

- Traitement statistique ;
- Représentation cartographique, numérique ou textuels, etc...
- Opération et superposition de couches thématiques ;
- Echange de données avec les autres SIG (ArcGis, ArcInfo...) et les logiciels de (CAO/DAO) tel que l'AutoCad.

#### **IV.1.1. Acquisition des données**

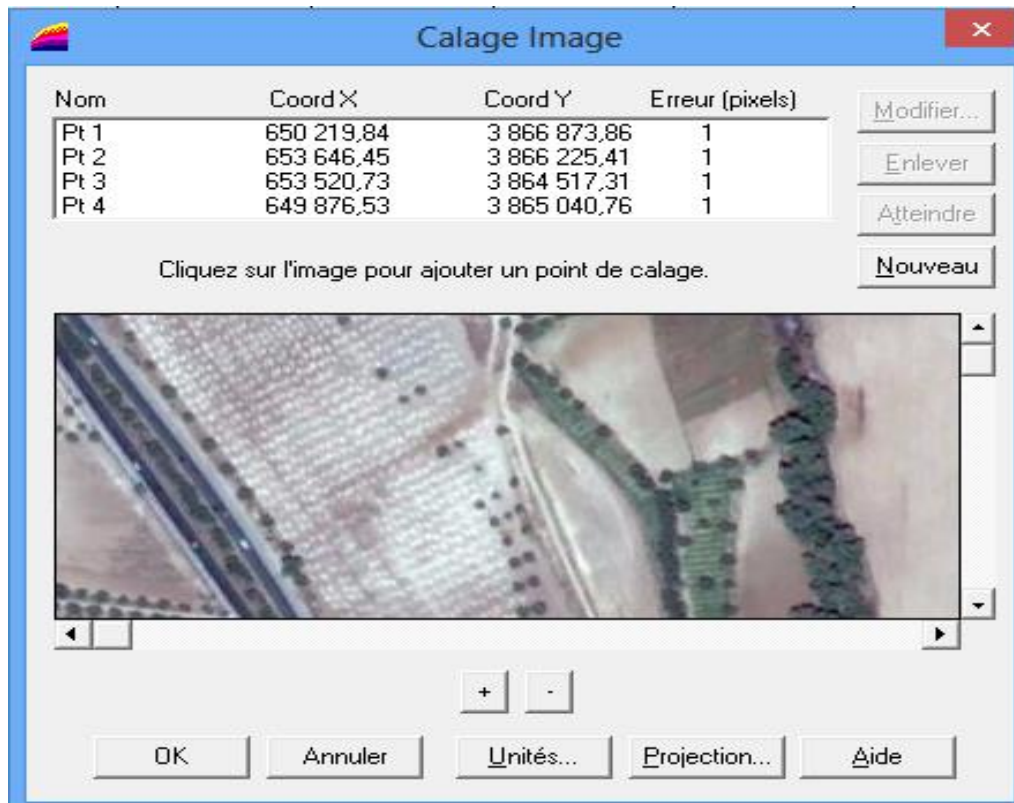
Le réseau d'alimentation en eau potable d'Oudjlida Sud a été récupéré en format numérique DWG (AutoCad) auprès des services d'exploitation de l'Algérienne des Eaux, Unité de Tlemcen. On a acquis la carte de la zone d'étude en utilisant la télédétection (Image satellitaire). La carte ainsi acquise a été calée en UTM Zone 30 Northern Hemisphere (WGS 84) en utilisant le logiciel MapInfo (figure IV-1). Le calage a été réalisé avec une précision acceptable tel que montré en figure IV-2. On a ensuite superposé le réseau d'AEP de la zone d'étude en se basant sur le tracé des routes (figure IV-3). On a aussi repéré sur cette carte les réservoirs d'alimentation. Le réseau ainsi reconstitué a été comparé à celui fourni par les services de l'ADE et les discordances ont été réglées en se basant sur les constatations effectuées lors des sorties sur le terrain.

La carte de la zone d'étude acquise a été calée en UTM Zone 30 Northern Hemisphere (WGS 84) tel que montré en figure IV-1.



**Figure IV- 1:** Choix du référentiel de calage de la zone d'étude sur Mapinfo

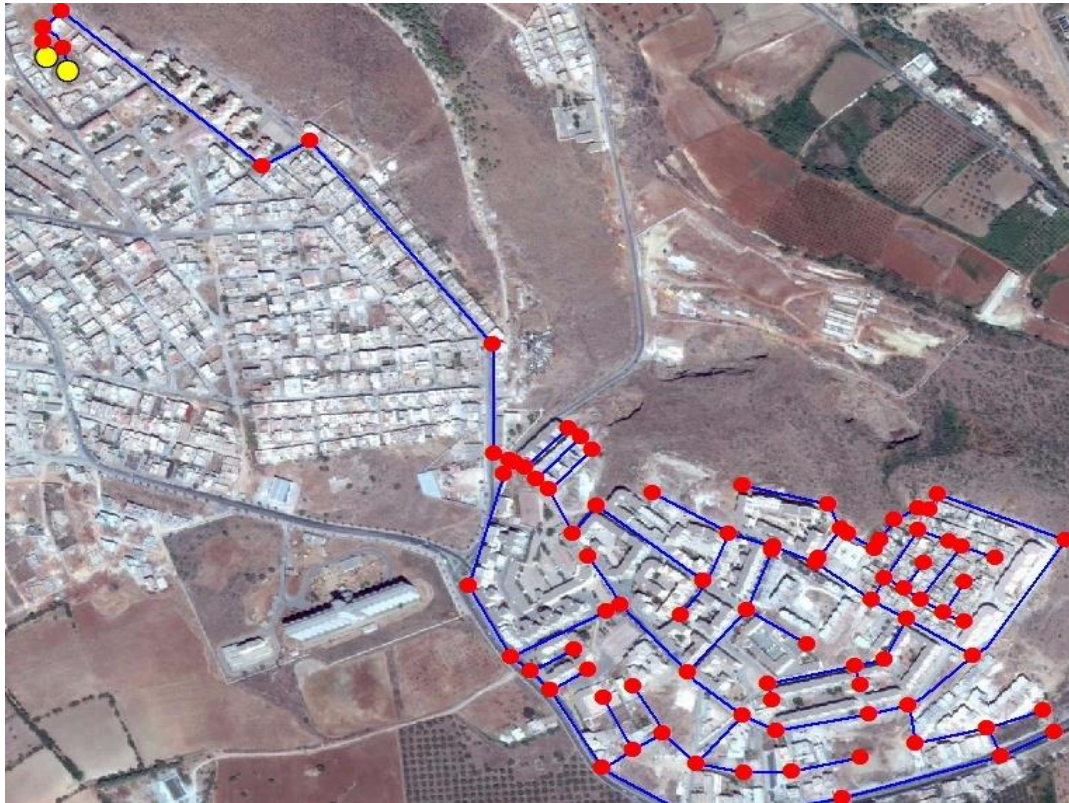
Le calage a été réalisé avec une précision acceptable tel que montré en figure IV-2.



**Figure IV- 2:**Calage de la zone d'Oudjlida Sud

Le réseau d'AEP a été superposé en se basant sur le trace des routes tel que montré en figure

Figure IV- 3

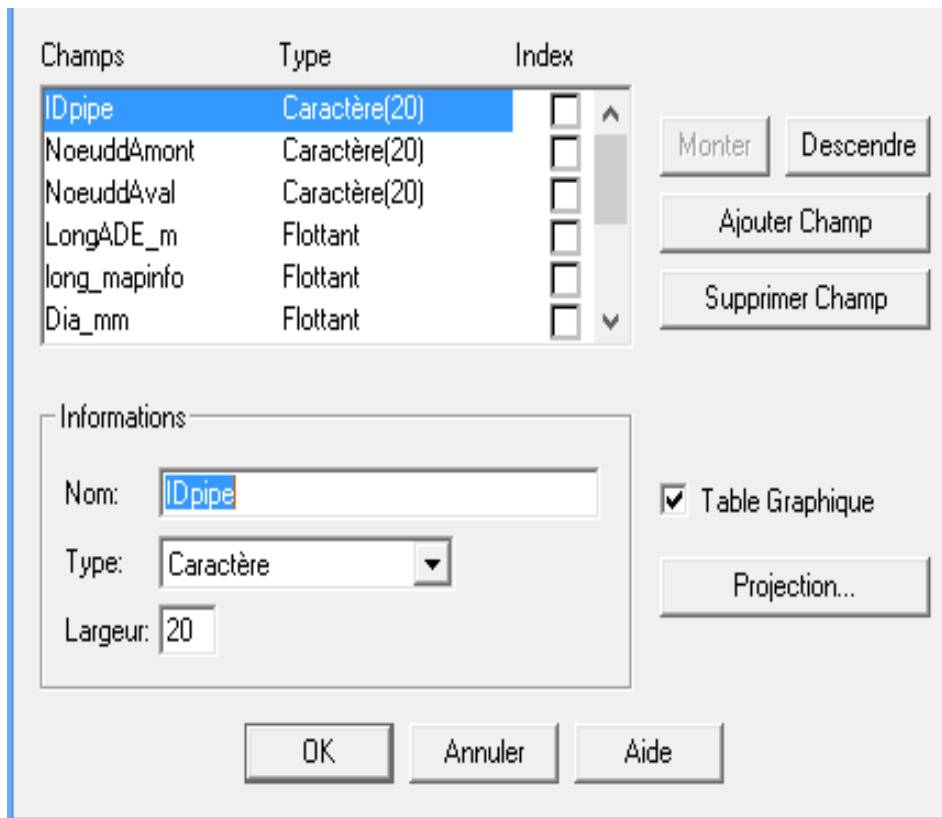


**Figure IV- 4:** Réseau d'AEP de d'Oudjlida sud modélisé sous Mapinfo

#### IV.1.2. Constitution des tables de données

Sachant qu'on ne récupère que la géométrie des objets, la définition de la structure de la base de données est alors indispensable. Les données associées sont organisées sous formes de tables. Les noms des attributs sont introduits champs par champs selon leurs types (caractères, entier, flottant, virgule fixe). Chaque entité géométrique est reliée à sa description exhaustive, ce lien se fait au moyen d'un identifiant interne (cf. figure VI-4).





**Figure IV- 5:** Description de la structure de la table conduite

Un extrait de la structure de la table des données des conduites du réseau d'AEP d'Oudjlida Sud est présenté dans la figure IV.5. Cette table contient les informations suivantes :

- la codification des conduites sous Mapinfo,
- les nœuds en amont et en aval des conduites,
- les caractéristiques des conduites fournies par les services de l'ADE (longueur, diamètre, rugosité absolue et a pertes de charge singulières),
- les longueurs estimées par Mapinfo,
- les erreurs relatives entre les longueurs fournies par l'ADE et celles estimées par Mapinfo et
- les informations diverses relatives à la fiabilité des données, à la maintenance, à l'ancienneté des canalisations etc.

IDpipe	NoeuddAmont	NoeuddAval	LongADE_m	long_mapinfo	Dia_mm	RugAbs_mr
P31 VO10_NO40	VO10	NO40	72,39	60,5	40	0,01
P32 NO14_VO12	NO14	VO12	19,86	19,5	40	0,01
P33 VO12_NO38	VO12	NO38	58,53	41,9	40	0,01
P34 NO15_VO13	NO15	VO13	14,47	14,5	40	0,01
P35 VO13_NO39	VO13	NO39	57,14	47,3	40	0,01
P36 NO34_VO15	NO34	VO15	15,07	14,3	50	0,01
P37 VO15_NO35	VO15	NO35	69,01	68,5	50	0,01
P38 NO32_VO16	NO32	VO16	12,21	13,08	40	0,01
P39 VO16_NO33	VO16	NO33	62	61,1	40	0,01
P40 NO32_VO18	NO32	VO18	10,5	10,02	63	0,01
P41 VO18_NO28	VO18	NO28	27	27,9	63	0,01
P42 NO28_NO27	NO28	NO27	97	86	50	0,01
P43 NO28_VO19	NO18	VO19	12,86	15,7	50	0,01
P44 VO19_NO29	VO19	NO29	23	22,8	50	0,01
P45 NO29_NO30	NO29	NO30	30	31	50	0,01
P46 NO30_NO31	NO30	NO31	45	45,2	50	0,01
P47 NO36_NO56	NO36	NO56	129	131,13	160	0,01
P48 NO56_VO21	NO56	VO21	21	21,4	110	0,01
P49 VO21_NO27	VO21	NO27	67	65	110	0,01
P50 NO27_VO20	NO27	VO20	20	20,6	90	0,01
P51 VO20_NO26	VO20	NO26	40	39,2	90	0,01
P52 NO26_NO25	NO26	NO25	116	118,7	90	0,01
P53 NO25_NO24	NO25	NO24	53	52,1	90	0,01
P54 NO24_VO24	NO24	VO24	11	13,3	40	0,01
P55 VO24_NO23	VO24	NO23	30,29	35,7	40	0,01
P56 NO23_NO24	NO23	NO24	36,42	38,2	40	0,01

Figure IV- 6: Structure de la table des conduites

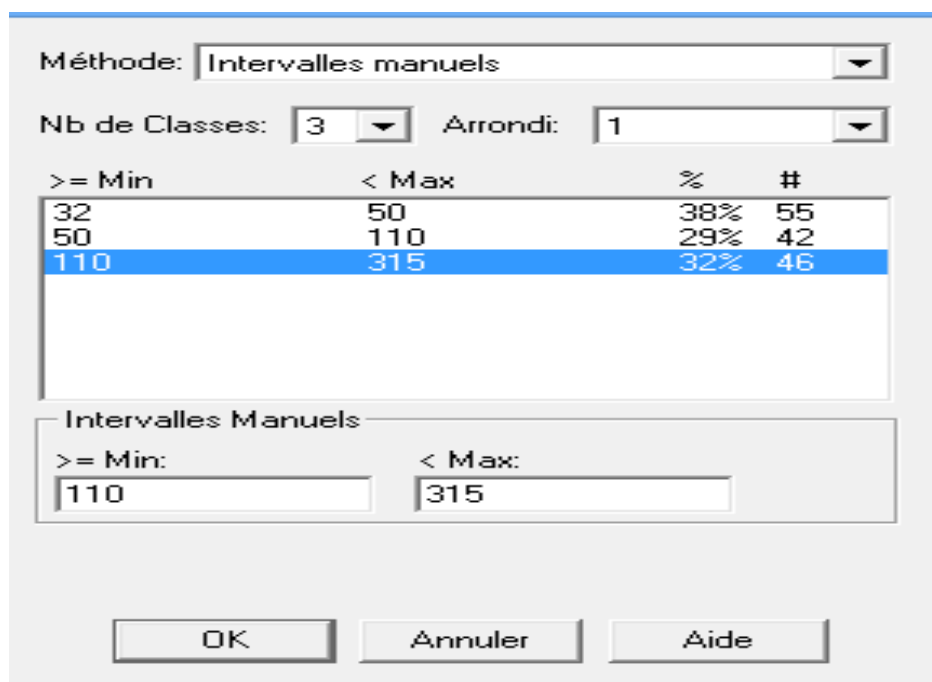
### IV.1.3. Résultats préliminaires de la modélisation sur MapInfo

Le tracé du réseau sous MapInfo était réalisé, pour essentiellement, vérifier les longueurs des conduites et compléter les données relatives aux cotes des points de distribution. En outre, une base de données fiable a été constituée permettant ainsi le suivi des opérations de maintenance, de rénovation et d'extensions futures. Cette base de données permet aussi la

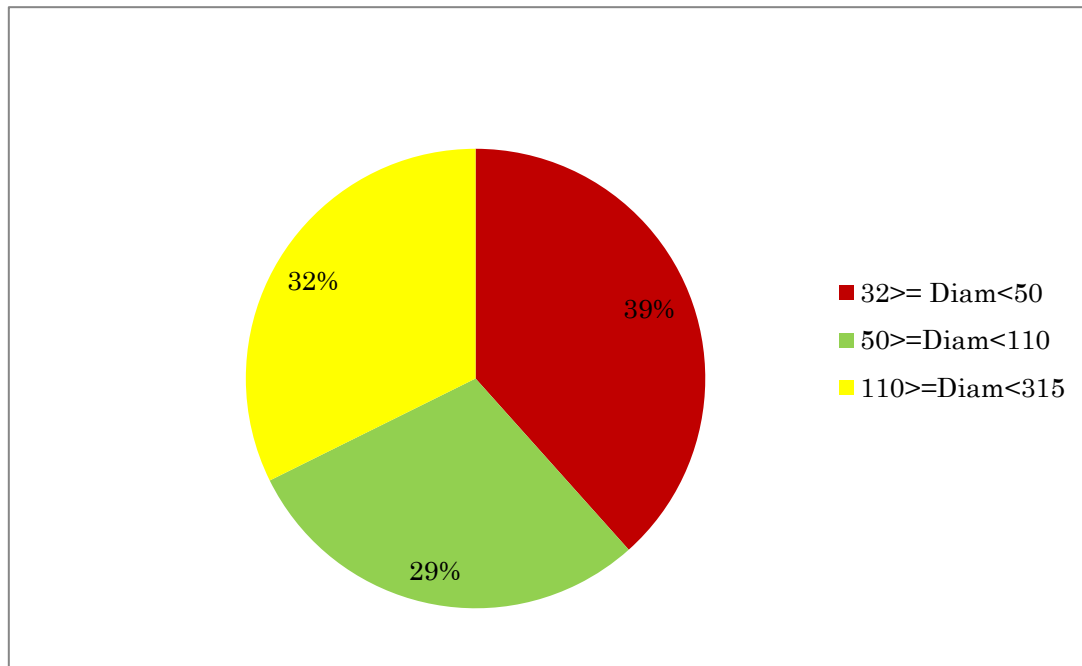
vérification rapide des éléments constituant le réseau facilitant ainsi de nombreuses prises de décisions relatives à l'exploitation et l'amélioration du réseau.

La cote au niveau de chaque nœud du réseau est indispensable pour lancer les calculs sous le modèle EPANET. Compte tenu du manque des données concernant les élévations des nœuds de demande, on a utilisé l'option « afficher le profil d'élévation » de Google Earth pour estimer ces dernières.

Aussi, il a été possible de comparer toutes longueurs des conduites données par les services de l'ADE avec celles estimées en MapInfo. La majorité des conduites ont été trouvées avec des erreurs relatives inférieure à 5%. Ces erreurs sont donc relativement acceptables et les simulations peuvent être effectuées soit en utilisant les données fournies par Mapinfo.



**Figure IV- 6:**Diamètres de réseau avec l'analyse thématique sur Mapinfo



**Figure IV- 7:**Diamètres des canalisations utilisées pour le réseau

#### IV.5. Modélisation du réseau sous Epanet

L'exportation du réseau modélisé sous MapInfo vers logiciel EPANET a été réalisée par une procédure assez complexe et délicate. La figure IV.8 montre le réseau d'AEP d'Oudjlida Sud importé sous Epanet. Les détails concernant les longueurs, les diamètres des tronçons sont donnés en annexe C.

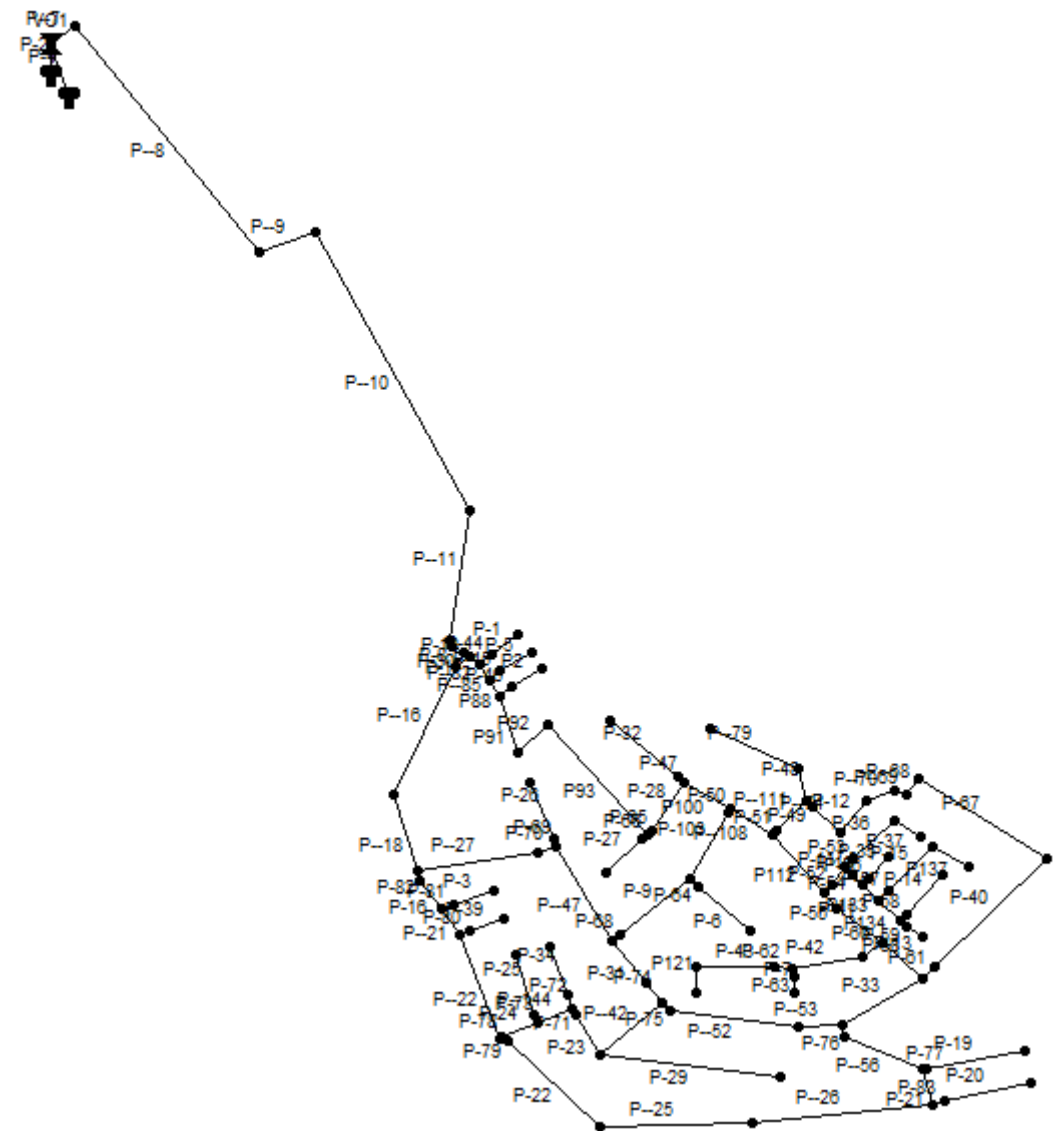


Figure IV- 8: Le réseau d'AEP d'Oudjlida Sud modélisé sous Epanet.

Le réseau est alimenté à partir de deux réservoirs ( $3000\text{m}^3$  et  $1000\text{m}^3$ ) situés à une cote de  $+645\text{m}$ , Ces réservoirs sont alimentés à partir de du barrage de Beni-Behdal et forage Ain el Houtz le réseau d'alimentation est composé de 123 tronçons de diamètres de 125 mm ou supérieurs

---

## IV.6. Etude critique du réseau

Dans cette étude, le réseau d'AEP est simulé avec un débit de pointe de 22 l/s (voir chapitre II) qui correspond à une dotation de 150 l/j/hab en tenant comptes des fuites. Nous faisons remarquer que le terme fuite est utilisé pour désigner le déficit entre la quantité d'eau injectée au réseau et la quantité d'eau facturée par les services de l'ADE. Donc, les fuites doivent tenir compte, entre autres, des fuites dues à la détérioration des installations, des piquages illicites et à la sous-estimation de la facturation forfaitaire.

Par manque de données statistiques concernant la répartition de la consommation au niveau des différents nœuds du réseau d'AEP d'Oudjlida Sud, la consommation au niveau de chaque nœud a été calculée en se basant sur trois méthodes suivantes :

- la méthode à Dotation Egale pour chaque Nœud (abrégée ci-après par la méthode DEN);
- la méthode de la Dotation Proportionnelle aux Surfaces desservies (abrégée ci-après par la méthode DPS) et
- la méthode de la Dotation Proportionnelle à la densité des Habitants (abrégée ci-après par la méthode DPH).

### IV.6.1. Simulations avec la méthode « DEN »

Pour cette méthode, on a distribué la dotation de 22 l/s uniformément sur les 108 nœuds principaux de distribution soit une dotation de  $22 / 108 = 0.2037$  l/s/nœud. En effet, cette méthode simulera le comportement du réseau avec une bonne précision seulement dans le cas où la population et les nœuds de distribution sont uniformément repartis sur toute la surface desservie. Néanmoins, à défaut de données précises relatives à la répartition exacte de la distribution, cette méthode peut prévoir approximativement le comportement du réseau et

servir de vérification aux méthodes DPS et DPH qui sont utilisées dans les sous chapitres qui suivent.

La simulation du réseau actuel tel que constitué sous MapInfo et EPANET avec un débit de 0.2037 l/s/nœud a donné les résultats montrés en figure IV.9 et figure IV.10. Ces figures révèlent que les pressions de tous les nœuds sont satisfaisantes (comprises entre 11.08 et 37.71m) à l'exception des nœuds June No2, June No3, June No4, June No5 et June No6 dont la pression est inférieure à 6m du fait qu'ils se trouvent au niveau de la conduite principale en amont du réseau et à décotes avoisinantes celles des réservoirs. Ces nœuds ne desservent aucune population. Cette simulation a donc présenté des pressions satisfaisantes pour la totalité du réseau d'AEP d'Oudjlida Sud ce qui peut être expliqué par le relief de cette région, la bonne répartition des nœuds sur tout l'espace et surtout par des pertes de charge linéaires très faibles dues certainement à un surdimensionnement des conduites.

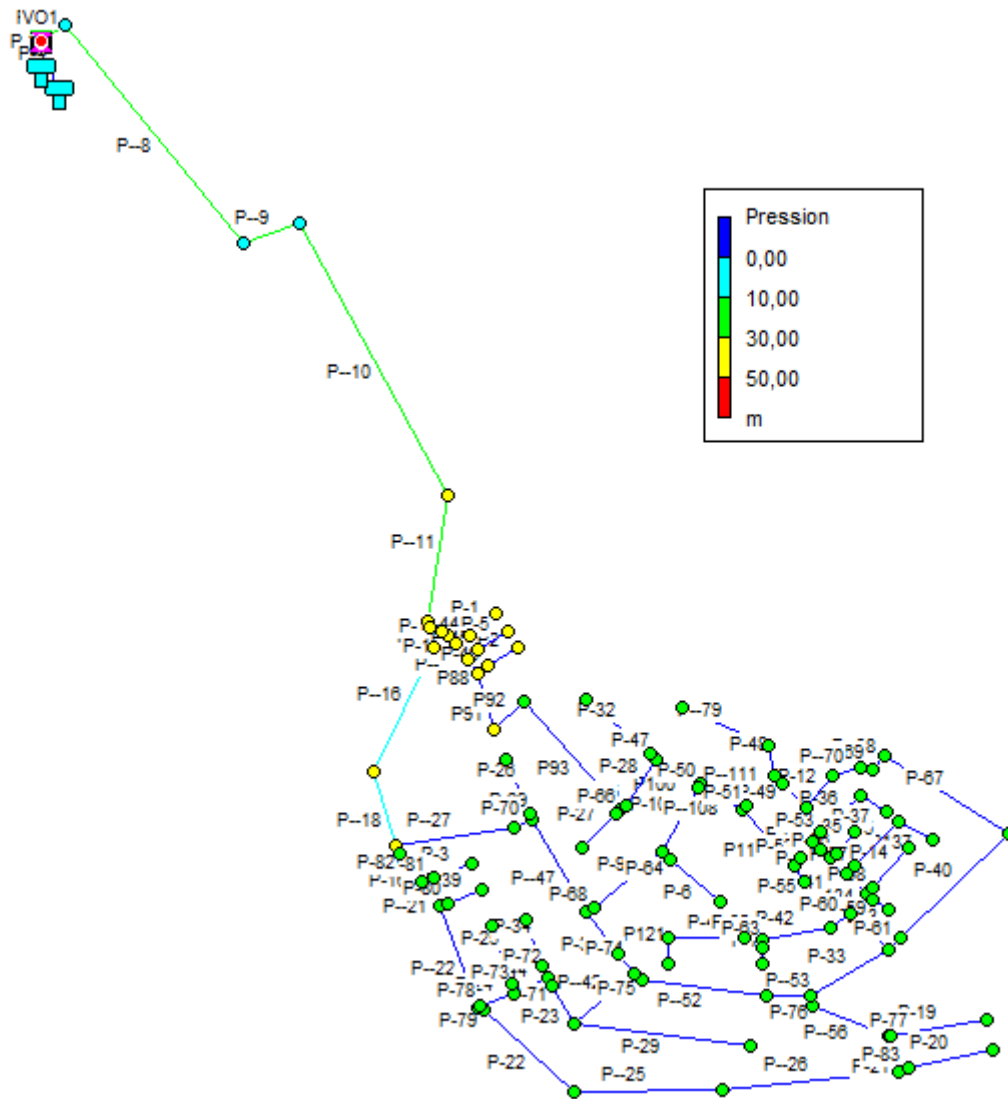
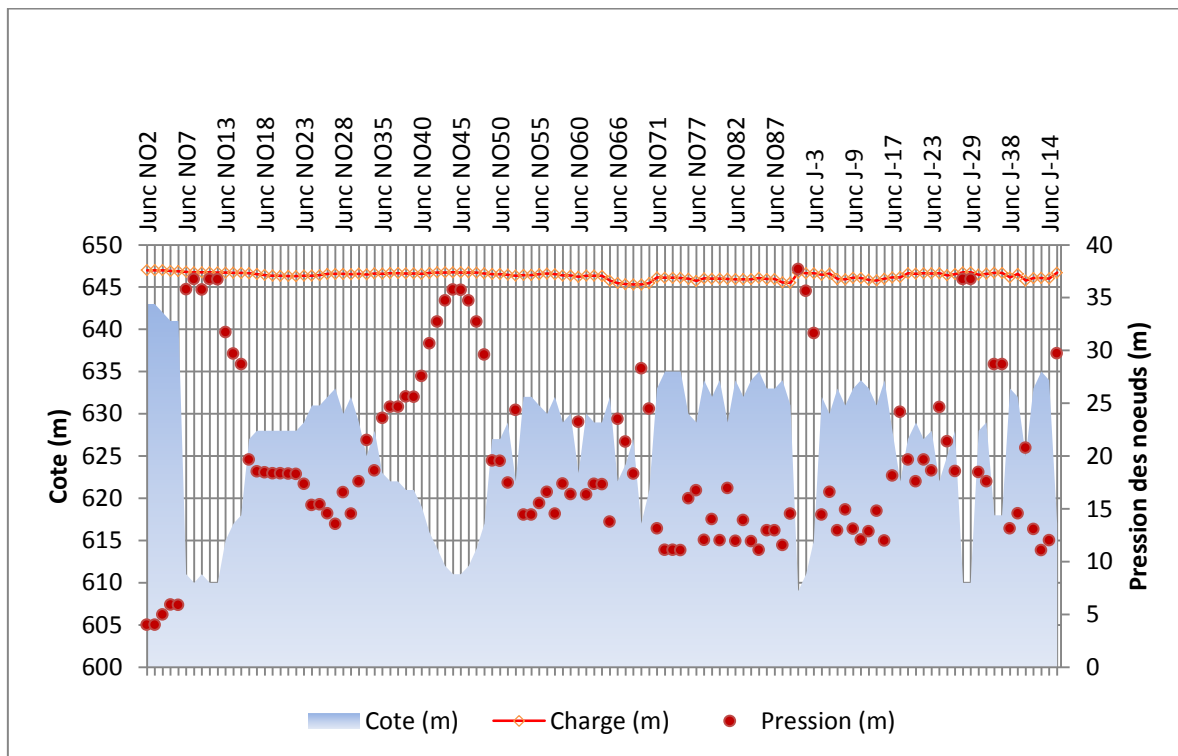


Figure IV-9: Distribution des pressions pour le réseau actuel estimée par la méthode DEN.





**Figure IV- 10:** Pressions, charges et cotes des nœuds estimées par la méthode DEN

La représentation des vitesses dans les différents tronçons du réseau, montrée en figure IV.11, révèle qu'une grande majorité des canalisations acheminent des débits avec des vitesses hors normes (inférieures à 0.5m/s). La plus grande vitesse est de 0.84m/s enregistrée au niveau de la conduite « Pipe P-49 ». Ceci, confirme le surdimensionnement, évoqué plus haut, des conduites pour la quantité d'eau acheminée en périodes de pointes.

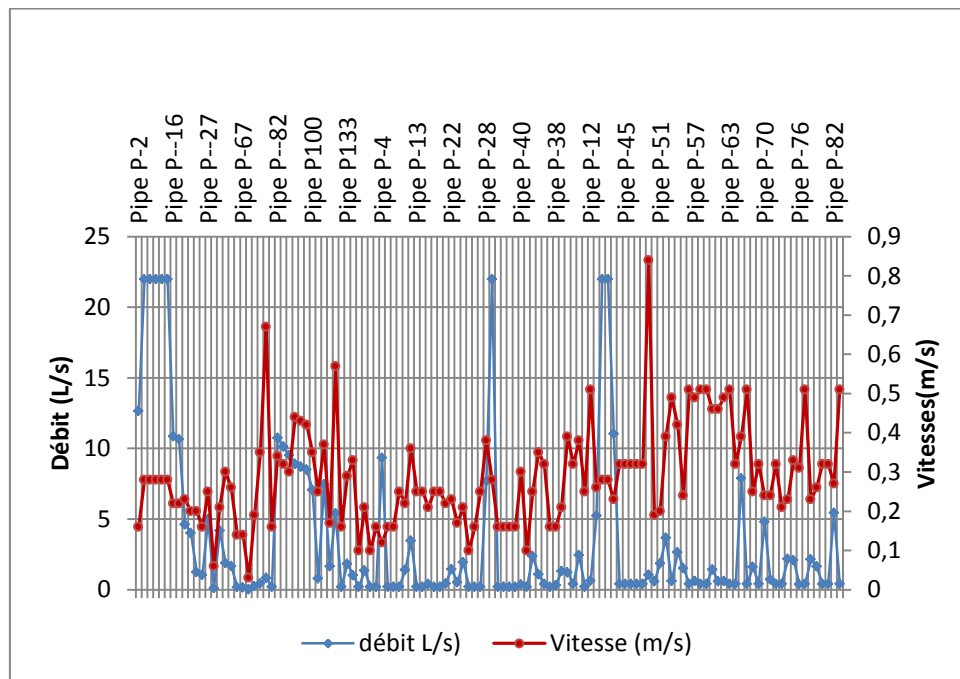


Figure IV- 7: Répartitions des vitesses et des débits estimés par la méthode DEN

#### IV.6.2. Simulation avec méthode « DPS »

Pour cette méthode, on a estimé, en se servant de l'environnement MapInfo, la superficie totale desservie par le réseau et on a évalué le débit d'alimentation en  $l/s/m^2$ . Les nœuds ont été ensuite superposés sur les différents quartiers à alimenter et enfin une dotation proportionnelle aux surfaces des quartiers a été attribuée aux différents nœuds ( Tableau IV-1 et figure IV-12

**Tableau IV-1** : Affectation des débits aux différents nœuds selon la méthode DPS

	Surface (m <sup>2</sup> )	Nœud par surface	Q ( l/s)	Q par surface	Q par nœud
S1	14000	9	0,0000794	1,1116	0,093
S2	20110	7	0,0000794	1,5967	0,228
S3	54249	20	0,0000794	4,3074	0,166
S4	93048	19	0,0000794	7,3881	0,308
S5	95669	37	0,0000794	7,5962	0,177

On a composé le réseau AEP de Oudjlida Sud par 5 surface ,chaque surface contient un nombre de nœuds .

$$Q(l/s)=22/surface\ total$$

$$Q\ par\ surface= Q(l/s)*surface(m^2)$$

$$Q\ par\ nœud= Q\ par\ surface/nœud\ par\ surface$$

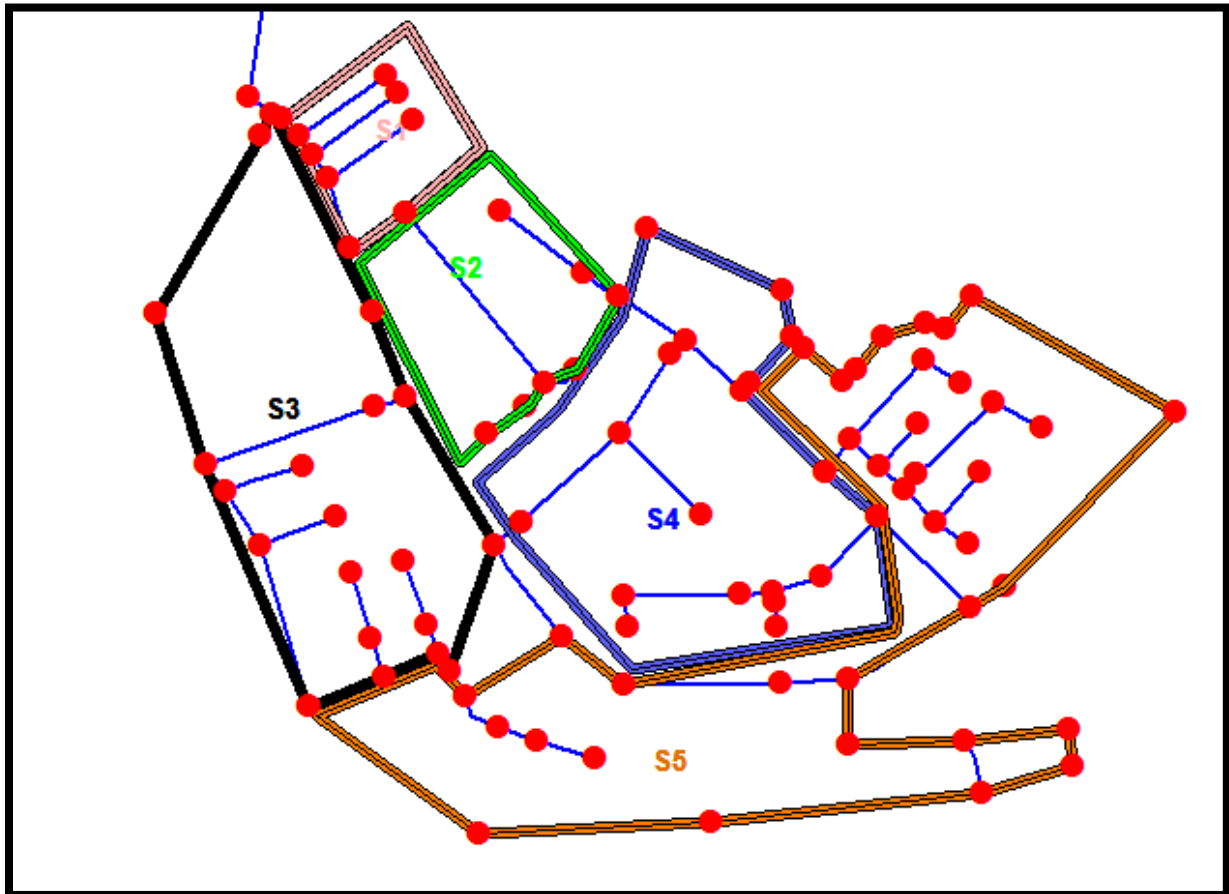


Figure IV- 8 :Schéma de partage du réseau de Oudjlida Sud

La distribution de la pression obtenue (figure IV-13) par cette méthode est presque identique à celle estimée par la méthode DEN donnée en figure IV-9. Toutefois, les pressions des nœuds estimées par la méthode DPS sont environ 10% inférieures à celles estimées par la méthode DPN comme le montre la figure IV-13.

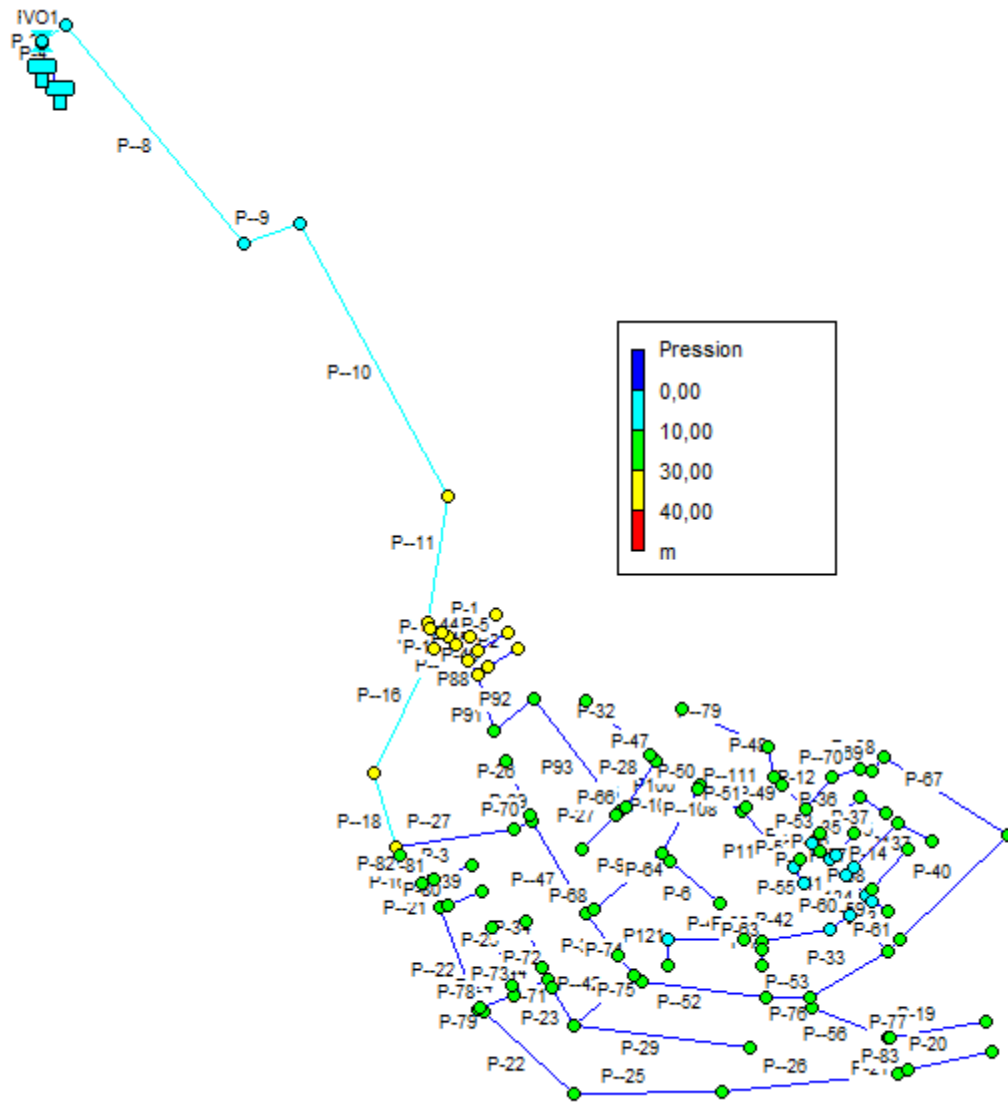


Figure IV- 13: Distribution des pressions pour le réseau actuel estimée par la méthode DPS

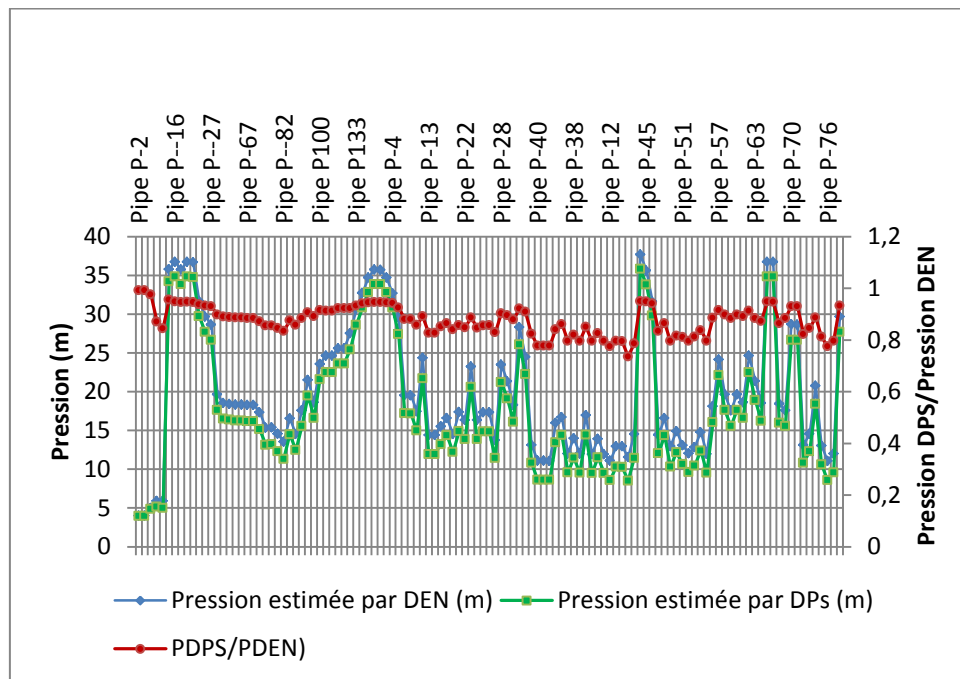


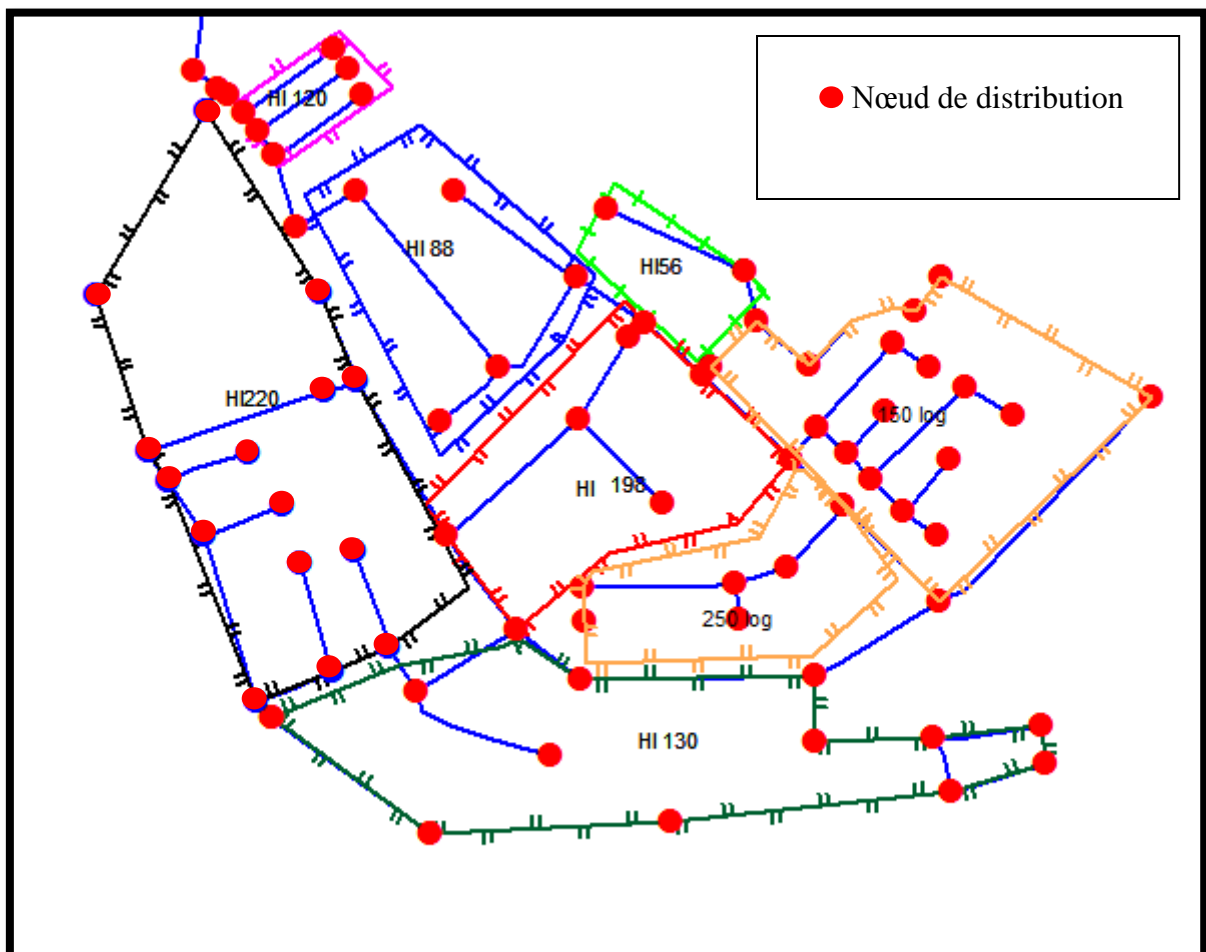
Figure IV- 9: Comparaison des pressions des nœuds estimées par les méthodes DEN et DPS.

### IV.6.3. Simulation avec méthode « DPH»

D'une manière similaire à la méthode « DPS » la dotation de 22l/s a été répartie sur les 108 nœuds de distribution proportionnellement à la densité de la population. Les résultats obtenus par cette méthode pour les données actuelles du réseau sont représentés dans le Tableau IV.2.

**Tableau IV-2 :** Affectation des débits aux différents nœuds selon la méthode DPH

		Nbr d'habitant	Q l/s	Nbr de nœud	Q par Noeud de la simulation
150 log	150	299	2,7	18	0,1513
250 log	250	575	5,2	6	0,8730
HI 130	130	195	1,8	12	0,1484
HI 220	220	414	3,8	15	0,2514
HI 120	120	126	1,2	6	0,1921
HI 88	88	386	3,5	5	0,7040
HI 198	198	363	3,3	7	0,4729
HI 56	56	55	0,5	2	0,2514



**Figure IV.15 :** Schéma de partage du réseau de Oudjlida Sud pour la méthode DPH

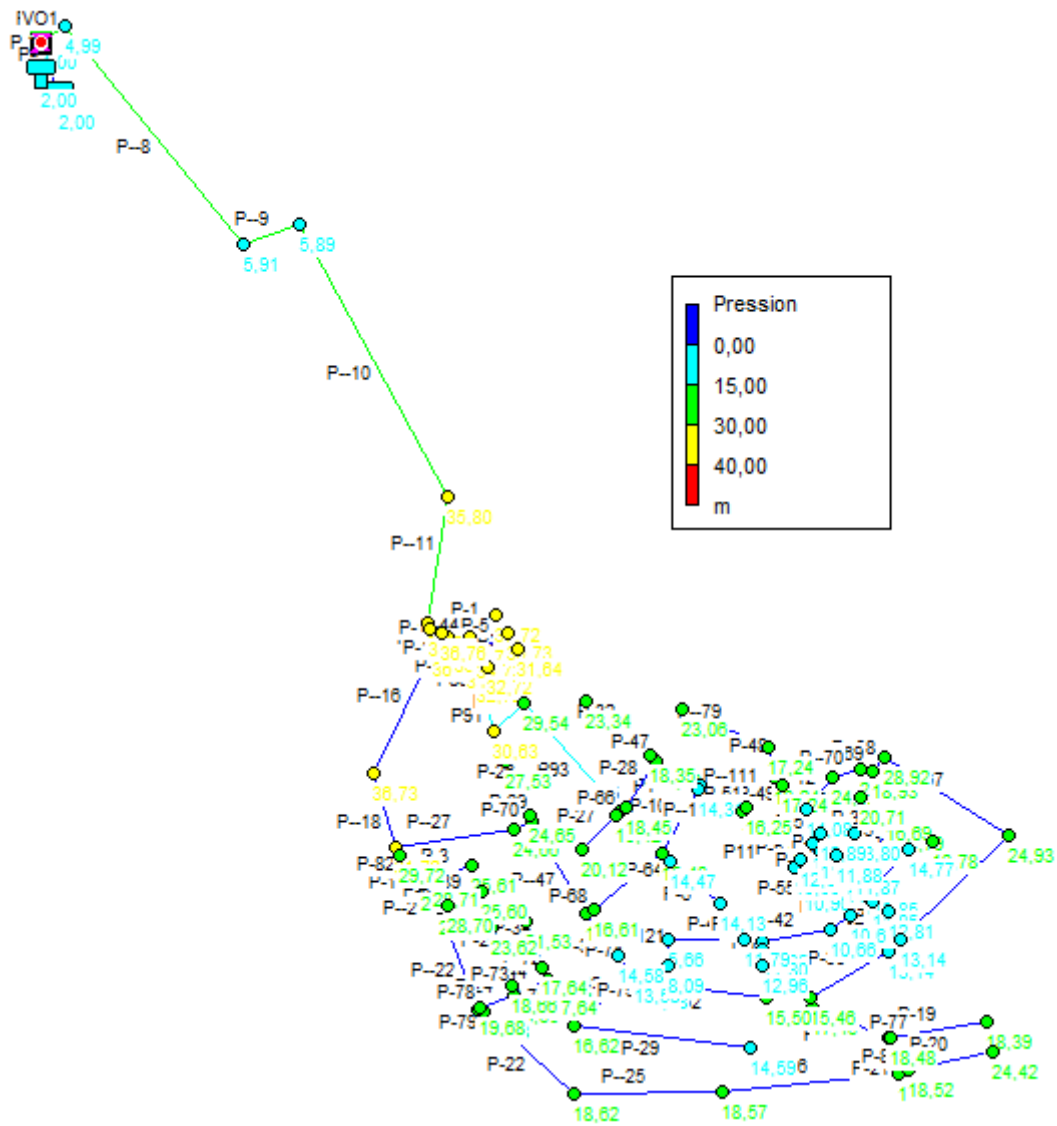


Figure IV.16: Distribution des pressions estimée par la méthode DPH pour le réseau actuel



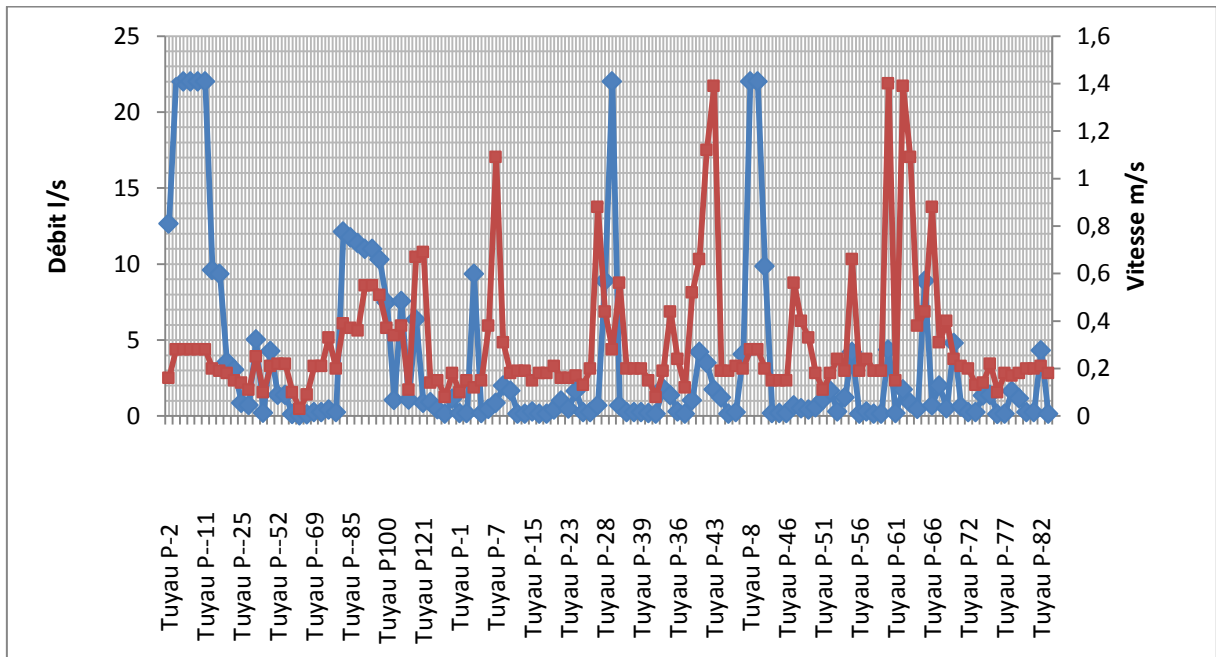


Figure IV- 17: Répartitions des vitesse et des débits estimés par la méthode DPH

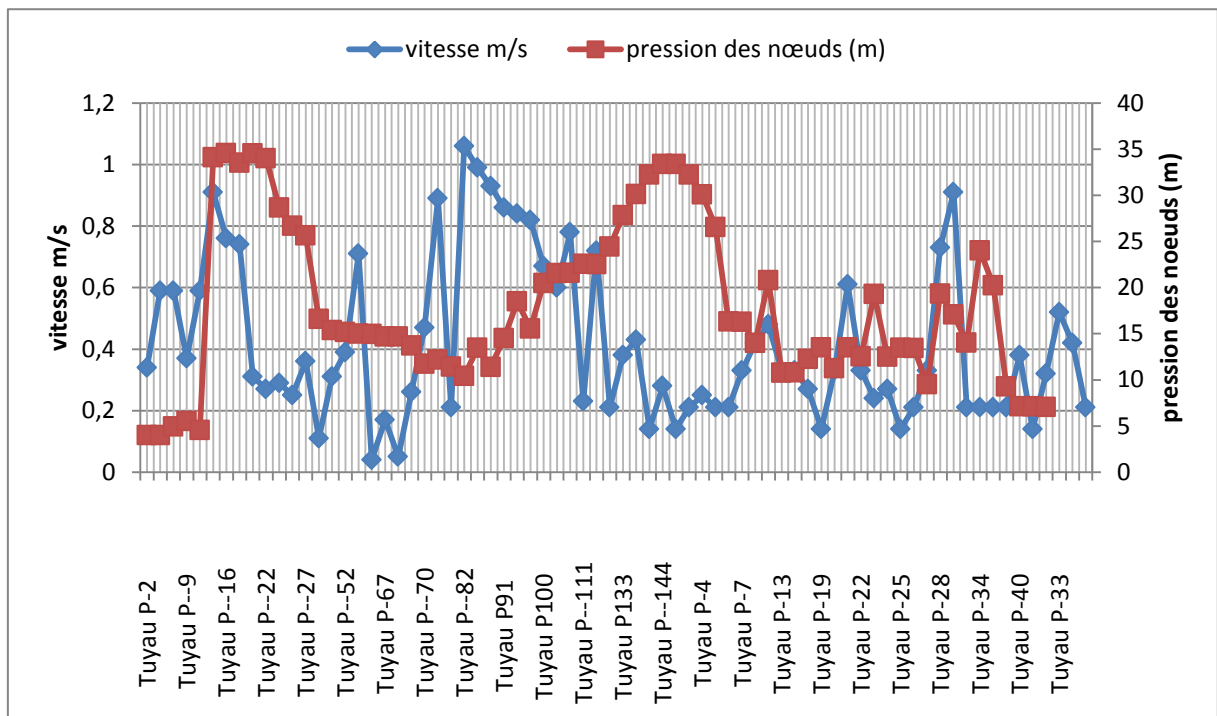
IV.7. Capacité réelle du réseau

Tableau IV-3 : Débit max pour la population et les équipements de Oudjlida Sud l/s

		2014	2015	2025	2040	2050
<b>Dotation m<sup>3</sup>/j/hab</b>	85	19,37	19,5	20,28	21,45	22,36
	100	21,58	21,58	22,49	23,92	24,96
	120	24,31	24,44	25,48	27,17	28,47
	150	28,6	28,73	30,03	32,11	33,67
	200	35,62	35,75	37,57	40,3	42,38

**On a distribué la dotation de 28,73 l/s uniformément sur les 108 nœuds principaux de distribution soit une dotation de  $28,73 / 108 = 0,266$  l/s/nœud.(la méthode DEN)**

Le résultat obtenu par cette simulation donnée en figure IV-18



**Figure IV- 18:**Répartitions des vitesses et des pressions des nœuds estimés par la méthode

DEN

#### IV.8. Conclusion

En se basant sur les analyses faites sur le réseau d'AEP de Oudjlida Sud, quelques propositions ont été faites pour améliorer l'alimentation en eau potable au niveau de Oudjlida Sud. Les différentes simulations ont été conduites selon trois méthodes différentes. Les deux premières méthodes (méthode DEN et méthode DPS) ne sont réalistes que dans le cas d'une répartition de la population uniforme. Le troisième modèle (méthode DPH) est celui qui représente mieux la population de Oudjlida Sud. Ce modèle à notre sens révèle mieux les défauts du réseau actuel.



**CONCLUSION GENERALE**

## **CONCLUSION GENERALE**

La gestion de la base de données établie pour le réseau d'AEP de Oudjlida Sud a permis de déterminer l'état du fonctionnement du réseau de distribution, dont les résultats sous EPANET montrent que le réseau en question présente beaucoup de problèmes au niveau de la répartitions des vitesses et des pressions.

Le modèle traité permet de voir clairement la puissance du association SIG-EPANET dans la gestion du réseau d'AEP de Oudjlida Sud ainsi la souplesse offerte par ces derniers pour traiter les problèmes qui se présentent surtout pour le comportement du réseau à savoir :

- Le dimensionnement du réseau d'AEP qui génère des problèmes de faibles vitesses et par la suite une formation de dépôts dans les canalisations qui risquent d'être détériorer de ce fait;

Beaucoup de pressions élevées dans les nœuds de demande qui risquent de porter des bruits désagréables dans les installations intérieurs d'abonnées.

Cette étude constitue une première étape d'un processus global dont le but est de développer des techniques d'aide à la gestion des réseaux d'A.E.P au moyen des SIG, elle peut être complétée et améliorée par d'autres applications qui intéressent les gestionnaires des réseaux.

Plusieurs axes peuvent être développés en continuité de ce travail, à savoir :

- Effectuer des campagnes de mesures pour caler le modèle de calcul propose;
- Amélioration du modèle proposé en développant les autres composantes ;
- Compléter le travail en insérant des programmes de calcul d'optimisation pour une meilleure gestion du réseau de distribution .

Ce travail doit être élargi pour qu'il puisse cerner les problèmes liés à l'alimentation en eau potable en général surtout le volet qualité.

---

## RÉFÉRENCE BIBLIOGRAPHIQUE

**ADE .,2015**, Rapport interne: (Algérienne des eaux)

**Ali Nehari Aissa., 2013**, Etude de la sécurisation de l'alimentation en eau potable du groupement urbain de Tlemcen, Mémoire pour l'obtention de diplôme de Magister. Université de Tlemcen.

**Belaid Allel., 2014**, Modélisation hydraulique d'un system de Transfer d'eau potable, Mémoire pour l'obtention de diplôme de Magister. . Université de Chlef.

**Berahma B., 2009**, Etude d'un niveau schéma de répartition de ressources dans le GUT , Mémoire pour l'obtention de diplôme de Master en Hydraulique. Université de Tlemcen..

**Blindu I., 12 mai 2004**, outils d'aide au diagnostic du réseau d'eau potable pour la ville de Chisinau par analyse spatiale et temporelle des dysfonctionnements hydrauliques, Thèse de doctorat de l'école national supérieur des mines de Saint-Etienne et de l'université Jean Monnet.

**Boukli Hacene C.,2014**, Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un SIG - Cas du Groupement Urbain de Tlemcen -,Thèse pour l'obtention de diplôme de Doctorat en Hydraulique. Université de Tlemcen.

**Kassambara B., 2007**, Modélisation d'un réseau d'alimentation en eau potable et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique (cas du nouveau pôle universitaire Mansourah),Mémoire de fin d'études Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique

**PDAU., 2005**,étude de révision du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme phase 2

**URBAT.,2015**, étude relative au plan d'occupation de sol (POS) du la zone Oudjlida sud

## LES ANNEXES

### Annexe A:

Les débits produits pour le GUT en (l/s) pour l'année 2014

Désignation	Total
F .A/Houtz	585540
F .SafSaf 2	544201
F.chétouane1	267831
F.mansourah2	
F.Hopital	123750
F.Benzerdjab	106994
F. ouzidane	279599
F.minaret	187444
F. SafSaf 3	547279
F .Birouana1	396834
F.AinDefla	
F. Ksar Charra	
F ;Imama	
F. les olivier	
F.djelissa	
F.Béni Boublène1	
F. Kiffane 2	
F.cd faradj	
F. Béni Boublène2	213394
F. Bouhanak	195145
F. chetouane2	424404
F. Koudia	510400
F.FeddaneSbaa	463884
F.Oudjlida	62254

---

F. Sp3	168813
F.Birouana2	
F.Mansourah1	
F.Sp2 Béni Mester	213394
F1.Tezghanit	28141
F2.Tezghanit	448890
F3.Tezghanit	406059
F6.Tezghanit	221824
F5.Tezghanit	10480
F.S-Othmane	571960
F .chetouane3	353001

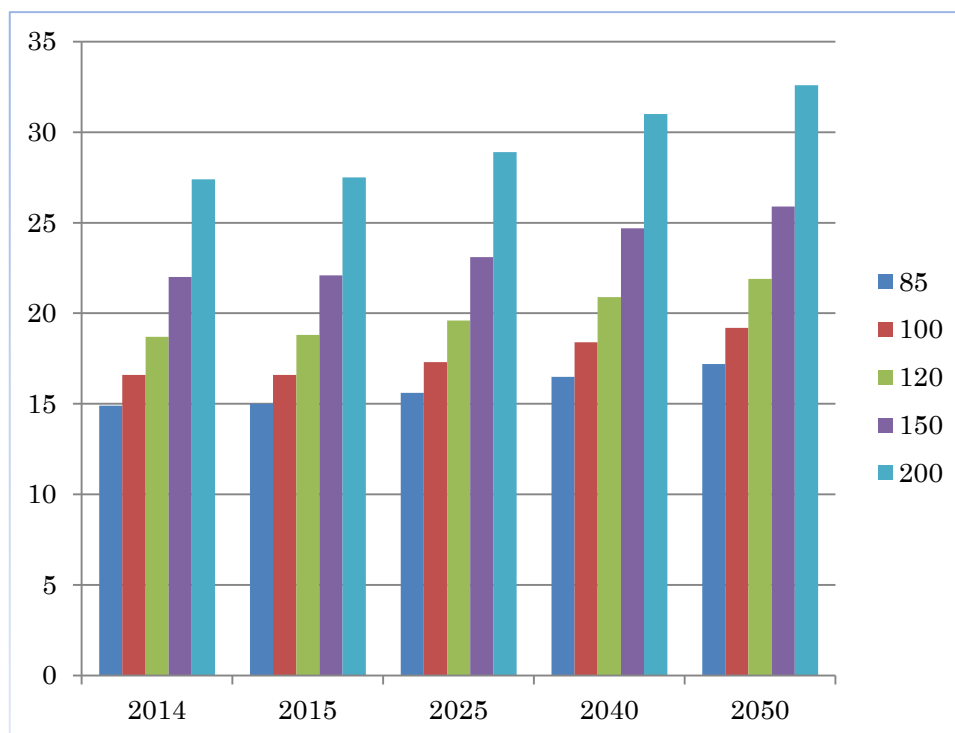


Réservoir avec plus détail :

N°	Réservoir	Capacité m <sup>3</sup>	Alt (m)	d(m)
1	<b>Boudghene</b>	2000	916	11,7
2	<b>Sidi chaker 1</b>	2000	855	19,64
3	<b>Sidi chaker 2</b>	2000	851	-
4	<b>Birouana</b>	1500	937	18,08
5	<b>Sidi Tahar</b>	700	891	15,4
6	<b>Pépinière</b>	2000	820	21,16
7	<b>Cherbal 1</b>	3000	800	26,36
8	<b>Cherbal 2</b>	3000	803	25,94
9	<b>Kbassa (T-R)</b>	4000	742	18,11
10	<b>Zone Industrielle</b>	5200	695	a voir
11	<b>Koudia</b>	500	666	12,52
12	<b>Attar</b>	1500	1072	15,75
13	<b>Fouara Inférieur</b>	2000	825	-
14	<b>Oujlida 1</b>	1000	645	15,53
15	<b>Oujlida 2</b>	3000	645	26,51
16	<b>Aïn el Hout</b>	500	556	11,71
17	<b>LallaSetti</b>	3000	1008	24,9
18	<b>Aïn el Hout nouveau</b>	500	621	12,82
19	<b>Oujlida</b>	500	646	-
20	<b>Boudjmil1</b>	2000	841	20,96
21	<b>Boudjmil2</b>	2000	843	23,58
22	<b>Petit Mansourah</b>	100	890	8,4
23	<b>Mansourah1</b>	2000	862	22,61
24	<b>Mansourah2</b>	2000	864	22,17
25	<b>Nouveau</b>	5000	866	32,85

	<b>Mansourah</b>			
26	<b>Beni Boublène</b>	200	926	9,69
27	<b>Mdig Sidi Aïssa</b>	200	668	8,31
28	<b>Chetouane 2 ( Douimnie 2)</b>	3000	635	27,38
29	<b>Douimnie 1</b>	1000	635	16,03
30	<b>Ouzidane</b>	150	554	-
31	<b>Haouche el Wâar</b>	500	583	11,95
32	<b>Haouche el Wâar</b>	1000	597	15,81
33	<b>SafSaf 2</b>	500	680	12,34
34	<b>SafSaf 1</b>	200	671	-
35	<b>Chetouane 1</b>	500	635	11,33

## Annexe B:

Débit de consommation moyen pour la population et les équipements de  
Oudjlida Sud l/s

## Annexe C :

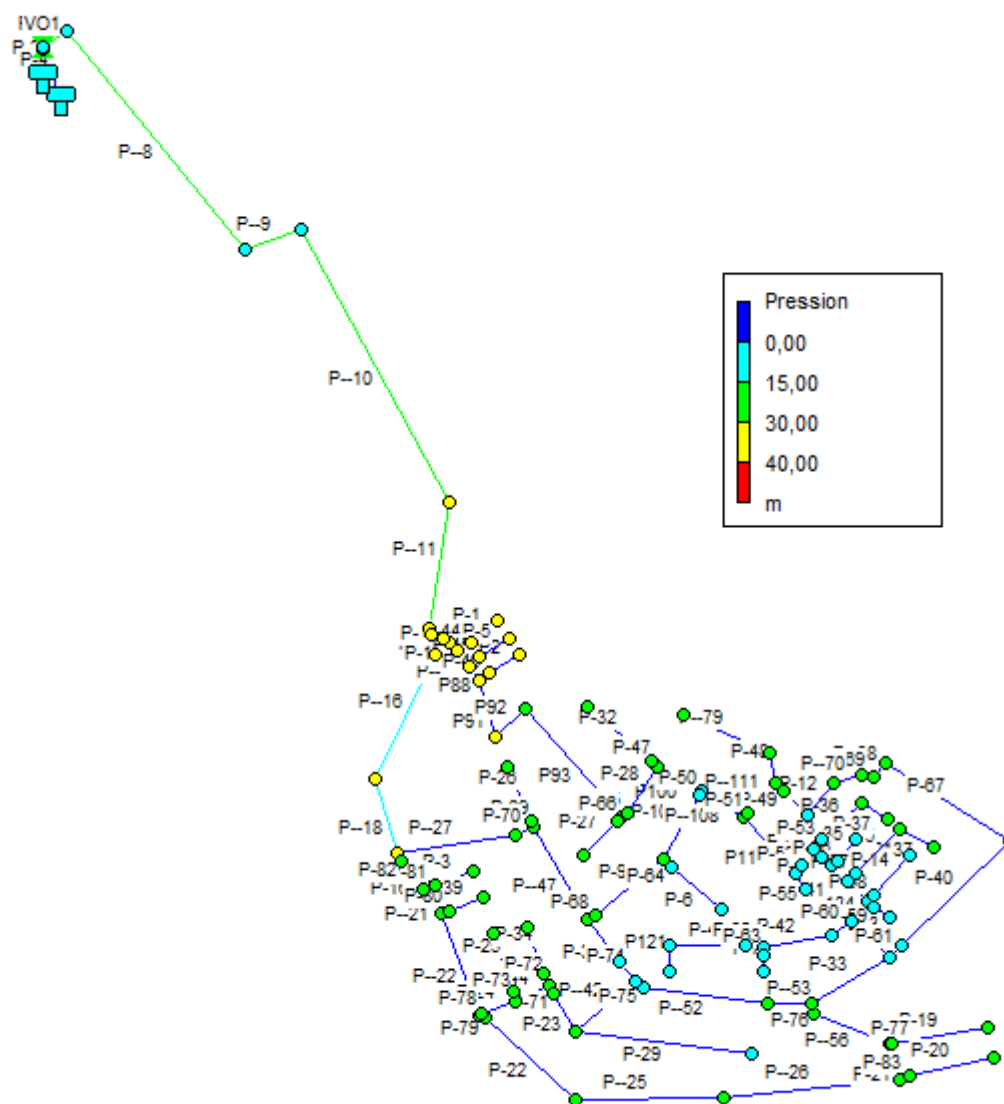
## Détails du réseau d'AEP de Oudjlida Sud modélisé sous l'environnement EPANET

ID arc	Nœud initial	Nœud final	Longueur(m)	Diamètre(mm)
p-2	RO2	NO2	31,87	315
p--7	NO3	NO4	50,29	315
p--8	NO4	NO5	334,36	315
p--9	NO5	NO6	79,68	315
p--10	NO6	NO7	357,41	315
p--11	NO7	NO8	164,62	315
p--16	NO11	NO12	156,5	250
p--18	NO12	NO13	108,28	250
p--21	NO14	NO15	45	160
p--22	NO15	NO16	129,85	160
p--25	NO17	NO18	178,56	90
p--26	NO18	NO19	200,52	90
P--27	NO13	NO37	137,09	160
P--42	NO28	NO27	97	50
P--47	NO36	NO56	129	160
P--52	NO26	NO25	116	90
P--53	NO25	NO24	53	90
P--56	NO23	NO21	49	40
P-67	NO70	NO69	176,2	40
P--68	NO69	NO68	23	40
P--69	NO68	NO67	14,58	40
P--70	NO67	NO66	33	40
P--74	NO64	NO63	40	40
P--79	NO62	NO60	103	40
P--82	NO10	NO44	19	200
P--85	NO44	NO43	18	200
P88	NO43	NO42	22	200
P91	NO42	NO41	50,26	160
P92	NO41	NO48	52	160
P93	NO48	NO49	52	160
P100	NO51	NO53	59	160
P-103	NO54	NO55	72	63
P--108	NO53	NO58	59	160
P--111	NO59	NO61	50	110
P112	NO58	NO74	87	110
P121	NO88	NO89	38	40
P133	NO78	NO80	25,8	90

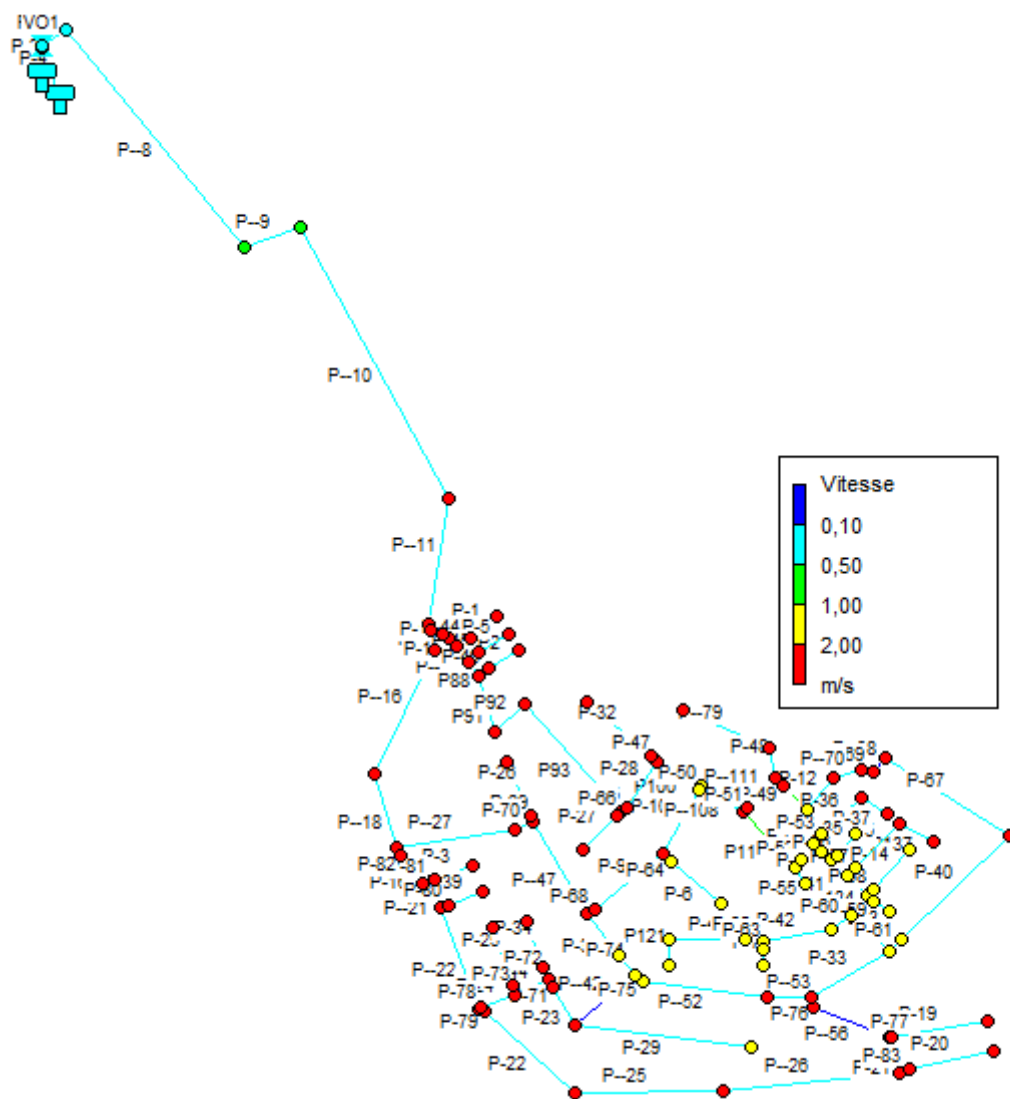
p134	NO80	NO82	29	63
P137	NO76	NO81	40,85	50
P--144	NO34	NO32	48	90
P-1	NO45	J-1	76,01	50
P2	NO47	J-3	72,82	40
P-4	RO1	NO2	54,58	315
P-5	NO46	J-2	75,8	40
P-6	NO57	J-4	67	40
P-7	NO87	J.7	19	32
P-9	J-5	NO55	99	90
P-11	J-9	NO75	26	110
P-13	NO84	J-11	21,5	32
P-14	NO83	J-12	42	32
P-15	J-13	NO76	91,98	50
P-19	NO22	J-17	45,36	32
P-20	NO20	J-18	50,09	32
P-21	NO21	NO19	24,6	50
P-22	J-20	NO17	135,22	90
P-23	J-21	NO28	27	63
P-24	J-22	NO34	37	110
P-25	J-23	NO35	69	50
P-26	J-24	NO40	72,39	40
P-27	J-25	NO50	43	32
P-28	J-26	NO51	76	160
P-30	J-28	J-29	4,5	315
P-32	J-30	NO52	97,81	40
P-34	J-32	NO33	62	40
P-3	J-27	NO38	58,53	40
P-39	J-37	NO39	57,14	40
P-40	NO70	J-38	196	40
P-29	NO28	NO31	110,86	50
P-31	NO56	J-31	67	110
P-33	NO71	NO24	85	63
P-36	J-34	J-33	75	40
P-37	J-33	NO77	32	40
P-38	NO71	NO85	65	50
P-41	NO85	NO73	40	90
P-42	NO86	J-35	40	63
P43	J-6	NO88	97,5	40
P-10	NO78	J-10	22	90
P-35	J-14	NO79	37	32
P-12	NO66	NO64	31	40
P-16	J-8	NO14	15,66	160

Annexe D:

### D.1. Simulations avec la méthode « DEN »

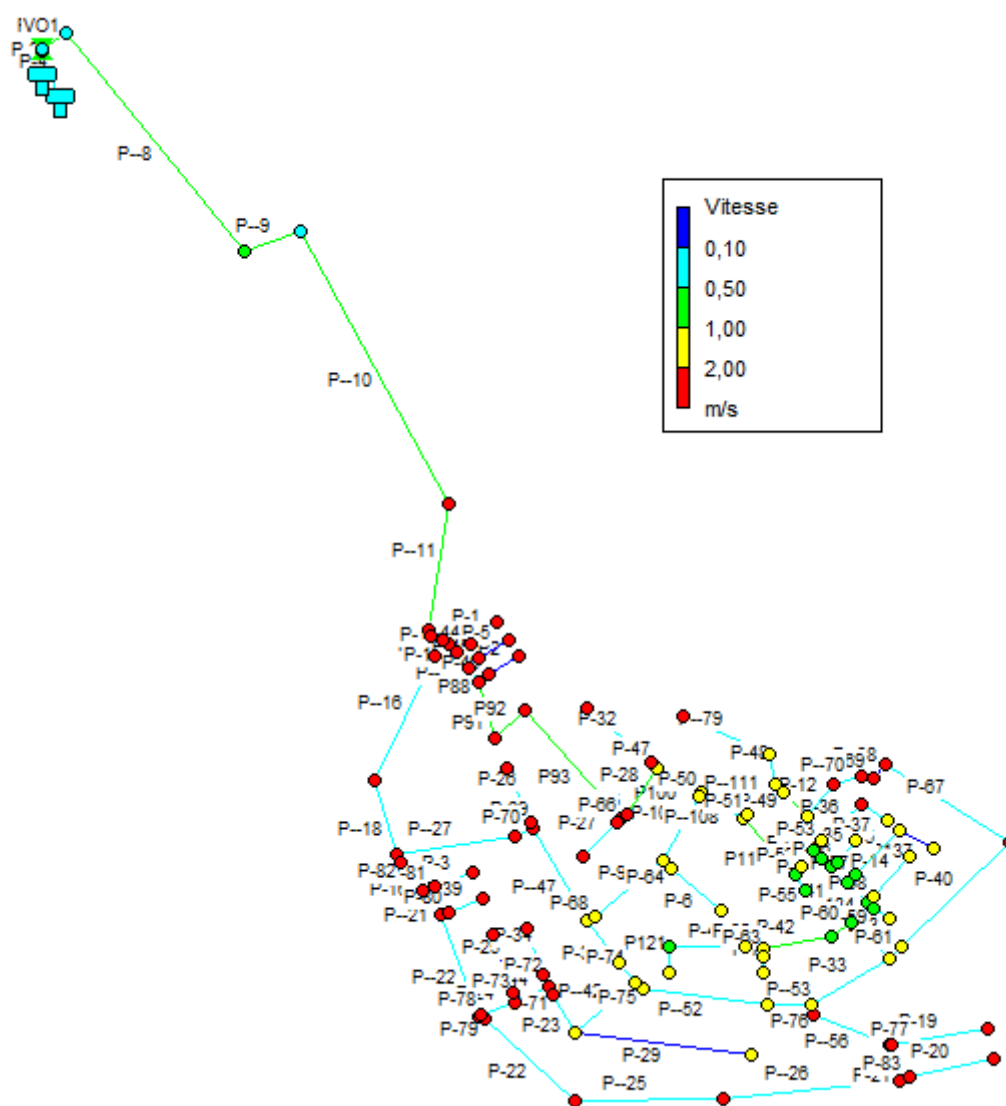


- **Figure Annexe D.1:** Distribution des pressions pour le réseau actuel estimée par la méthode DEN.



- **Figure Annexe D.2:** Distribution des vitesses pour le réseau actuel estimée par la méthode DEN.

## D.2. Simulation avec la méthode « DPS »



- **Figure Annexe D.3:** Distribution des vitesses pour le réseau actuel estimée par la méthode DPS.



