

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 chef-lieu de Chetouane**

Présentée par :
CHERIF FATIMA ZOHRA

Devant le jury composé de :

Mr. A. CHIBOUB FELLAH
Mr. M. HABI
Mr. A. SEDDINI
Mr. M. ADJIM

Président
Examineur
Examineur
Encadreur

Promotion : 2014/2015.

DEDICACES

(بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ)

الصلاة والسلام على أشرف المرسلين وخاتم الأنبياء والمرسلين وبعد:

Je dédie ce modeste travail à :

A mes chers parents qui m'ont toujours soutenu avec leurs encouragements, sacrifice, patience, et leur orientation dans ma vie.

Mes très chères sœurs et frères :Yassmine, Hadillnes, Kheir Eddine , maroine.

Toute ma famille.

Que ce travail soit un témoignage de ma gratitude et mon profond respect à mes professeurs M^rADJIM Mohamed et BOUHAFSI Seddik.

Un remerciement particulier et sincère pour M^{me} BOUKLI HAECEN Cherifa.

Mes très chers amis (es) :

SARA, Fadwa, Rihab, Ayoub, Manel, Nor El houda, Safia, Walid, Nousseiba, Sabiha, Nadjib, Nihadet Tous les autres que je n'ai pas cités nommément et qui se reconnaîtront dans cette dédicace.

Toute la promotion d'E.S.A 2014/2015.

REMERCIEMENTS

Un très grand merci à :

Mes parents qui m'ont suivi pendant mes études.

J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs qui m'ont enseigné depuis les études primaires jusqu'aux années du cursus universitaire pour l'obtention du diplôme MASTER.

Je tiens à remercier sincèrement MR ADJIM Mohamed qui, en tant que mon superviseur, s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'il a bien voulu me consacrer.

Mes remerciements s'adressent également à MR BOUHAFSI Seddik; pour ces conseils, sa générosité et sa grande patience.

Je remercie Mr CHIBOUB FELLAH A. qui m'a fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire.

Aussi Mr HABI M, et Mr SEDDINI A, pour avoir bien voulu examiner ce travail.

Mes remerciements s'adresseront aussi à tous les travailleurs de l'Université de Tlemcen et à tous les amis avec qui j'ai gardé des souvenirs très agréables des bons moments vécus ensemble.

ملخص

مستغل شبكة الإمدادات بالمياه الصالحة للشرب يقع عادة في مواجهة صعوبة المعرفة بتبدقة 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 تمزقات 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 الحاضر ينص على معرفة بيانات شبكة الإمدادات بالمياه الصالحة للشرب لمدينة شتوان 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 وللقدرة على تحليل سلطة تحليل شبكة الإمدادات بالمياه الصالحة للشرب لبلدية شتوان.

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 les fuites, les branchements illicites 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 la ville de Chetouane 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 couplé au code de calcul EPANET pour bénéficier d'un environnement performant de modélisation et pouvoir analyser le réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Chetouane.

Mots-clés: Modélisation, Système d'information géographique, Base de données, EPANET, Réseau d'alimentation en eau potable.

ABSTRACT

A drinking water system operator has to deal with the difficulty of knowing precisely its network considering its diversity (generally multiple kinds of work are performed according to different techniques and over several years) and its extended.

In addition, among the problems to be daily solved, the operator is faced to breaks located at several places. To these problems are added leaks, faulty connections that are not always without consequences on the flow of water and the implementation of extensions to be carried out on the network.

The development drawing techniques and computer-aided mapping and more recently systems of information has given great impulsion to the mapping.

In this sense, the present work consists to store data of the drinking water network of the city of Chetouane in a database, to model the network and contribute to the management of this network using a GIS. GIS software (MapInfo), is coupled to the EPANET computer code to take advantage of a powerful modeling environment and to analyze the supply network of drinking water to the city of Chetouane.

Keywords: Modeling, Geographic Information System, Database, EPANET, supply of drinking water network.

ABREVIATIONS

A.D.E : Algérienne Des Eaux.

AEP : Alimentation En Eau Potable.

ANAT : l'Agence Nationale d'Aménagement de Territoire.

Cf ou cf : Confer.

DEN: Dotation Egale pour chaque Nœud

DPS: Dotation Proportionnelle aux Surfaces desservies

DPH: Dotation Proportionnelle à la densité des Habitants.

D.P.A.T : Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire

D.R.E : Direction des Ressources en Eau.

EPA : Environmental Protection Agency.

Eq ou éq : Equation.

Fig ou fig : Figure.

GUT : Groupement Urbain de Tlemcen.

P.D.A.U : Plan de Développement et d'Aménagement de l'Urbanisme.

SIG : Système d'Information Géographique.

UTM : Universal Transverse Mercator (WGS 84).

TABLE DES MATIERES

RESUME	II
ABSTRACT	III
ABREVIATIONS	IV
TABLE DES MATIERES	V
LISTE DES FIGURES	VIII
LISTE DES TABLEAUX	XI
INTRODUCTION GENERALE.....	2
PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	5
I.1. INTRODUCTION.....	5
I.2. PRESENTATION DU GROUPEMENT URBAIN DE TLEMCEM	5
I.3. COMMUNE CHETOUANE	6
<i>I.3.1. Climatologie</i>	<i>7</i>
<i>I.3.2. Cadre topographique</i>	<i>8</i>
I.4. CADRE DEMOGRAPHIQUE	9
I.5. LES RESSOURCES HYDRAULIQUES	10
<i>I.5.1. Les eaux souterraines.....</i>	<i>11</i>
<i>I.5.2. Le dessalement de l'eau de mer.....</i>	<i>11</i>
<i>I.5.3. Ouvrages de stockage :</i>	<i>12</i>
<i>I.5.4. Qualité des eaux alimentant la commune de Chetouane :</i>	<i>13</i>
I.6. CONCLUSION :.....	14
ESTIMATION DES BESOINS EN EAU.....	16
II.1. INTRODUCTION:	16
II.2. ESTIMATION DES BESOINS JOURNALIER MOYENS.....	16
<i>II.2.1. Estimation des besoins moyens de la population de la commune de Chetouane ..</i>	<i>16</i>
<i>II.2.2. Estimation des besoins moyens de la localité de Chetouane</i>	<i>18</i>

II.3. CONCLUSION	21
PRESENTATION DES ENVIRONNEMENTS SIG ET EPANET	23
III.1. INTRODUCTION	23
III.2. DEFINITIONS DU SIG	23
III.3. LE CONCEPT D'UN SIG	24
III.4. LES TYPES DES SIG	25
III.5. ROLE D'UN SIG	25
III.6. COMPOSANTS DU SIG	25
III.7. LA STRUCTURE DU SIG	27
III.8. FONCTIONNALITES DU SIG	29
III.9. LES DONNEES DU SIG	30
<i>III.9.1. Les modes d'acquisition des données.....</i>	<i>30</i>
<i>III.9.2. Les types de données du SIG</i>	<i>32</i>
III.10. MODES DE STOCKAGE DES DONNEES DU SIG	33
<i>III.10.1. Le mode raster</i>	<i>33</i>
<i>III.10.2. Le mode vecteur.....</i>	<i>34</i>
III.11. RESTRUCTURATION DES DONNEES.....	36
<i>III.11.1. CONVERSION VECTEUR/RASTER</i>	<i>36</i>
<i>III.11.2. CONVERSION RASTER/VECTEUR</i>	<i>36</i>
III.12. LES PRINCIPAUX DOMAINES D'APPLICATION DES SIG.....	37
III.13. LE SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE POUR LE RESEAU D'AEP	38
III.14. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT EPANET	39
<i>III.14.1. POTENTIALITES DU LOGICIEL.....</i>	<i>39</i>
<i>III.14.2. SPECIFICITES DU LOGICIEL.....</i>	<i>40</i>
<i>III.14.3. CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DU LOGICIEL</i>	<i>41</i>
<i>III.14.4. LES ETAPES DE L'UTILISATION D'EPANET</i>	<i>41</i>
III.15. CONCLUSION	42

MODELISATION ET ETUDE CRITIQUE DU RESEAU	45
IV.1. MODELISATION DU RESEAU SUR MAPINFO.....	45
IV.1.1. Acquisition des données.....	46
IV.1.2. Résultats préliminaires de la modélisation sur MapInfo.....	50
IV.2. MODELISATION DU RESEAU SOUS EPANET	52
IV.3. ETUDE CRITIQUE DU RESEAU.....	54
IV.3.1. Simulations avec la méthode « DEN »	54
IV.3.2. Simulation avec méthode « DPS ».....	61
IV.3.3. Simulation avec méthode « DPH».....	66
IV.4. INTERPRETATION DES RESULTATS ET CONCLUSION	69
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES.....	71
BIBLIOGRAPHIE	73
RENOVATION DES CONDUITES ET REPARATION DES FUITES (ADE, 2013)	75
PREVISION DES BESOINS (ADE, 2013)	79
DETAILS DU RESEAU D'AEP DE CHETOUANE MODELISE SOUS L'ENVIRONNEMENT EPANET ..	82
SIMULATION AVEC LES TROIS METHODES.....	92
D.1. SIMULATIONS AVEC LA METHODE « DEN »	92
D.2. SIMULATION AVEC LA METHODE « «DPS »	94
D.3. SIMULATION AVEC METHODE « DPH».....	95
REPARTITION DE LA POPULATION ET DU LOGEMENT PAR QUARTIER RECENSEMENT (PC DE CHETOUANE, 2008)	98

LISTE DES FIGURES

Figure I- 1: Situation géographique de la zone d'étude	6
Figure I- 2: Communes limitrophes de Chetouane	7
Figure I- 3: Extrait de la carte topographique du GUT (Echelle 1/50 000) [1]	9
Figure III- 1: Composants d'un SIG [14]	27
Figure III- 2: Structure d'un SIG	28
Figure III- 3: Fonctionnalités d'un SIG.	30
Figure III- 4: Représentation de l'information en mode raster [16].	33
Figure III- 5: Représentation d'une information en mode vecteur [16].....	35
Figure III- 6: Conversion image Vecteur vers Raster [17].	36
Figure III- 7: Restructuration Raster/Vecteur [17].	37
Figure IV- 1: Réseau d'AEP de la ville de Chetouane modélisé sous MapInfo.....	47
Figure IV- 2: Choix du référentiel de calage de la zone d'étude sur MapInfo	48
Figure IV- 3: Description de la structure de la table conduite.....	49
Figure IV- 4: Structure de la table des conduites.....	50
Figure IV- 5: Diamètres des canalisations utilisées pour le réseau.	52
Figure IV- 6: Le réseau d'AEP de Chetouane modélisé sous Epanet.....	53
Figure IV- 7: Distribution des pressions pour le réseau actuel estimée par la méthode DEN.	56
Figure IV- 8: Pression au niveau des nœuds pour le réseau actuel estimée par la méthode DEN.	57

Figure IV- 9: Distribution des vitesses pour le réseau actuel estimée par la méthode DEN	58
Figure IV- 10: Pression au niveau des nœuds estimés par la méthode DEN pour le réseau amélioré	60
Figure IV- 11: Distribution des pressions estimées par DEN pour le réseau modifié.	60
Figure IV- 12: Distribution des vitesses estimée par la méthode DEN pour le réseau amélioré.	61
Figure IV- 13: Distribution des pressions pour le réseau actuel estimée par la méthode DPS.	63
Figure IV- 14: Pression au niveau des nœuds pour le réseau actuel estimée par la méthode DPS	64
Figure IV- 15: Distribution des pressions estimée par la méthode DPS pour le réseau modifié.	65
Figure IV- 16: Pression au niveau des nœuds estimée par la méthode DEN pour le réseau amélioré.	66
Figure IV- 17: Distribution des pressions estimée par la méthode DPH pour le réseau actuel.	67
Figure IV- 18: Distribution des pressions estimée par la méthode DPH pour le réseau amélioré	68
Figure Annexe B- 1: Besoin journalier moyen par an	80
Figure Annexe B- 2: Besoin journalier max par an	80
Figure Annexe B- 3: Besoin journalier max corrigé par an	80

Figure Annexe D- 1: Distribution des pressions pour le réseau actuel estimée par la méthode DEN.	92
Figure Annexe D- 2: Distribution des vitesses pour le réseau actuel estimée par la méthode DEN	93
Figure Annexe D- 3: Distribution des pressions pour le réseau actuel estimée par la méthode DPS.	94
Figure Annexe D- 4: Distribution des pressions estimée par la méthode DPH pour le réseau actuel.....	95
Figure Annexe D- 5: Distribution des vitesses estimée par la méthode DPH pour le réseau amélioré	96

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I- 1: Estimation de la population urbaine de Chetouane	10
Tableau I- 2: Production des eaux souterraines au niveau de la zone Chetouane	11
Tableau I- 3: Zones prévues initialement pour être desservies par les stations de dessalement [8]	12
Tableau I- 4: Ouvrages de stockage de la commune de Chetouane [5].....	13
Tableau II- 1: Débit moyen pour la population de la commune de Chetouane	18
Tableau II- 2 : Débit moyen pour la population de la ville de Chetouane.....	19
Tableau II- 3: Débit moyen pour la population et les équipements de la ville de Chetouane	20
Tableau II- 4: Débit moyen pour la population et les équipements de la ville de Chetouane en tenant comptes des fuites	21
Tableau IV- 1: Affectation des débits aux différents nœuds selon la méthode DSP...	62
Tableau IV- 2: Modifications proposées par la méthode DPH au niveau de la canalisation	68

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.

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.

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.

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 différent 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.

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre travail dont l'objectif est l'élaboration d'un système d'information géographique pour le réseau d'AEP de la ville de Chetouane et de gérer son fonctionnement à l'aide de l'environnement EPANET.

Le modèle, ainsi développé, permet de cerner toutes les contraintes de fonctionnement. Il permet, entre autres, de synthétiser les connaissances sur le réseau et d'en effectuer un diagnostic pour ensuite proposer des solutions visant à améliorer son fonctionnement.

Dans ce travail, on se propose de modéliser le réseau d'AEP de la ville de Chetouane en se servant des environnements MapInfo et EPANET. Les erreurs relatives au tracé du réseau disponible sur l'environnement AutoCad (fourni par les autorités locales) 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 Chetouane 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 Chetouane effectuée en utilisant trois méthodes d'imputation des débits distribués aux nœuds de distribution.

Chapitre I :
PRESENTATION DE LA ZONE
D'ETUDE

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I.1. INTRODUCTION

L'étude du milieu physique est nécessaire pour connaître toutes les caractéristiques de la zone d'étude et les facteurs qui influent sur la conception d'un projet d'AEP. 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 géologie et la topographie du site qui nous permettront de prendre les dispositions nécessaires lors de la réalisation des travaux.

La ville de Chetouane, objet de ce travail, est une partie intégrante du groupement urbain de Tlemcen pour lequel nous allons donner les principales spécificités dans les sous chapitres suivants.

I.2. PRESENTATION DU GROUPEMENT URBAIN DE TLEMCCEN

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 9061Km².

Le groupement des communes de Tlemcen, Chetouane et Mansourah, dit Groupement Urbain de Tlemcen (GUT), occupe environ 112,2 km² constituant le bassin intérieur de Tlemcen (Boukli, 2014).

I.3. COMMUNE CHETOUANE

La commune de Chetouane se situe à 3 km au nord-est de la ville de Tlemcen couvrant une superficie de 4611 ha et partageant la même zone industrielle avec Tlemcen (Figure I-1). Son relief est assez diversifié, composé de monticules boisés au Sud-Est, des terres agricoles au Sud et à l'Ouest, et des commune rocheuses et accidentées au Nord (Oudjelida : El Hourra et Sidi Yahia) (Benadouda, 2012).



Figure I- 1: Situation géographique de la zone d'étude

La commune de Chetouane est constituée à partir des huit localités suivantes dont la localité de Chetouane objet de ce travail:

- Chetouane
- Ouzidan
- Aïn El Hout
- Aïn Delfla
- Saf Saf
- Medigue

- Sidi Aïssa
- Domaine Hamadouche

Cette commune fait partie de la Daira du même nom (Daira de Chetouane) englobant les communes de Chetouane, Aïn Fezza et Amieur. Les communes limitrophes de Chetouane sont montrées en figure I-2.


Aïn Youcef	Amieur	Amieur
Hennaya		AïnFezza
Tlemcen	Tlemcen	AïnFezza

Figure I- 2: Communes limitrophes de Chetouane

I.3.1. Climatologie

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, 2013).

I.3.2. Cadre topographique

La topographie du groupement urbain de Tlemcen est constituée essentiellement d'un terrain accidenté avec des altitudes variant de 600 à 1100 m avec des dénivelées importantes ce qui crée des étages d'altitude de 100 à 500 m (cf. figure I-3). L'occupation du sol est à dominance urbaine.

L'espace bâti du groupement urbain de Tlemcen se confond presque avec les limites communales, il occupe près de 5200 ha soit 47% de la superficie totale (Boukli, 2014).

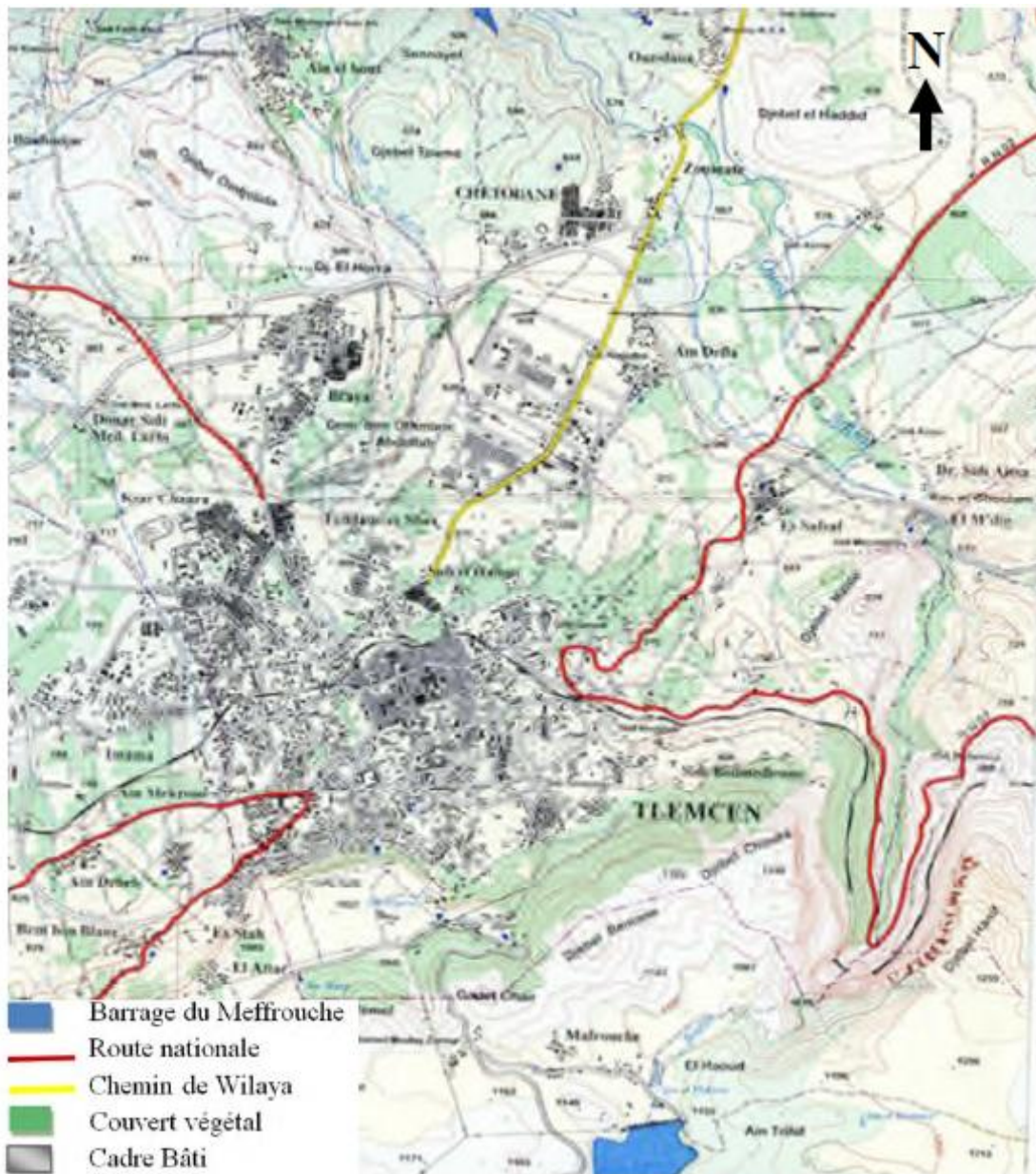


Figure I- 3: Extrait de la carte topographique du GUT (Echelle 1/50 000)(Boukli, 2014).

I.4. CADRE DEMOGRAPHIQUE

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 et la croissance élevée.

Pour notre étude, nous utilisons les données de la direction de la planification de l'aménagement de la wilaya de Tlemcen (D.P.A.T) de l'année 2012. Ces données correspondent à un scénario de croissance démographique faible.

La population à l'horizon de l'année n peut être évaluée approximativement par l'éq. (I-1) suivante (François, 2000):

$$P_n = P_0(1 + \alpha)^n \quad (I.1)$$

Où

P_n est la population à l'horizon de l'année n .

P_0 est la population de l'année 0 de référence,

α est le taux de croissement de population.

Dans cette étude nous adoptons $\alpha = 3,10 \%$ et $P_0=48568$ habitants, valeurs estimées d'après les statistiques de l'année 2010 (ADE, 2015). L'estimation de la population de Chetouane basée sur l'éq. (I.1) pour les années 2011, 2015, 2020, 2030 et 2040 est donnée dans le tableau I-1 suivant :

Tableau I- 1: Estimation de la population urbaine de Chetouane

Année	2010	2011	2015	2020	2025	2030	2040
Population	48568	50074	56577	65908	76777	89438	121370

La superficie de la commune de Chetouane est de 45 km² soit une densité de la population de 1079 hab/km² (ANAT, 2010).

I.5. LES RESSOURCES HYDRAULIQUES

L'approvisionnement en eau potable de la commune de Chetouane est assuré à partir de deux catégories des ressources : les eaux souterraines et eaux de dessalement.

I.5.1. 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 formidable ressource renouvelable exploitée pour l'approvisionnement en eau de la population de l'industrie et l'agriculture.

Les eaux souterraines de Chetouane sont exploitées par la source Ain Bendou située à 1.3km au nord-est de Saf Saf à une altitude de 850 met les cinq forages donnés en Tableau I-2 (ADE, 2015; ANAT, 2010).

Tableau I- 2: Production des eaux souterraines au niveau de la zone Chetouane

Nom du forage	Debit (l/s)	Production (m ³ /mois)	Destination	Etat
Chetouane1*	11	21762	Chetouane	Exploité
SafSaf 2*	23	58220	Chetouane	Exploité
SafSaf 3*	23	/	Chetouane	Exploité
Chetouane3*	14	37324	Koudia	Exploité
Chetouane2*	18	32157	Chetouane	Exploité
Ain Bendou **	10	40176	Une partie de Chetouane	Exploité

* Forage, ** Source :

I.5.2. Le dessalement de l'eau de mer

La situation actuelle de l'alimentation en eau et de l'irrigation dans la wilaya de Tlemcen reste difficile : Répartition inégale des ressources et de la distribution, risques majeurs de déficits importants en cas de sécheresse prolongée, irrigation limitée... Cette situation devrait s'améliorer dans le futur. Les contraintes rencontrées sont liée à :

- La pluviométrie et son caractère aléatoire ;
- Le déséquilibre existant entre les ressources en eau au niveau de la wilaya;
- La récurrence du phénomène de la sécheresse dans le temps et l'espace ;
- La pollution et à la qualité des ressources en eau ;
- La surexploitation des eaux souterraines.

En effet, ces contraintes ont conduit les autorités publiques à être prudents au regard de toutes ces incertitudes et les ont amené à redéfinir une stratégie d'eau basée sur la nécessité de recourir à une ressource en eau (dessalement de l'eau de mer) pour affranchir ces contraintes en particulier celle du climat.

La wilaya de Tlemcen a eu le privilège d'avoir deux grandes stations de dessalement de l'eau de mer, la première au niveau de la daïra de Bab Al Assa et exactement au niveau de la commune de Souk Tlata et la deuxième au niveau de la daïra de Honaine [(Benammar & Mankouri, 2010).

Ces deux stations étaient prévues initialement pour alimenter les agglomérations citées en tableau I-3. Les dates de mises en service prévues initialement lors du lancement du projet étaient 2009 pour la station de Honaine et 2010 pour celle Souk Tlata [(Boumedienne, 2012). L'affectation exacte de ces eaux dessalées n'est pas officiellement connue pendant la réalisation de ce travail. Cependant, la commune de Chetouane est prévue pour être alimentée durant l'année en cours (2015) [10].

Tableau I- 3: Zones prévues initialement pour être desservies par les stations de dessalement
(Boumedienne, 2012)

Station	Capacité (m ³ /j)	Agglomérations desservies
Honaine	200,000.00	Tlemcen, Mansourah, Chetouane, AmieurHennaya,Zenata, Ouled El Mimoun, Ouled Lakhdar, Béni Smail,Ain Tallout, Ain Nahala, Bensekrane, Sidi Abdelli,Remchi, Ain Youcef, Béni Ouarsous, SebaaChioukh,El Fehoul, Fillaoucen, Ain Kebira, Ain Fettah, Honaine,Béni Khelled.
Souk Tlata	200,000.00	Souk Tlata, M'sirdaFouaga, Djebala, H. Bougherara, Béni Mester, Béni Boussaid, Sidi Medjahed, Sabra,Bouhlou, Maghnia, Souahlia, OuledRiah, Dar Yagmiracen, Souani, Beb Al Assa, Marsat Ben M'hidi, Nedroma, Ghazaouet, Tient.

I.5.3. Ouvrages de stockage :

L'alimentation en eau potable de la ville de Chetouane et ses banlieues, majoritairement constituées d'habitats informels, est principalement régularisée par les quatre réservoirs dont les caractéristiques sont données

en tableau I-4. Le réservoir de Chetouane 2 d'une capacité de 3000 m³ est supposé régulariser la ville de Chetouane objet de cette étude.

Tableau I- 4: Ouvrages de stockage de la commune de Chetouane (ADE, 2015)

Nom de l'ouvrage	Type	Capacité m ³	Point d'alimentation
Chetouane 2	Circulaire	3000	Forage Chetouane1 et forage Chetouane2
Douimnie1 (Château centre)	Circulaire	1000	Forage Chetouane1 et forage Chetouane2
Chetouane 1	Circulaire	500	Forage Chetouane1
Château d'eau Hai Zitoune	Circulaire	250	Forage Chetouane3

I.5.4. Qualité des eaux alimentant la commune de Chetouane :

En Algérie, presque toutes les villes connaissent au moins un problème lié à l'eau, soit en distribution (réseau, réservoir de stockage, soit en approvisionnement (ressources, station de traitement, adduction), soit en évacuation des eaux usées (système unitaire ou séparatif, réseau, rejets et station d'épuration etc.....) mais, le gros problème est certes celui de la qualité de l'eau.

Dans le G.U.T, l'eau destinée à l'approvisionnement de la population provient, principalement, des ressources superficielles et souterraines avec des caractéristiques physico-chimiques différentes, compte tenu des formations géologiques des couches traversées.

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.

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 présentent un taux un peu plus élevé en nitrate, cela est le résultat des rejets industriels et engrais utilisés en agriculture (Berrahma, 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.

Chapitre II :

Estimation des besoins en eau

ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

II.1. INTRODUCTION:

Dans ce chapitre on va estimer les besoins en eau potable de l'agglomération de la zone de Chetouane à différents horizons. Le réseau d'eau de Chetouane 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 la commune de Chetouane, 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, des réseaux de distribution défaillants, 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 de Chetouane fluctue entre 80 et 120 l/j/hab [(DRE, 2015). Cette estimation 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 JOURNALIER MOYENS

II.2.1. Estimation des besoins moyens de la population de la commune de Chetouane

Les besoins journaliers moyens sont en m^3/j sont estimés par l'éq.(II.1) et les débits moyens en l/s par l'éq.(II-2) suivantes. Le résultat des calculs pour différents scénarios est donné dans le tableau (II-1) :

$$Q_{j_{moy}} = \frac{P_n D}{1000} \quad eq. (II. 1)$$

avec:

$Q_{j_{moy}}$: débit moyen journalier en (m³/j).

P_n : nombre d'habitant à l'horizon de l'année n.

D : dotation hydrique en l/jour/hab.

$$Q_{moy} = \frac{P_n D}{86400} \quad eq. (II. 2)$$

avec:

Q_{moy} : débit moyen en (l/s).

P_n : nombre d'habitant à l'horizon de l'année n.

D : dotation hydrique en l/jour/hab.

Tableau II- 1: Débit moyen pour la population de la commune de Chetouane

Année	2008	2010	2011,00	2015	2020	2025	2030	2040	
Population		48568	50074	56577	65908	76777	89438	121370	
Débit moyen pour la population de la commune de Chetouane (m ³ /j)									
Dotations (m ³ /j/hab)	85		4128	4256	4809	5602	6526	7602	10316
	100		4857	5007	5658	6591	7678	8944	12137
	120		5828	6009	6789	7909	9213	10733	14564
	150		7285	7511	8487	9886	11517	13416	18205
	200		9714	10015	11315	13182	15355	17888	24274
Débit moyen pour la population de la commune de Chetouane (l/s)									
Dotations (m ³ /j/hab)	85		48	49	56	65	76	88	119
	100		56	58	65	76	89	104	140
	120		67	70	79	92	107	124	169
	150		84	87	98	114	133	155	211
	200		112	116	131	153	178	207	281

II.2.2. Estimation des besoins moyens de la localité de Chetouane

La population de la ville de Chetouane, objet de cette étude, était de 23236 habitants en 2008 (cf. Annexe E) et en se basant sur un taux d'accroissement démographique de 3.1% [(DRE, 2015), les besoins moyens de cette localité sont estimés pour différents scénarios de dotations et différents horizons. Les calculs sont basés sur les Eq(II-1) et (II-2) et les résultats sont représentés en tableau II-2.

Tableau II- 2 : Débit moyen pour la population de la ville de Chetouane

Année		2008	2010	2011	2015	2020	2025	2030	2040	
Population		23236	24699	25465	28772	33517	39044	45483	61722	
Débit moyen pour la population de la ville de Chetouane (m ³ /j)										
Sans fuites	Dotation (m ³ /j/hab)	85	1975	2099	2164	2446	2849	3319	3866	5246
		100	2324	2470	2546	2877	3352	3904	4548	6172
		120	2788	2964	3056	3453	4022	4685	5458	7407
		150	3485	3705	3820	4316	5028	5857	6822	9258
		200	4647	4940	5093	5754	6703	7809	9097	12344
Débit moyen pour la population de la ville de Chetouane (l/s)										
Sans fuites	Dotation (m ³ /j/hab)	85	23	24	25	28	33	38	45	61
		100	27	29	29	33	39	45	53	71
		120	32	34	35	40	47	54	63	86
		150	40	43	44	50	58	68	79	107
		200	54	57	59	67	78	90	105	143

Les besoins pour les services privés et public sont estimés à 45% des besoins de la population. Ainsi, en multipliant par 1.45 les valeurs du tableau II-1, les besoins moyens deviennent égaux à ceux indiqués en tableau (II-2).

Tableau II- 3: Débit moyen pour la population et les équipements de la ville de Chetouane

Année		2008	2010	2011	2015	2020	2025	2030	2040	
Population		23236	24699	25465	28772	33517	39044	45483	61722	
Débit moyen pour toute la population de la ville de Chetouane (m ³ /j)										
Sans fuites	Dotation (m ³ /j/hab)	85	2864	3044	3139	3546	4131	4812	5606	7607
		100	3369	3581	3692	4172	4860	5661	6595	8950
		120	3625	3853	3972	4488	5229	6091	7095	9629
		150	5054	5372	5539	6258	7290	8492	9893	13424
		200	6738	7163	7385	8344	9720	11323	13190	17899
Débit moyen pour toute la population de la ville de Chetouane (l/s)										
Sans fuites	Dotation (m ³ /j/hab)	85	33	35	36	41	48	56	65	88
		100	39	41	43	48	56	66	76	104
		120	42	45	46	52	61	70	82	111
		150	58	62	64	72	84	98	114	155
		200	78	83	85	97	112	131	153	207

En outre, le pourcentage du déficit, entre les volumes d'eau injectés dans le réseau et ceux facturés, par rapport aux volumes injectés a été estimé à 60% en 2011 et à 35% en 2015 par les services de l'ADE et de la DRE (ADE, 2015; DRE, 2015). Ce déficit est imputé aux différentes fuites (fuites techniques, piquages illicites, sous facturations forfaitaires ect.) et le plan de développement local prévoit une réduction de ces fuites de 35% enregistrées en 2015 à 30% en 2020, 25% en 2025, 20% en 2030 et 10% en 2040. Basé sur ces prévisions, les besoins moyens globaux pour la ville de Chetouane deviennent égaux à ceux représentés en tableau II-4.

Tableau II- 4: Débit moyen pour la population et les équipements de la ville de Chetouane en tenant comptes des fuites

Année		2008	2010	2011	2015	2020	2025	2030	2040	
Population		23236	24699	25465	28772	33517	39044	45483	61722	
fuites %		-	-	60	35	30	25	20	10	
Débit moyen pour toute la population de la ville de Chetouane (m ³ /j)										
Avec fuites	Dotation (m ³ /j/hab)	85	-	-	5022	4787	5370	6015	6727	8368
		100	-	-	5908	5632	6318	7077	7914	9845
		120	-	-	6356	6059	6797	7614	8514	10591
		150	-	-	8862	8448	9477	10615	11871	14767
		200	-	-	11816	11264	12636	14154	15828	19689
Débit moyen pour toute la population de la ville de Chetouane (l/s)										
Avec fuites	Dotation (m ³ /j/hab)	85	-	-	58	55	62	70	78	97
		100	-	-	68	65	73	82	92	114
		120	-	-	74	70	79	88	99	123
		150	-	-	103	98	110	123	137	171
		200	-	-	137	130	146	164	183	228

II.3.CONCLUSION

La demande moyenne en eau potable pour l'agglomération de ville de Chetouane sans les nouveaux quartiers avoisinants a été estimée à 98l/s en 2015 avec une dotation de 150 l/j/hab. Cette quantité d'eau est supposée être régularisée par un réservoir de 3000 m³ soit une réserve moyenne totale de près de 9heures. Les besoins en 2040 sont presque le double (171/98=1.74) pour une dotation de 150l/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. Pour critiques du réseau actuel, nous procédons, en chapitre IV, à des simulations avec un débit de base de 98l/s. Ce débit, bien sûr ne pourra assurer les 150l/j/hab que si la demande est uniforme dans le temps.

Chapitre III :

PRESENTATION DES

ENVIRONNEMENT SIG ET EPANET

PRESENTATION 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) et EPANET tout en donnant quelques définitions et principes de base.

III.2. DEFINITIONS 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

La définition américaine provienne du comité fédéral de coordination Inter-agences pour la cartographie numérique :

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 (Atba, 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, MODELISER, 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. LE CONCEPT D'UN SIG

Un système d'informations géographique apporte des réponses aux questions suivantes :

- Où ? : C'est la recherche spatiale d'objets, elle met en évidence leur répartition.
- Quoi ? : Cette question permet de déterminer tous les objets ou phénomènes présents sur un territoire donné.
- Comment ? : Cette question recherche les relations qui existent entre différents objets ou phénomènes.

- Quand ? : Pour rechercher d'éventuels changements intervenus sur les données et déterminer les moments de ces changements.
- Et si ? : Elle définit en fonction de certaines hypothèses l'évolution du terrain. C'est la projection dans l'avenir.

III.4. 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.

III.5. ROLE 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.

III.6. COMPOSANTS DU SIG

Un SIG est constitué de cinq composants majeurs :

A. Les logiciels

Ils assurent les 5 fonctions suivantes (parfois regroupées sous le terme des 'Cinq A'):

- saisie des informations géographiques sous forme numérique (Acquisition)
- gestion de base de données (Archivage)
- manipulation et interrogation des données géographiques (Analyse)
- mise en forme et visualisation (Affichage)
- représentation du monde réel (Abstraction).

B. Les données

Elles sont la base des SIG. Les données géographiques sont importées à partir de fichiers ou saisies par un opérateur.

C. Les matériels informatiques

Le traitement des données se fait à l'aide des logiciels sur un ordinateur.

D. Les méthodes

Des méthodes qui se traduisent par le respect des règles et procédures propres à chaque organisation.

E. Les utilisateurs

Comme tous les utilisateurs de SIG ne sont pas forcément des spécialistes, un SIG propose une série de boîtes à outils que l'utilisateur assemble pour réaliser son projet.



Figure III- 1: Composants d'un SIG (Anonyme, 2015)

III.7. LA STRUCTURE DU SIG

La structure d'un SIG repose sur 4 groupes de fonctionnalités au-dessous d'une couche d'application (cf. Figure III-2) :

- 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.
-

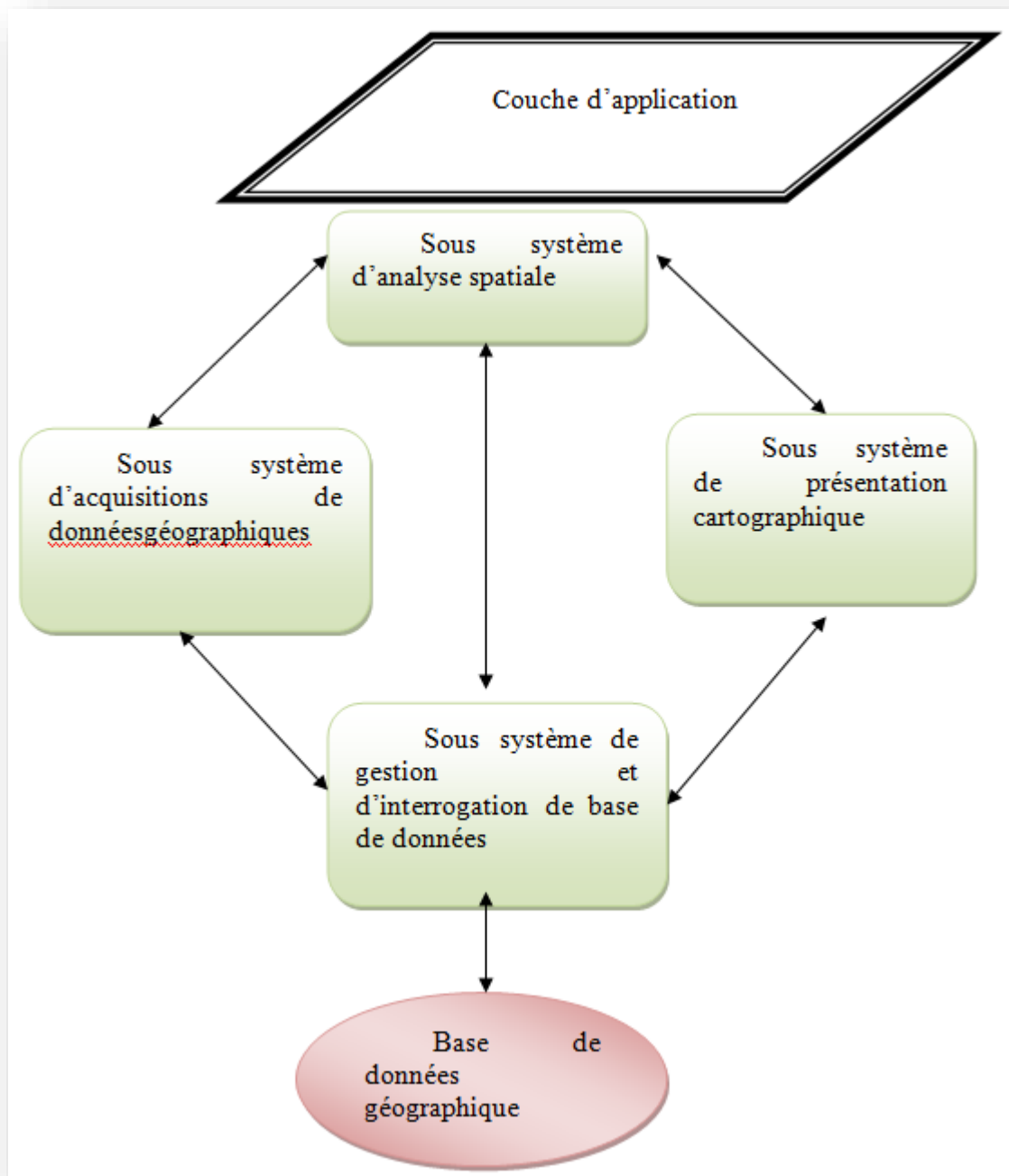


Figure III- 2: Structure d'un SIG

III.8. FONCTIONNALITES 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* » (cf. Figure

III-3) :

- 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.

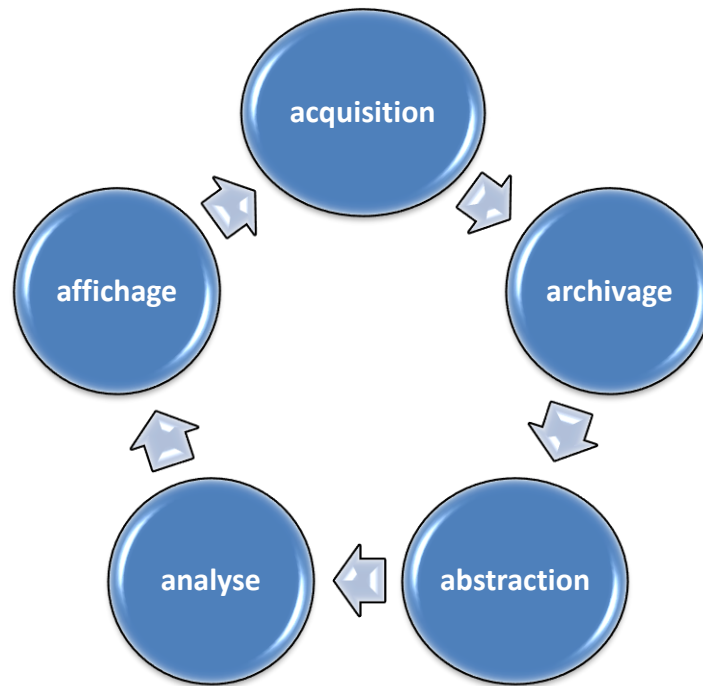


Figure III- 3: Fonctionnalités d'un SIG.

III.9. LES DONNEES DU SIG

Un SIG ne peut fonctionner que s'il contient des données. A partir du moment où l'on a défini les informations nécessaires à notre besoin, il reste à régler la question du choix du mode d'acquisition des données : si les données existent déjà, les importer ou dans le cas contraire, les saisir.

L'acquisition des données est la phase la plus coûteuse dans la mise en place d'un projet SIG. Il y a donc tout intérêt à bien définir ses besoins concernant l'ensemble des données disponibles.

III.9.1. Les modes d'acquisition des données

Les modes d'acquisition de données dans un SIG sont :

- Digitalisation (numérisation)
- Balayage électronique (scénarisation)
- Photogrammétries aérienne

- Images satellitaires (télédétection)
- Import de fichiers

III.9.1.1. La digitalisation (numérisation)

Avant d'utiliser des données papier dans un SIG, il est nécessaire de les convertir dans un format informatique. Cette étape essentielle depuis le papier vers l'ordinateur s'appelle digitalisation.

III.9.1.2. Le balayage électronique

Le balayage électronique est un autre moyen de saisir un plan existant. Il consiste à scanner le plan ou la carte existante. Il est plus rapide que la digitalisation.

III.9.1.3. Photogrammétries aérienne

Ce mode est retenu dans les pays dont la couverture cartographique et géodésique est déficiente. La photogrammétrie aérienne est utilisée de façon systématique pour constituer les cartes à moyenne échelle. Elle est aussi utilisée pour la constitution des plans à grande échelle pour un coût qui peut être très avantageux.

III.9.1.4. Images satellitaires (télédétection)

La télédétection constitue un moyen très commode de créer les données à introduire dans les SIG. Il s'agit en effet d'utiliser soit les photographies aériennes, soit les images transmises par satellite.

III.9.1.5. L'import de fichiers

C'est une façon de réduire les coûts de saisie et de récupérer des données existantes et de les convertir au format au système d'unités et au système de projection souhaité. Pour cela, on utilise des interfaces qui permettent :

- Soit de transformer directement les données dans le format interne du SIG récepteur grâce à des bibliothèques de conversions à ce format interne.
- Soit de passer par l'intermédiaire d'un format d'échange reconnu par une fonction d'importation de données du SIG récepteur.

III.9.2. Les types de données du SIG

On distingue deux types des données dans un SIG : données spatiales (géographique) et données associées.

III.9.2.1. Données spatiales (géographique)

Déterminent les caractéristiques spatiales d'une entité géographique quel que soit :

- la localisation : coordonnée par rapport à une échelle graphique de référence.
- la forme : point, ligne ou polygone.
- la taille : longueur, périmètre ou surface (Tahar, 2005).

III.9.2.2. Données associées

Chaque élément de l'espace reçoit un code d'identification. Ce code constitue en quelque sorte une étiquette caractérisant le point, la ligne ou le polygone. Parmi ses données on distingue :

- Donnée de classification: Elle range le point isolé, la ligne ouverte ou la ligne fermée, dans une catégorie (conduite de réseau d'eau, limite administrative...)
- Donnée d'identification: Elles permettent d'identifier chaque objet figurant sur le plan de façon unique
- Données attributaires: Elles permettent d'apporter une information supplémentaire propre à chaque objet identifié (diamètre, longueur...) (Tahar, 2005).

III.10. MODES DE STOCKAGE DES DONNEES DU SIG

Il existe deux modes de représentation des données sous un environnement SIG :

- Le mode raster.
- Le mode vecteur.

III.10.1. Le mode raster

Les données géographiques sont représentées à l'aide de pixels qui prennent différentes valeurs (par exemple 1 = champ, 2 = ferme, 3 = rivière) voir figure III-4.

Ce mode correspond à une division régulière de l'espace sous forme de cellules ou mailles généralement carrées appelées pixels, qui définissent la précision minimale de la structure. Le mode raster s'applique beaucoup plus aux traitements d'images (satellites, photos aériennes) (Madouni, 2013).

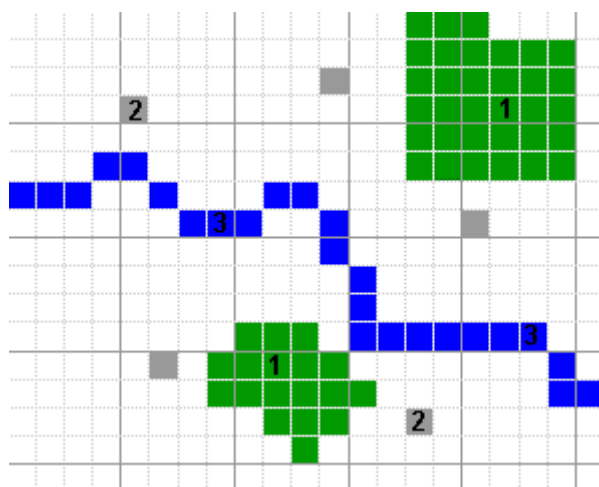


Figure III- 4: Représentation de l'information en mode raster(Madouni, 2013).

III.10.1.1. Avantages du raster

- Facilité d'utilisation : données sont sous forme de tableau. Par rapport au mode vecteur, la dimension thématique est donnée par des valeurs numériques de la grille et la dimension spatiale est déduite par la position relative du pixel dans la grille.

- Le croisement des données est facile à réaliser : toutes les grandeurs sont ramenées à la même unité de base (le pixel).
- Plus adapté à des données dont les limites sont peu précises.

III.10.1.2. Les inconvénients du raster

- fichier lourd en mémoire
- qualité médiocre à l'impression (lorsque la résolution est médiocre)
- pas d'individualisation des objets

III.10.2. Le mode vecteur

Les données géographiques sont représentées à l'aide de formes géométriques de type linéaires, ponctuelles ou surfaciques. Ce mode est une représentation géométrique sous forme (cf. Figure III-5):

- de points (ponctuels) : forage, points géodésiques...
- de lignes (linéaires) : routes, rivières...
- de surfaces (polygones) : parcelles, communes...

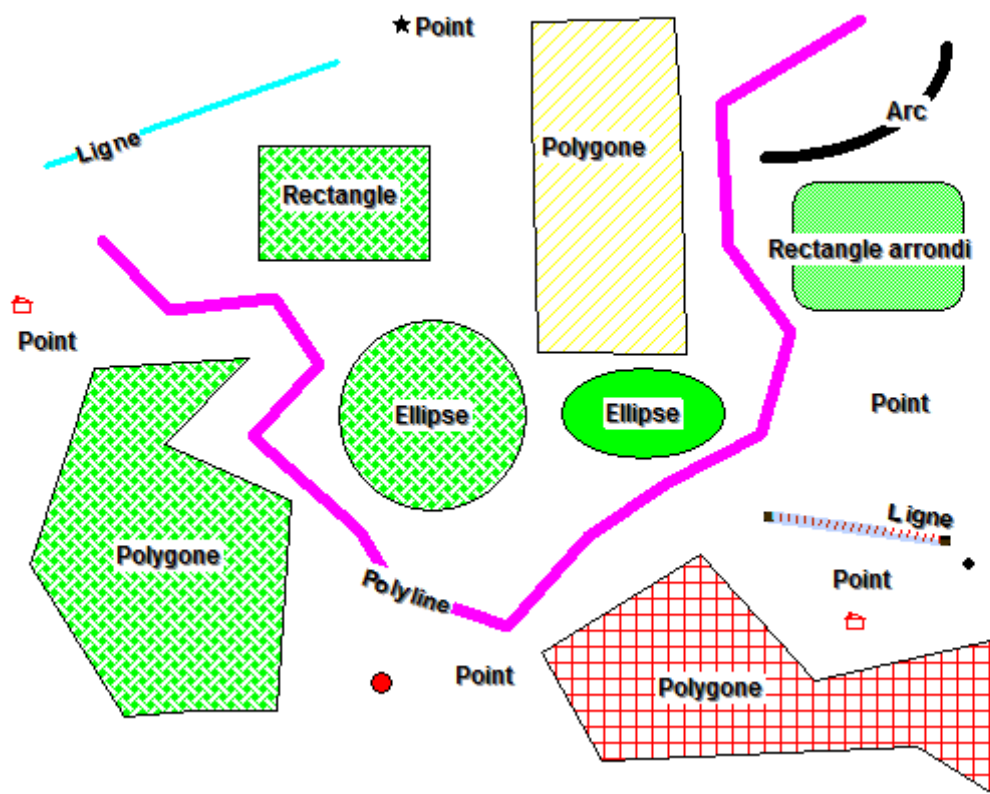


Figure III- 5: Représentation d'une information en mode vecteur (Madouni, 2013)

III.10.2.1. Avantage de la représentation vectorielle

- L'information est stockée vectoriellement donc allègement de la mémoire de stockage,
- L'information est stockée en objet donc on peut l'individualiser affectée d'un attribut,
- Les limites des objets sont plus nettes à représenter.
-

III.10.2.1. Inconvénient de la représentation vectorielle

- Technologie chère car elle est de haute précision graphique.
- Analyse spatiale coûteuse en temps de calcul.

III.11. RESTRUCTURATION DES DONNEES

Les nombreuses sources de données à intégrer dans les SIG amènent à gérer des informations codées selon des modèles différents. De façon à pouvoir combiner ces informations entre elles, il est parfois nécessaire d'opérer des restructurations qui permettent de passer du mode raster au mode vecteur et vice versa. De plus certains types de traitements étant plus facilement réalisables dans un mode plutôt que dans d'autre, la restructuration permet d'optimiser l'utilisation des outils.

III.11.1. CONVERSION VECTEUR/RASTER

Elle est très facile et fait appel à des algorithmes simples. Il en résulte une modification des contours des polygones (cf. Figure III-6) qui peut conduire à une perte d'information (Kassambara, 2007).

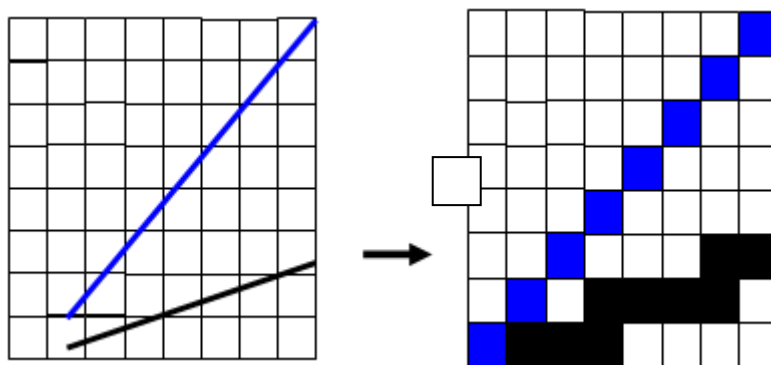


Figure III- 6: Conversion image Vecteur vers Raster (Kassambara, 2007).

III.11.2. CONVERSION RASTER/VECTEUR

Elle est beaucoup plus délicate, complexe et coûteuse en temps de calcul (cf. Figure III-7). Il existe des algorithmes permettant de lisser les contours obtenus après vectorisation.

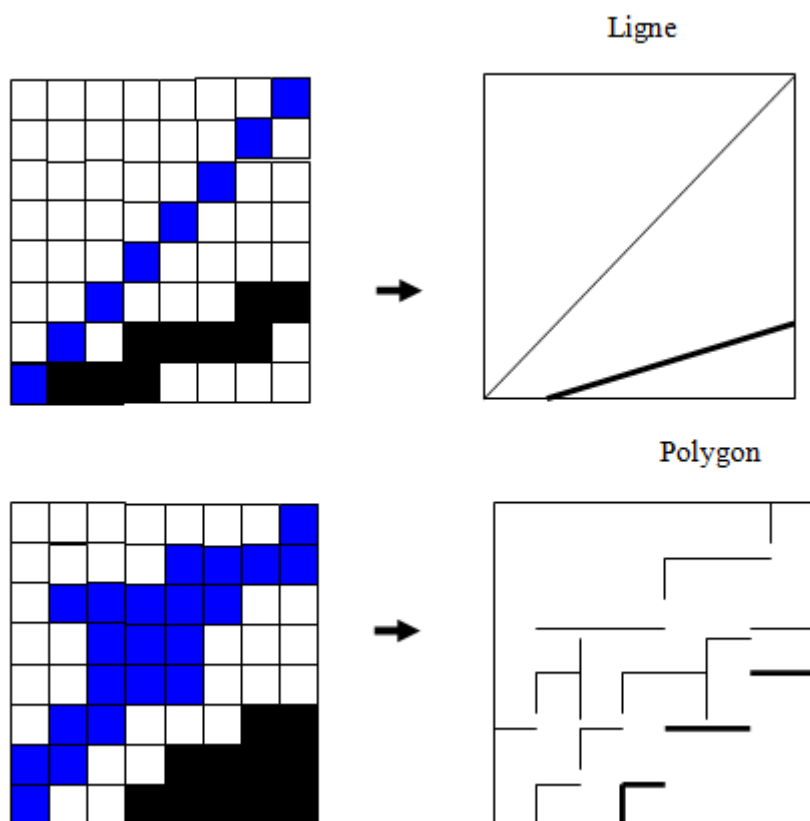


Figure III- 7: Restructuration Raster/Vecteur(Kassambara, 2007).

III.12. 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.13. LE SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE POUR LE RESEAU 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 les SIG, leur permettent d'acquérir les plans à 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.14. 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.14.1. POTENTIALITES DU LOGICIEL

Le logiciel EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et de simulation de la qualité de l'eau dans les réseaux d'eau potable. Un réseau d'eau potable sur un

logiciel se définit par des tuyaux (tronçons sur le logiciel), des nœuds (intersection de deux tuyaux et extrémité d'une antenne) mais également d'autres organes (réservoirs, pompes, clapets, différents types de vannes,...).

Le logiciel permet de calculer le débit parcourant chaque tuyau, la pression à chacun des nœuds mais également le niveau de l'eau à n'importe quel moment de la journée et quelle que soit la période de l'année où on se situe. Le moteur de calcul hydraulique intégré permet de traiter des réseaux de taille illimitée. Il dispose de plusieurs formules de calcul de pertes de charges, il inclut les différentes pertes de charge singulières et modélise les pompes à vitesse fixe et variable. En résumé, le logiciel présente tous les outils pour remplir les objectifs suivants :

Régulation des pressions dans le réseau ;

Détection des zones de fonctionnement déficitaire ;

Dimensionnement de réseaux ;

Amélioration de la gestion des équipements d'eau.

Le logiciel présente également un module qualité qui permet de calculer les concentrations en substances chimiques, les temps de séjour de l'eau dans différentes parties du réseau. Il permet également de suivre l'origine de l'eau. L'utilisation de ce module qualité nécessite un calage hydraulique préalable.

III.14.2. SPECIFICITES DU LOGICIEL

Le logiciel possède les mêmes fonctionnalités et possibilités que les autres logiciels de modélisation des réseaux d'eau potable tels PORTEAU ou PICCOLO. Il présente une convivialité au niveau de son interface qui permet de le rendre assez facilement accessible.

Cependant, une formation était nécessaire pour ne pas tomber dans le piège représenté par cette facilité de manipulation des éléments d'EPANET.

On peut également travailler un réseau saisi sur EPANET avec le logiciel PORTEAU grâce à une passerelle permettant le transfert des fichiers. En termes de calcul, EPANET présente quelques particularités. Par exemple, sur le logiciel Piccolo, il est possible de demander au logiciel de revoir une demande à la baisse tandis que sur EPANET, une demande est toujours desservie à 100%. Dès lors, lorsqu'on obtient des pressions négatives sur un nœud, ceci signifie que la demande n'est pas satisfaite.

III.14.3. CARACTERISTIQUES 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.14.4. LES ETAPES DE L'UTILISATION D'EPANET

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

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

III.15. CONCLUSION

Un S.I.G est donc 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.

La précision et la vitesse de certaine opération, exemple la production des cartes sur papier.

Leur principal inconvénient est leur coût (Barbier, 2003; Thierno, 2008).

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.

Chapitre IV

Modélisation et étude critique du réseau

MODELISATION ET ETUDE CRITIQUE DU RESEAU

Une base de données géo référencée du réseau d'AEP de la ville de Chetouane a été élaborée en utilisant les logiciels MapInfo 8.0, Epanet et AutoCad. Ce chapitre présente la chronologie des principales étapes ainsi que des différentes applications réalisées sur la base de données du réseau d'AEP de la ville de Chetouane.

IV.1. MODELISATION DU RESEAU 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 géo localisées : 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 de la ville de Chetouane a été récupéré en format numérique Format DWG (AutoCad) auprès des services d'exploitation de l'Algérienne des Eaux, Unité de Tlemcen. On a acquis notre carte de la zone d'étude avec le mode d'acquisition de donnée la télédétection (Image satellitaire).

Dans le but d'actualiser les données, plusieurs sorties sur terrain ont été faites pour constater les rénovations réalisés dans notre réseau.

Le réseau d'AEP de la ville de Chetouane, modélisé en utilisant MapInfo et autoCad, est illustré dans la figure IV-1 avec tous les éléments constitutifs du réseau.

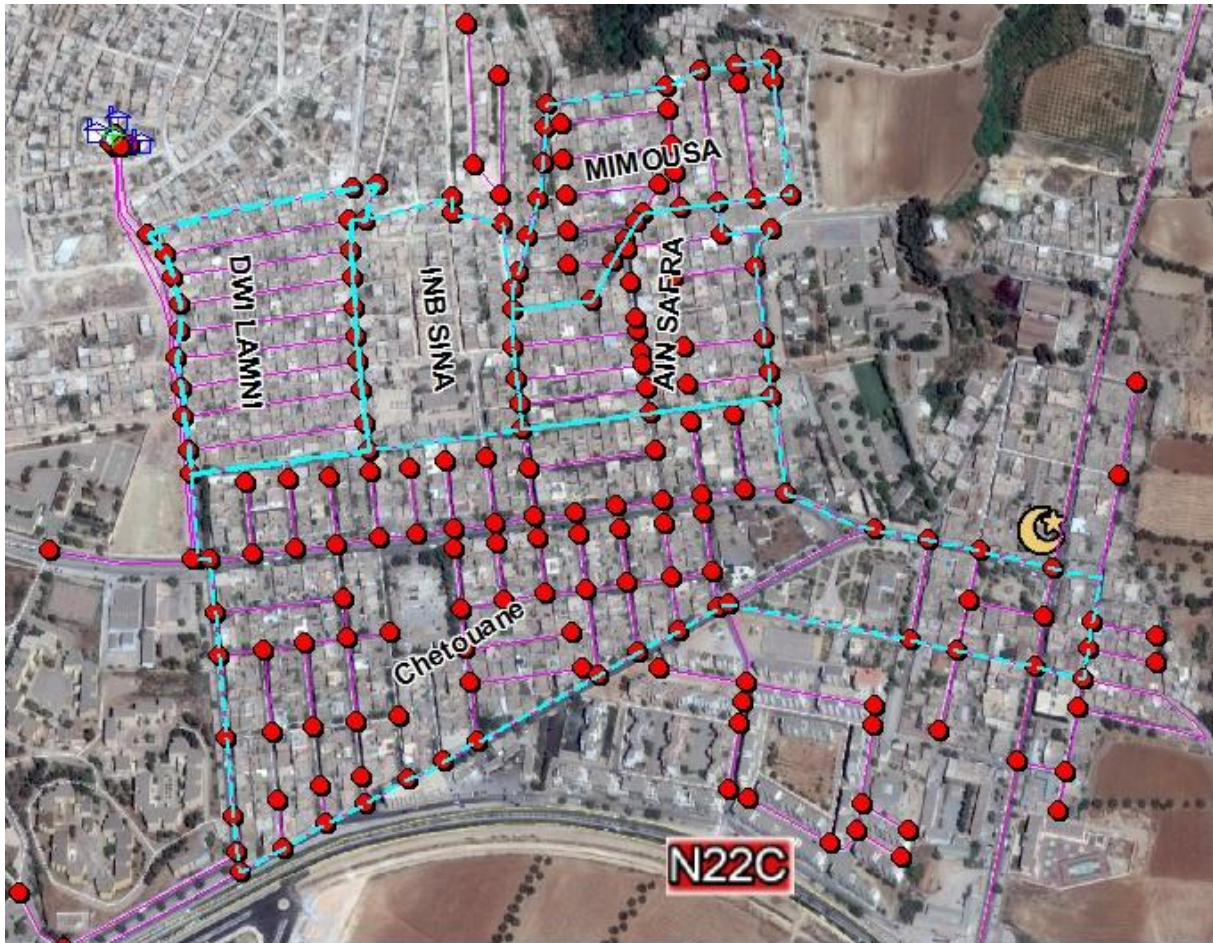


Figure IV- 1: Réseau d'AEP de la ville de Chetouane modélisé sous MapInfo.

La carte du secteur à étudier a été calée en UTM Zone 30 Northern Hemisphere (WGS 84) et sauvegardée sous le nom de « Chetouane2.TAB »

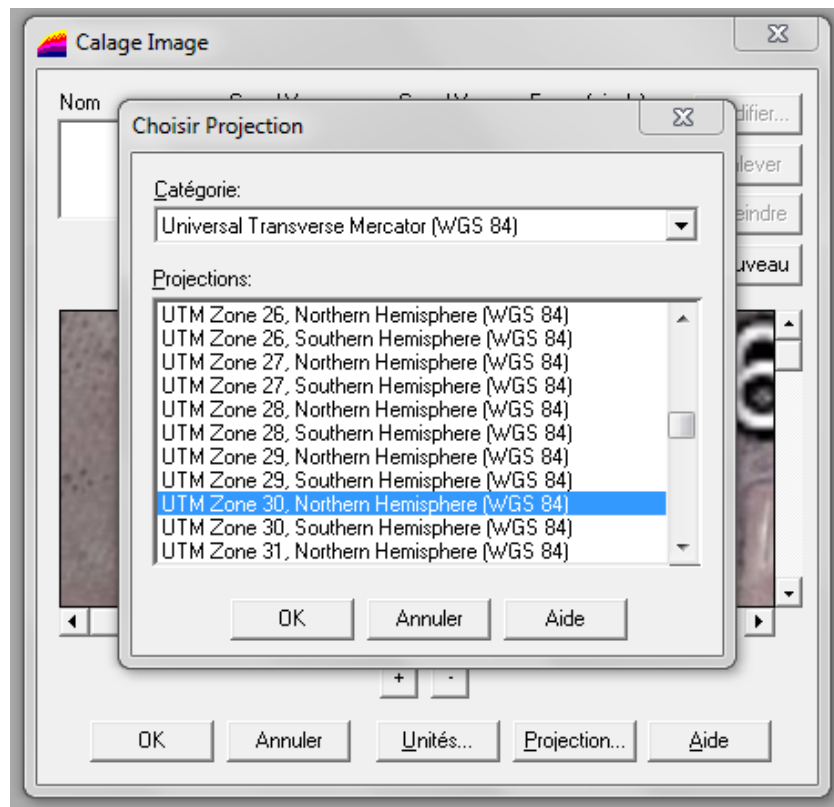


Figure IV- 2: Choix du référentiel de calage de la zone d'étude sur MapInfo

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 (Figure IV-3).

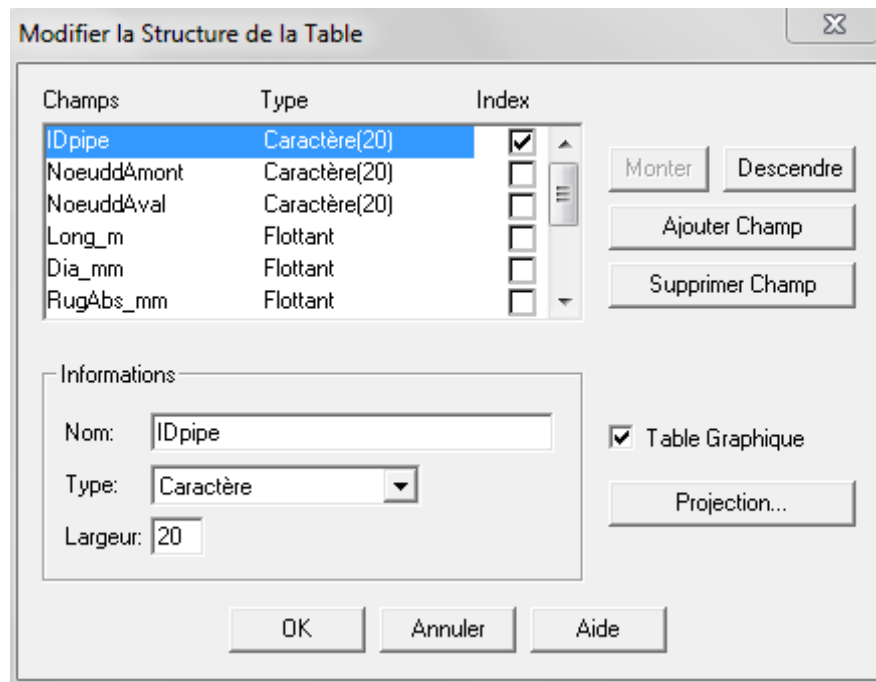


Figure IV- 3: Description de la structure de la table conduite.

Un extrait de la structure de la table des données des conduites du réseau d'AEP de Chetouane ville est présenté dans la figure IV-4. Cette table contient les informations suivantes :

- la codification des conduites sous MapInfo
- les nœuds amont et 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	Long_m	Dia_mm	RugAbs_mm	SK	Status	LongMapInf_n	ErrorLong
LP1	R1	NC3	17,4926	200	0,01	0		17,6	0,62
LP2	NC3	NC2	5,09583	200	0,01	0		5,09	0
LP3	NC1	NC5	7,6342	200	0,01	0		7,43	2,62
LP4	NC5	NC2	7,71592	200	0,01	0		7,71	0
LP5	R3	NC1	11,8731	150	0,01	0		11,22	5,47
LP6	R2	NC4	14,7297	200	0,01	0		14,72	0
LP7	NC5	NC15	410,24	150	0,01	0		419,4	2,23
LP8	NC2	NC15	416,34	200	0,01	0		414,1	0,56
LP9	NC2	NC16	419,83	200	0,01	0		412,6	1,72
LP10	NC208	NC64	82,6014	102	0,01	0		84	1,69
LP11	NC18	NC19	70,7923	33	0,01	0		70,2	0,83
LP12	NC209	NC20	70,7323	33	0,01	0		67	5,27
LP13	NC21	NC22	69,0612	33	0,01	0		65,6	5,01
LP14	NC23	NC182	69,0895	33	0,01	0		65	5,9
LP15	NC24	NC25	60,8398	33	0,01	0		63,5	4,38
LP16	NC27	NC26	68,823	33	0,01	0		65,3	5,11
LP17	NC28	NC29	65,507	33	0,01	0		63,6	2,9
LP18	NC55	NC56	105,401	33	0,01	0		100,2	4,93
LP19	NC54	NC198	107,101	33	0,01	0		101,1	5,6
LP20	NC87	NC197	87,5378	33	0,01	0		87,1	0,49
LP21	NC89	NC196	63,7189	33	0,01	0		63,8	0,14
LP22	NC99	NC195	40,1341	33	0,01	0		42	4,65
LP23	NC75	NC72	110,698	40	0,01	0		113,3	2,35
LP24	NC74	NC212	110,968	26	0,01	0		113	1,83
LP25	NC34	NC39	75,783	33	0,01	0		72,2	4,72
LP26	NC35	NC38	71,1508	33	0,01	0		74,3	4,42
LP27	NC80	NC215	75,7111	33	0,01	0		73	3,57
LP29	NC82	NC213	75,2592	33	0,01	0		75,1	0,19
LP30	NC41	NC214	78,3961	33	0,01	0		74,7	4,7
LP32	NC164	NC142	84,8883	102	0,01	0		80	5,74

Figure IV- 4: Structure de la table des conduites.

IV.1.2. 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 vérifier que la majorité des longueurs des conduites données par les services de l'ADE étaient pratiquement les mêmes que celles estimées par le modèle

réalisé sur MapInfo. Seules 31 conduites ont été trouvées avec des erreurs relatives aux alentours de 5%. Ces erreurs sont donc relativement négligeables et les simulations peuvent être effectuées soit en utilisant les données fournies par les services de l'ADE ou celles estimées par MapInfo.

En outre, en se basant sur les requêtes établies sous SIG, on peut déduire (cf. Figure IV- 5) que ce réseau est constitué majoritairement de conduites de diamètres inférieurs à 80mm. Pour une densité de la population de Chetouane, nous considérons dès à présent que ce réseau est sous-dimensionné et ne peut en aucun cas satisfaire les besoins réelles d'une agglomération contemporaine:

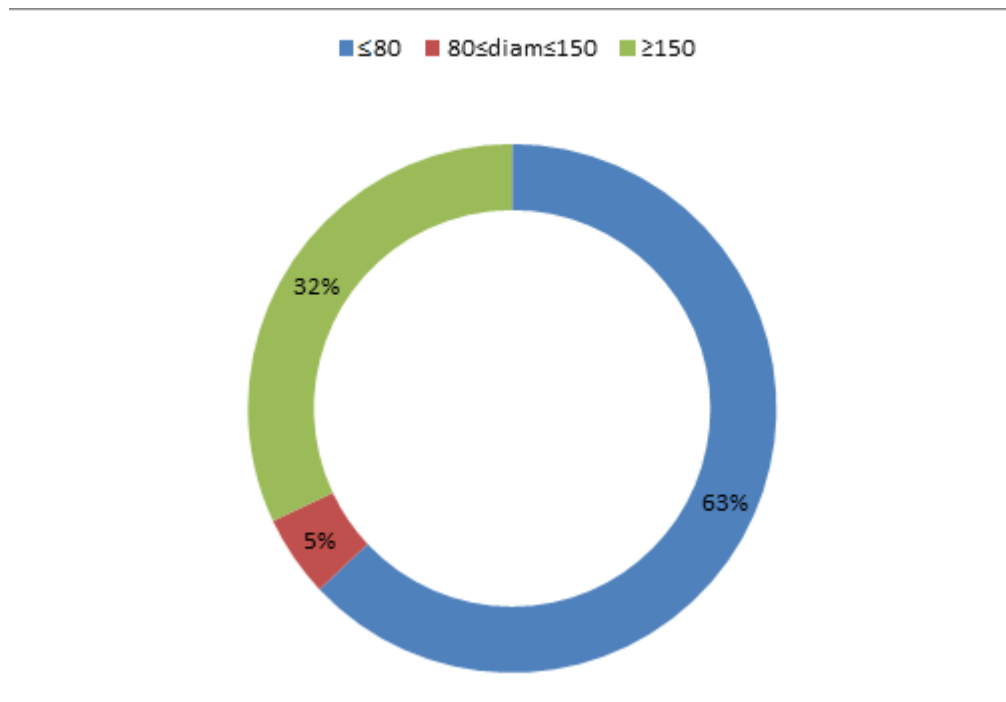


Figure IV- 5: Diamètres des canalisations utilisées pour le réseau.

IV.2. MODELISATION DU RESEAU SOUS EPANET

L'exportation du réseau modélisé sous MapInfo vers logiciel EPANET a été réalisée par une procédure assez complexe et délicate. En effet, l'un des principaux désavantages de l'EPANET est que ce dernier n'est pas conçu pour exploiter aisément les informations modélisées sous MapInfo. La figure IV- 6 montre le réseau d'AEP de la ville de Chetouane importé sous Epanet. Les détails concernant les longueurs, les diamètres et les rugosités des tronçons sont donnés en annexe C.

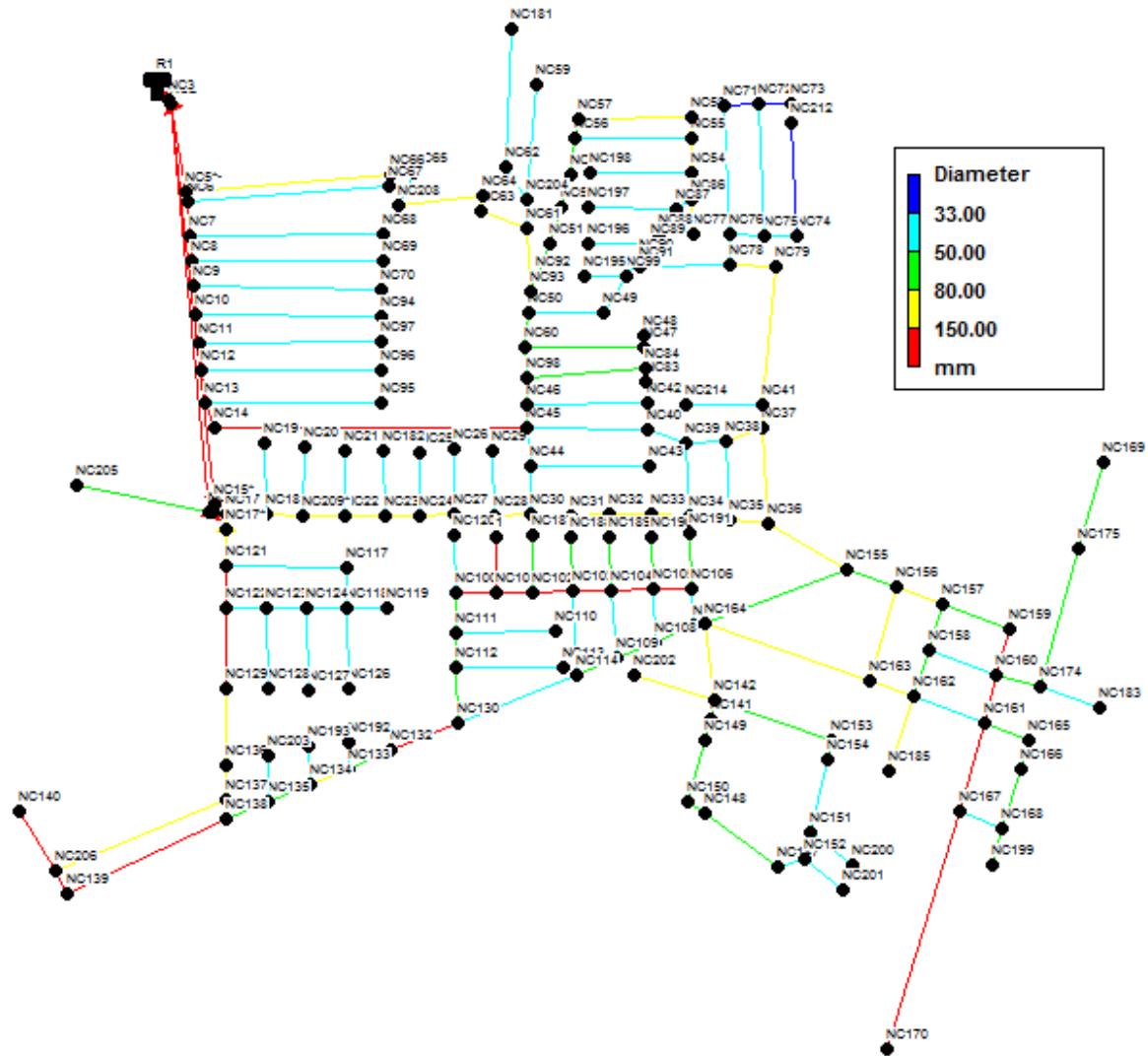


Figure IV- 6: Le réseau d'AEP de Chetouane modélisé sous Epanet.

Le réseau est supposé être alimenté à partir d'un réservoir de 3000m³ situé à une cote de 635m. Il est composé de 209 tronçons dont seulement 34 tronçons ont un diamètre égal ou supérieur à 125mm. A priori, Il peut être avancé que ce réseau est sous dimensionné et ne pourra en aucun cas satisfaire convenablement les besoins de la population actuels et futures de la ville de Chetouane.

IV.3. ETUDE CRITIQUE DU RESEAU

Dans cette étude, le réseau d'AEP est simulé avec un débit de 100 l/s calculé en chapitre II et qui correspond à une dotation de 150 l/j/hab en tenant compte des fuites. En effet, cette valeur ne satisfait pas les exigences des moments de pointes où un coefficient de pointe supérieur à l'unité devrait être adopté. En effet, les simulations qui seront effectuées avec 100l/s ne refléteront qu'une consommation idéale uniformément réparties dans le temps (24 h/24 h et 365 jours/365 jours). 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 de la ville de Chetouane, 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 (référénciée ci-après par la méthode DEN);
- la méthode de la Dotation Proportionnelle aux Surfaces desservies (référénciée ci-après par la méthode DPS);
- la méthode de la Dotation Proportionnelle à la densité des Habitants (référénciée ci-après par la méthode DPH) .

IV.3.1. Simulations avec la méthode « DEN »

Pour cette méthode, on a distribué la dotation de 100l/s uniformément sur les 188 nœuds principaux de distribution soit une dotation de $100/188=0.53191489$ 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.

IV.3.1.1. Simulation avec les données actuelles du réseau

La simulation du réseau actuel tel que constitué sous MapInfo et EPANET avec un débit de 0.53191489 l/s/nœud a donné les résultats montrés en figure IV-7 et figure IV-8.

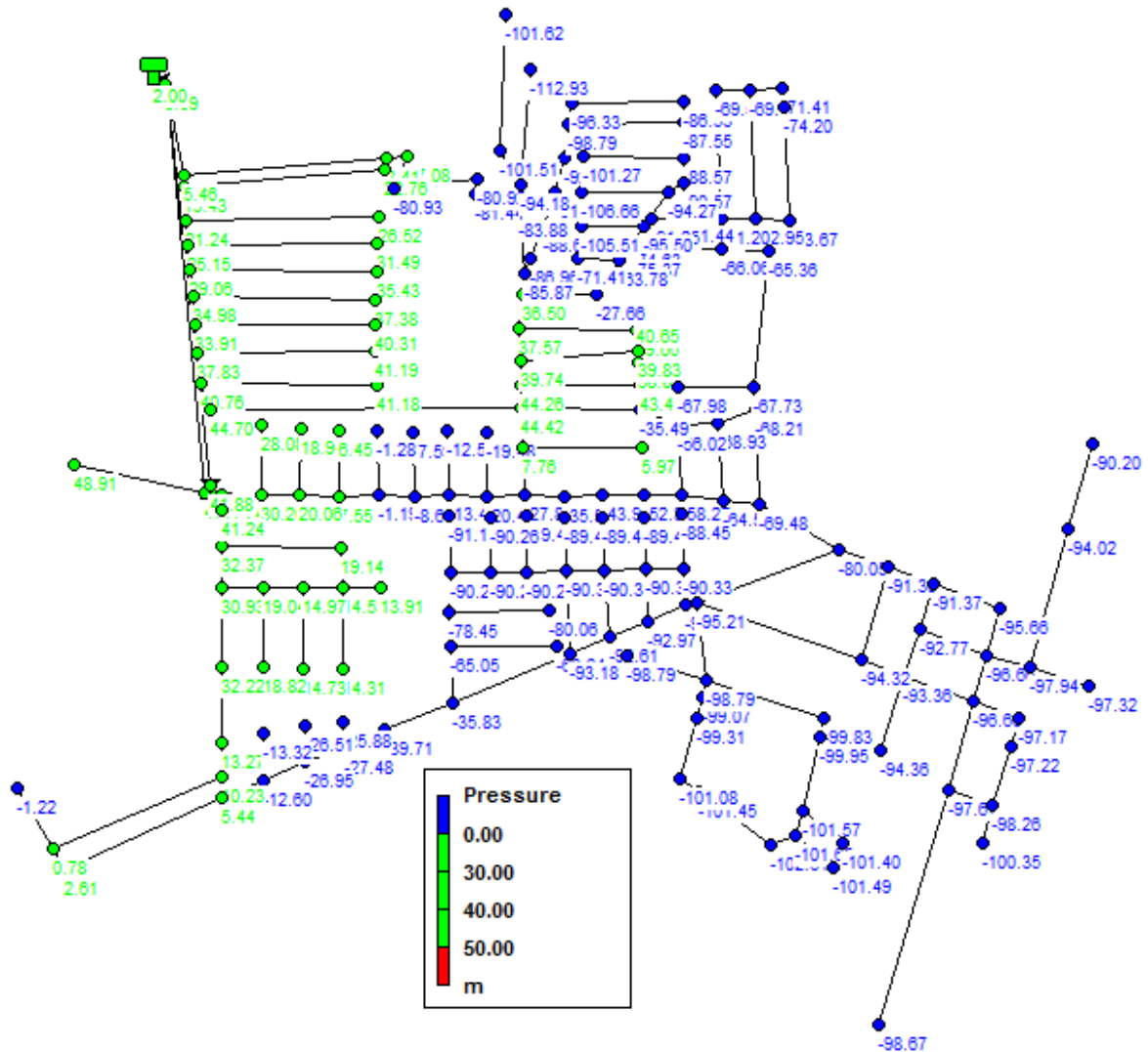


Figure IV- 7: Distribution des pressions pour le réseau actuel estimée par la méthode DEN.

Les résultats préliminaires de la simulation pour la totalité du réseau d'AEP de Chetouane, ont présentés beaucoup de problèmes, plusieurs messages d'erreurs ont été générés les nœuds en bleu sont à pression négative donc, pratiquement toute la zone East est privée d'eau. Ceci explique certainement la sectorisation faite actuellement par les services de l'ADE pour satisfaire que 2 jours sur 7 certains quartiers de la ville.

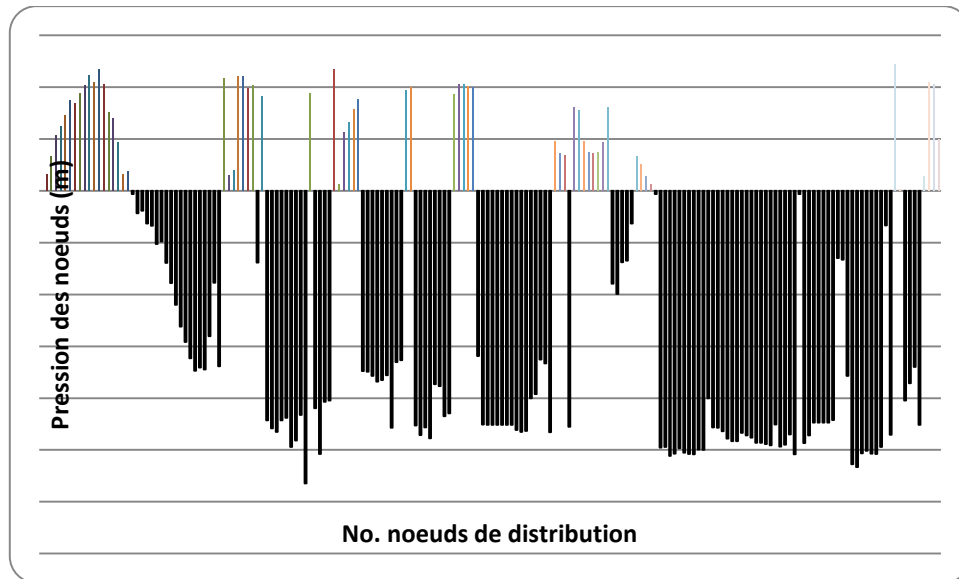


Figure IV- 8: Pression au niveau des nœuds pour le réseau actuel estimée par la méthode DEN.

La figure IV-8 montre clairement que la majorité des nœuds sont à pression négative donc en réalité seuls les nœuds sous pression reçoivent de l'eau. Pour prédire la situation exacte de la distribution actuelle il faut faire des simulations correctives en éliminant graduellement les nœuds en dépression.

La représentation des vitesses dans les différents tronçons du réseau, montrée en figure IV-9, révèle qu'une grande majorité des canalisations acheminent des débits avec des vitesses hors normes (inférieures à 0.5m/s et supérieures à 5 m/s). Ainsi, la plus grande vitesse est de 11.68m/s au niveau de la conduite LP202. Cette conduite, reliant le tronçon LP150 et le tronçon LP10 de 102mm de diamètres, a un diamètre de 33mm. Craignant une erreur de saisie, nous avons vérifié les caractéristiques de cette conduite sur le PDAU. Celle-ci a effectivement un diamètre de 33mm et il reste toutefois de vérifier sur site le diamètre exacte de ce tronçon jouant le rôle d'étranglement.

Une des propositions pour améliorer le réseau est de changer cette conduite LP202 de 36.6m de long avec une conduite de diamètre de 102mm.

Aussi, nous constatons que la canalisation rectiligne allant du tronçon LP53 de 150mm de diamètre au tronçon LP76 de 80mm de diamètre est trop sollicitée en assurant de gros débits. Pour pallier à cette situation, nous proposons un réservoir tampon près des nœuds NC55 et NC56 pour renforcer l'alimentation de la zone Est-Sud de la ville et réduire la contrainte sur la susdite canalisation (LP53 au LP76).

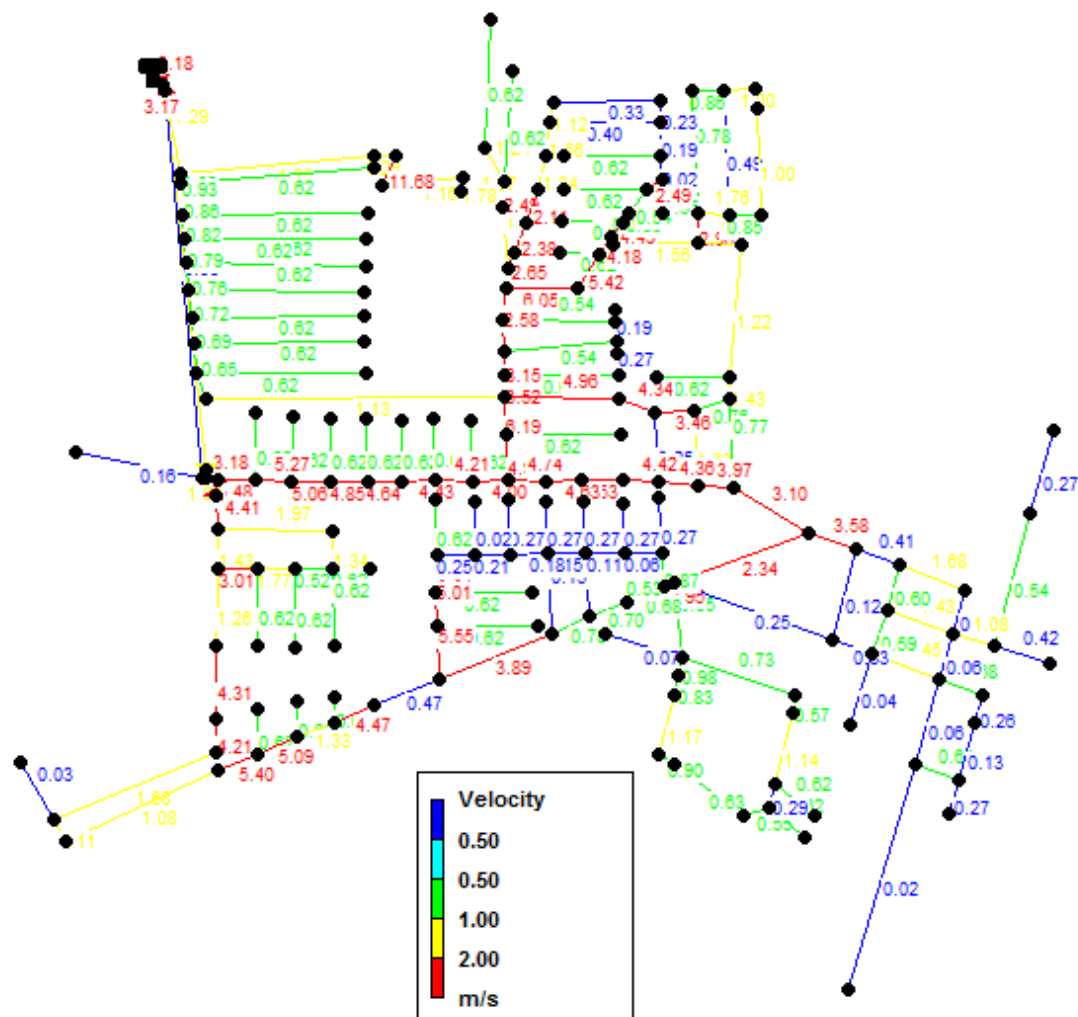


Figure IV- 9: Distribution des vitesses pour le réseau actuel estimée par la méthode DEN

IV.3.1. 2. Simulation avec le réseau amélioré

Les modifications proposées en section IV.3.1.1 contribuent, sans doute, à l'amélioration des performances du réseau. Nous proposons donc :

- de changer la conduite LP 202 de 33mm de diamètre et de 36.6m de long avec une de diamètre de 102mm;
- de construire un réservoir avec une charge de 600m soit une hauteur d'élévation de 23m ;
- et d'alimenter les nœuds NC 55 et NC56 directement à partir de ce réservoir.

Après avoir effectué ses modifications le réseau se comporte d'une manière acceptable avec la majorité des nœuds se trouvant avec des pressions positives (cf. figure IV-10). Les points les plus défavorisés se trouvent au niveau du nœud NC196 et du nœud NC197 qui se trouvent respectivement des pressions négatives de -0.63 et -1.78m. Vingt-neuf nœuds sur 188 sont à une pression variant entre 0 à 9.41m et le reste des nœuds se trouvent relativement dans les normes entre 10m et 50m voir figure IV-11.

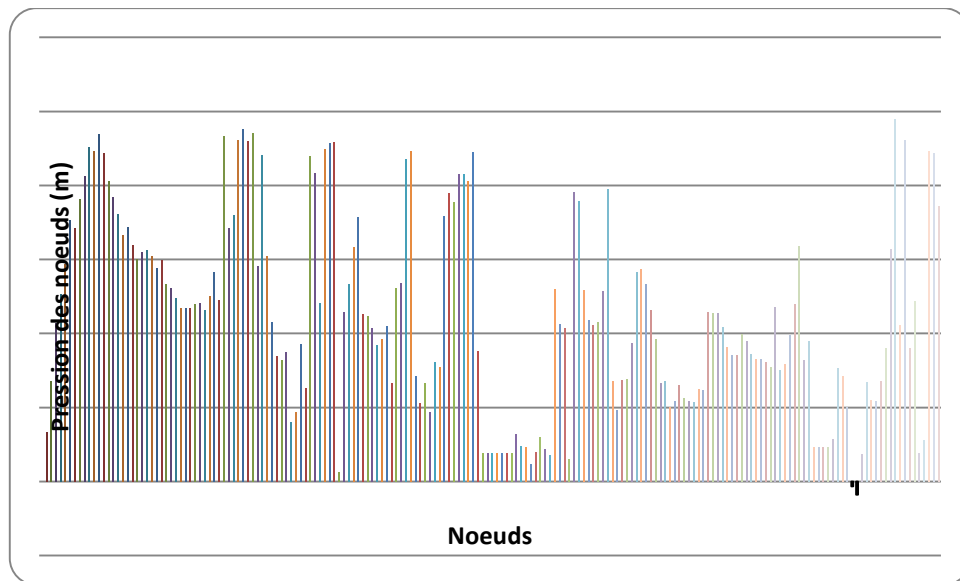


Figure IV- 10: Pression au niveau des nœuds estimés par la méthode DEN pour le réseau amélioré

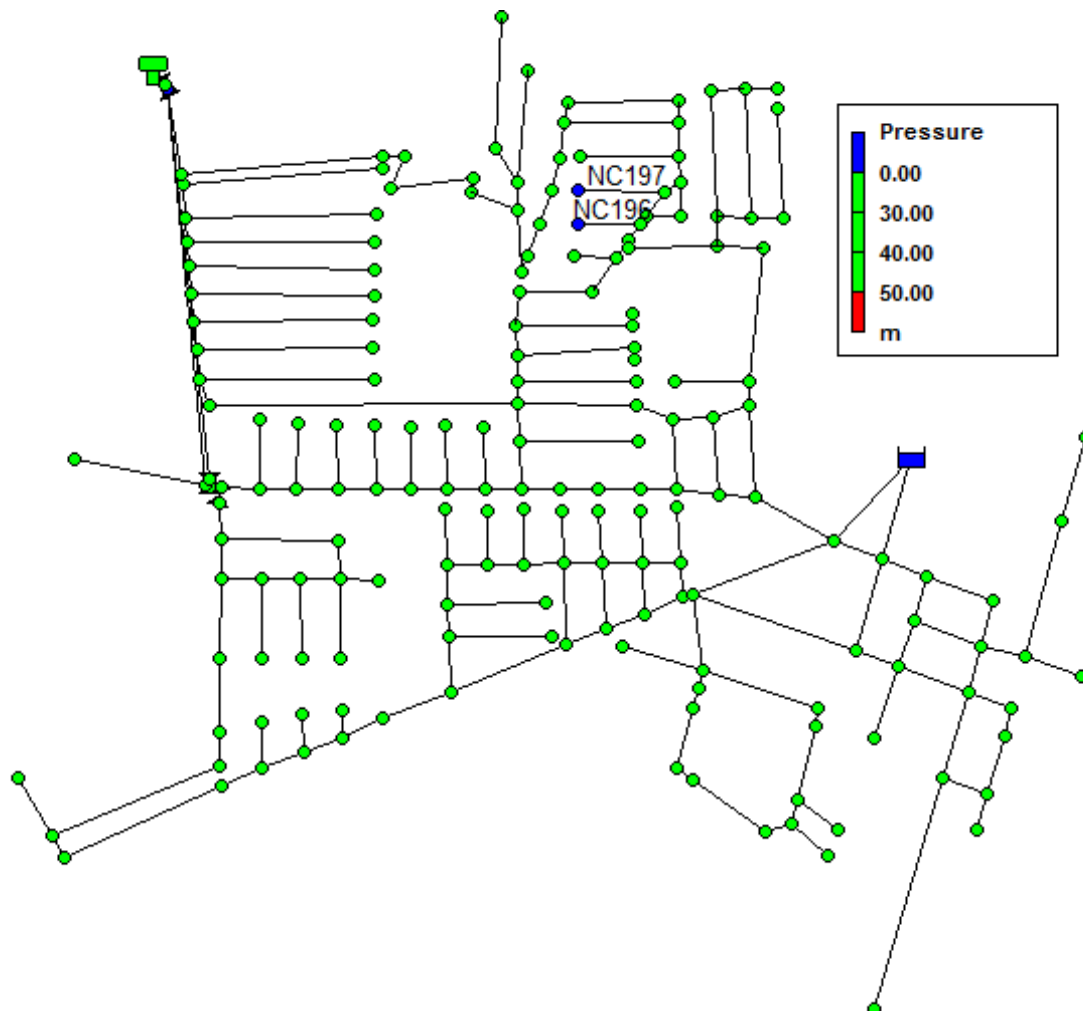


Figure IV- 11: Distribution des pressions estimées par DEN pour le réseau modifié

Cependant, comme indiqué en figure IV-12, les vitesses dans quelques conduites de diamètres 200mm restent inférieures à 0.1m/s ce qui les expose au risque de détérioration rapide par les dépôts. Par contre, 36 conduites majoritairement de faibles diamètres se trouvent avec des vitesses variant entre 2.0 et 3.49m/s ces conduites sont donc plus vulnérables à la détérioration particulièrement par érosion interne.

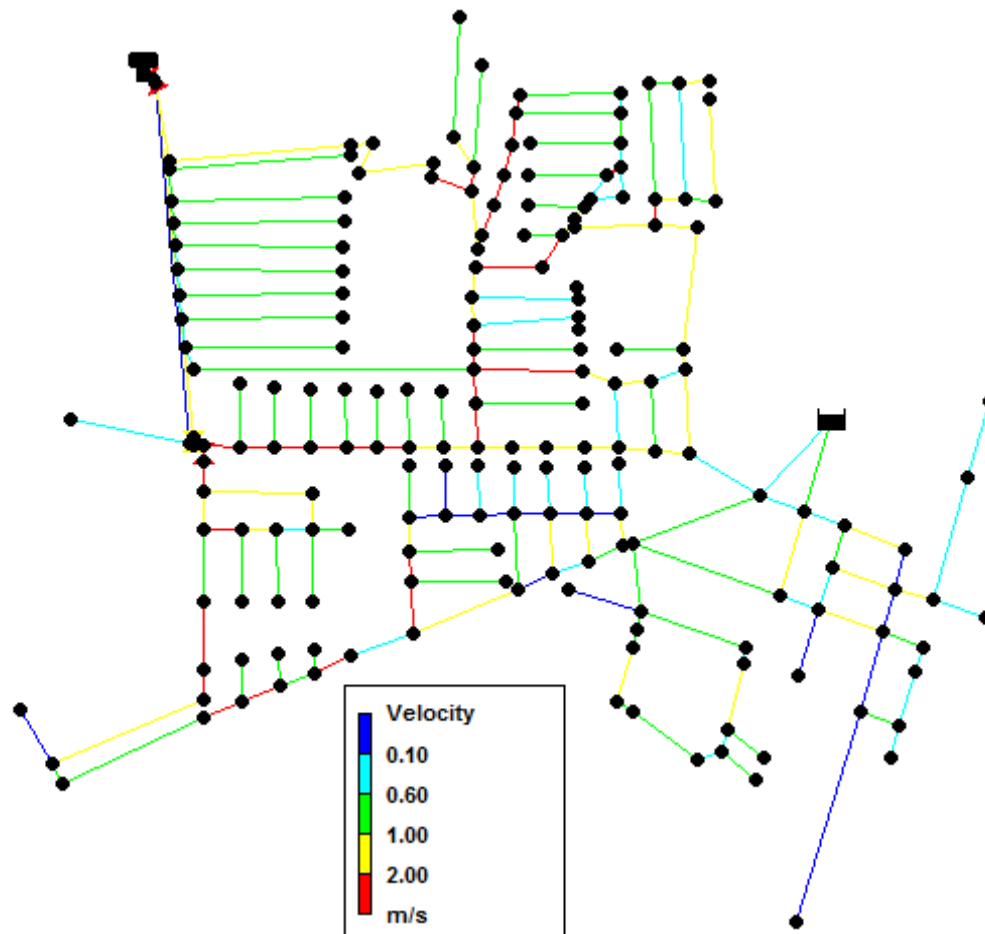


Figure IV- 12: Distribution des vitesses estimée par la méthode DEN pour le réseau amélioré.

IV.3.2. 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 (cf. Tableau IV-1).

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

quartiers	Surface (m ²)	Débit global (l/s)	Débit par surface	nœud par surface	Q par nœud demande de base
DWI LAMNI	42294,0243	0,000274725	11,61924597	38	0,30576963
IBN SINA	31869,5588	0,000274725	8,755379733	10	0,87553797
MIMOUA	34467,592	0,000274725	9,469125639	28	0,33818306
AIN SAFRA	36064,2207	0,000274725	9,907760213	20	0,49538801
CHETOUANE	180803,685	0,000274725	49,67137864	92	0,53990629

IV.3.2.1. Simulation avec les données actuelles du réseau

La distribution de la pression obtenue par cette méthode est presque identique à celle estimée par la méthode DEN en figure IV-7. Toute la population de l'East de la ville de Chetouane se trouve privée d'eau comme le montre la figure IV-13.

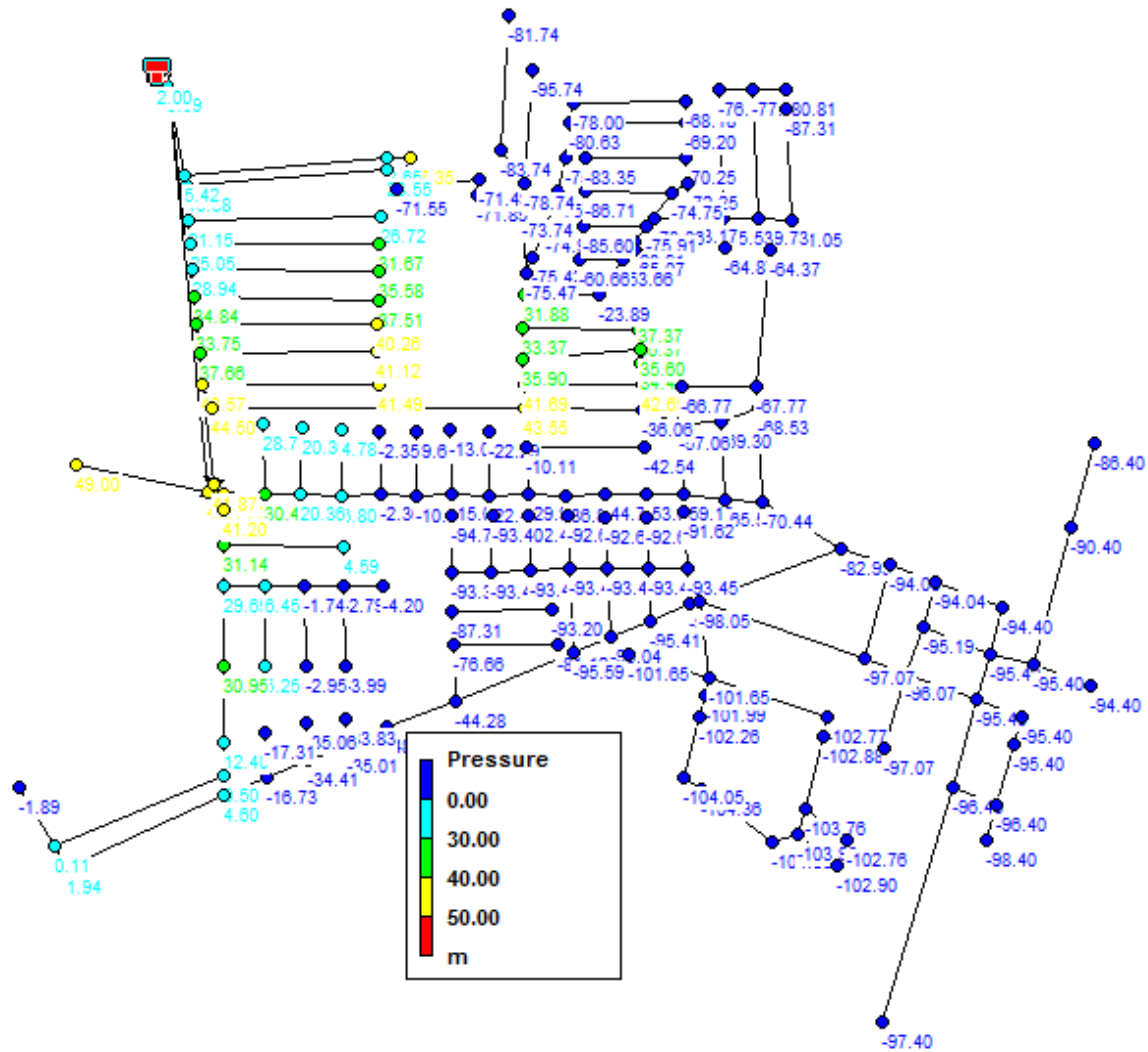


Figure IV- 13: Distribution des pressions pour le réseau actuel estimée par la méthode DPS.

Le graphe de la figure IV-14 montre que le modèle de la distribution des pressions dans les différents nœuds obtenu par la présente méthode DPS est presque le identique à celui de la figure IV.8 obtenu par la méthode DEN.

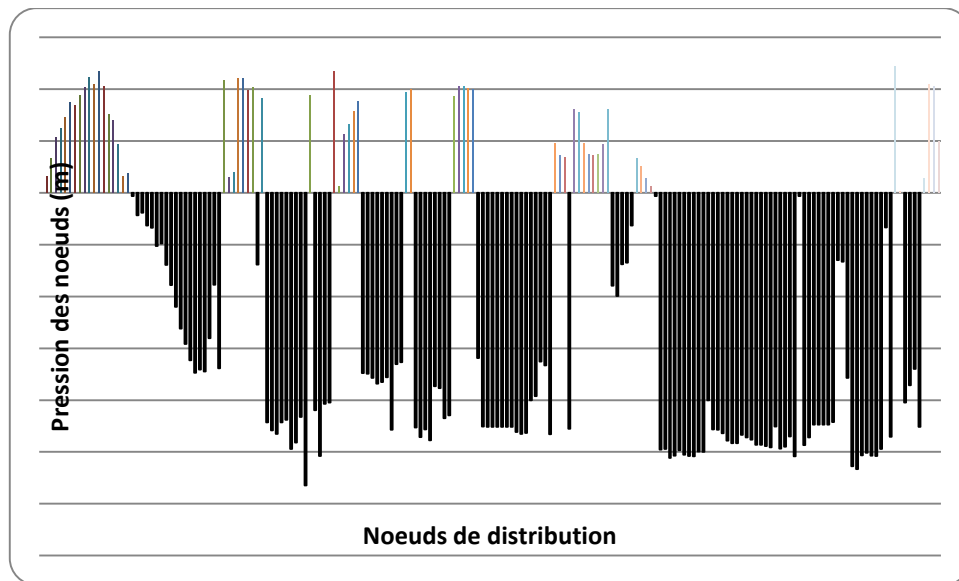


Figure IV- 14: Pression au niveau des nœuds pour le réseau actuel estimée par la méthode DPS

IV.3.2.2. Simulation avec le réseau amélioré

Après plusieurs simulations en analysant la distribution des pressions et vitesses, on a pu améliorer le réseau actuel. Cette méthode a montré qu'il faudrait augmenter encore de 10m la charge dans le réservoir tampon proposé par la méthode DEN soit à une charge de 610m au lieu de 600m et modifier en plus la conduite LP159 de 33mm et de 11m de long par une conduite de 66mm de diamètre. Avec ces modifications le réseau se comporte beaucoup mieux où les pressions des nœuds sont toutes positives. Seulement neufs nœuds sont entre 1.2m et 10m pendant que tous les autres nœuds (179 nœuds) sont à une pression entre 10m et 50m. Selon cette méthode, le comportement du réseau ainsi modifié se comporte beaucoup mieux que celui modifié précédemment selon les prédictions de la méthode DEN. En effet, tous les nœuds de distribution se trouvent avec une pression positive entre 1.2 et 50m (cf. figure IV-15).

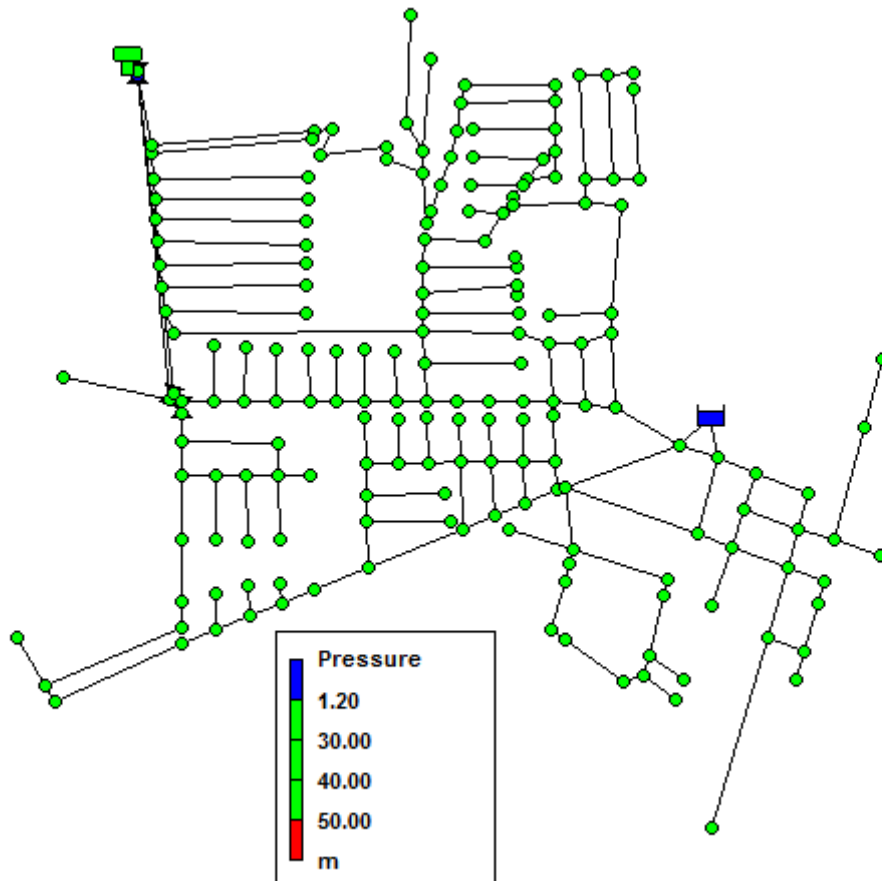


Figure IV- 15: Distribution des pressions estimée par la méthode DPS pour le réseau modifié.

Le model de distribution des pressions obtenu (figure IV-16) est meilleur en comparaison avec celui de la méthode DEN donné en figure IV-10. En effet, la majorité des nœuds de distribution se trouvent à une pression supérieure à 20m et inférieure à 50m.

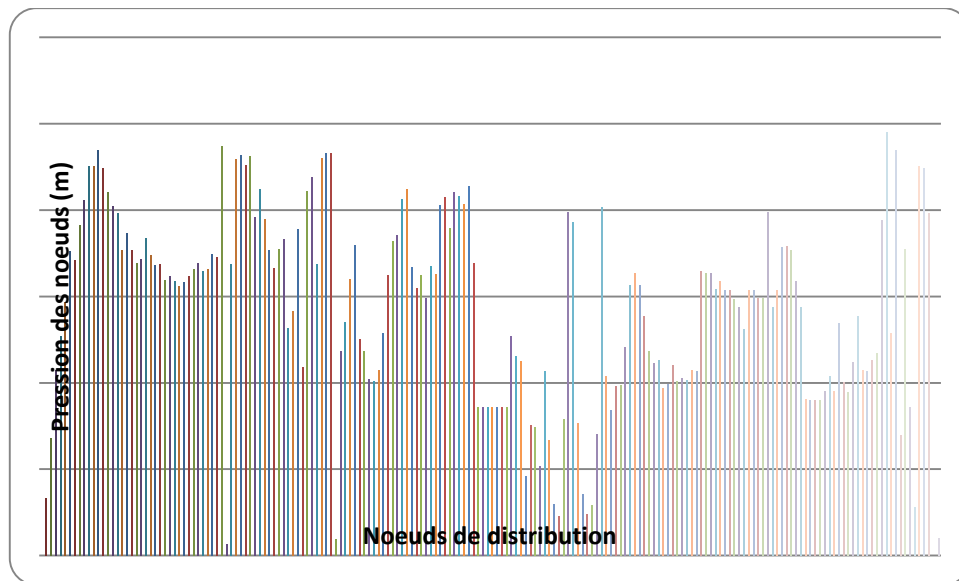


Figure IV- 16: Pression au niveau des nœuds estimée par la méthode DEN pour le réseau amélioré.

IV.3.3. Simulation avec méthode « DPH »

IV.3.3.1. Simulation avec les données actuelles du réseau

D'une manière similaire à la méthode « DPS » la dotation de 100l/s a été répartie sur les 188 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 la figure IV.17. A la différence des deux autres modèles, ce modèle révèle que les populations du Nord-Est et du Sud-Est de la ville sont privées d'eau pendant que le centre de la ville et la zone ouest sont alimentés avec des pressions satisfaisantes.

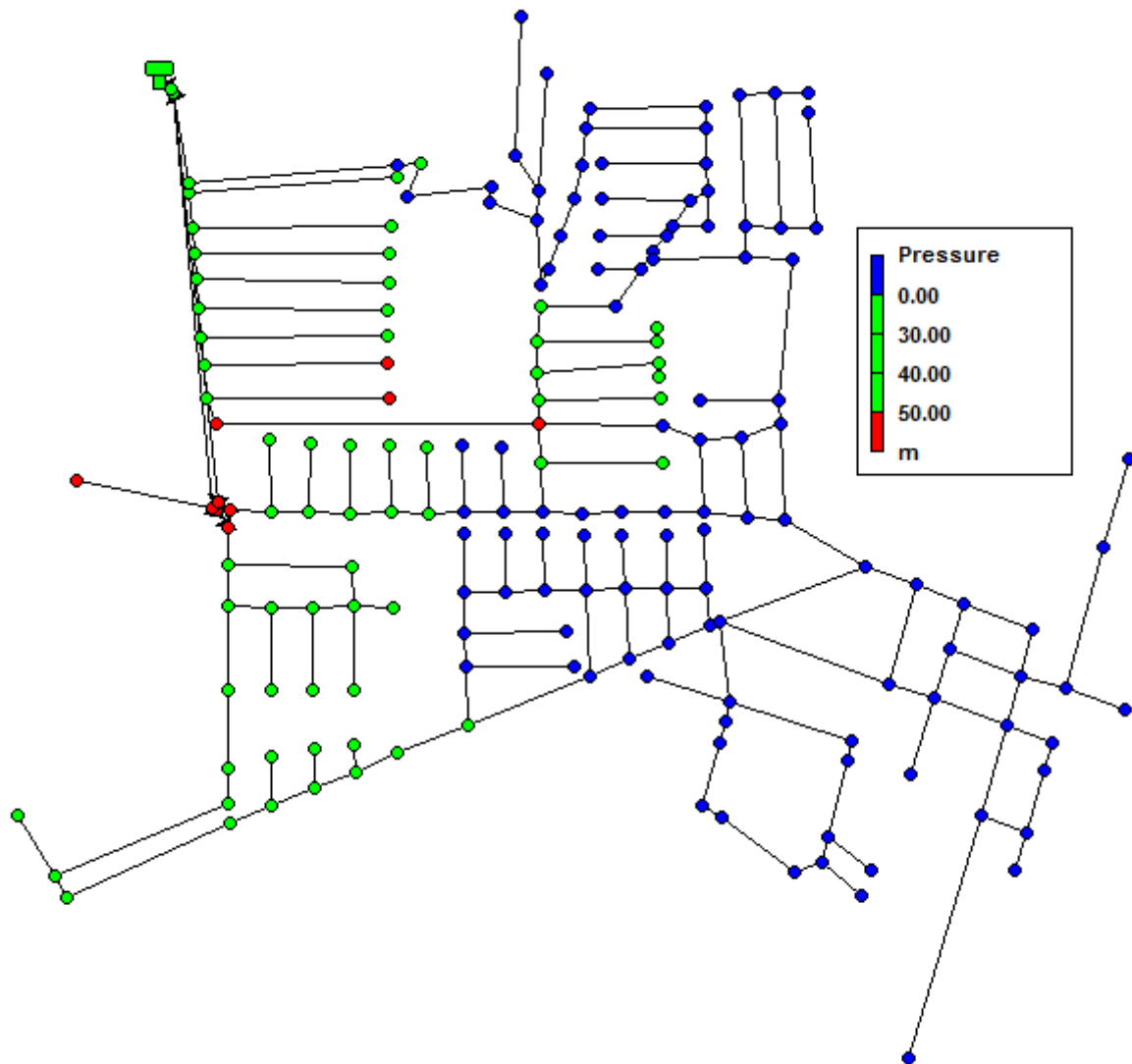


Figure IV- 17: Distribution des pressions estimée par la méthode DPH pour le réseau actuel.

IV.3.3.2. Simulation avec le réseau amélioré

Différentes simulations ont été effectuées pour atteindre l'excellente distribution des pressions donnée en figure IV-18. Il a fallu, outre les modifications effectuées précédemment, ajouter un deuxième réservoir tampon près des nœuds NC74 et NC86 avec une charge totale de 598m ce qui nécessite une élévation du niveau d'eau à 30 m. Aussi, les conduites données en tableau IV-2 ont été échangées par des conduites de diamètres plus élevés.

Tableau IV- 2: Modifications proposées par la méthode DPH au niveau de la canalisation

Repère du tronçon	Ancien diamètre (mm)	Longueur (m)	Nouveau diamètre (mm)
LP115	33	19	102
LP116	33	31	102
LP30	33	78.5	80

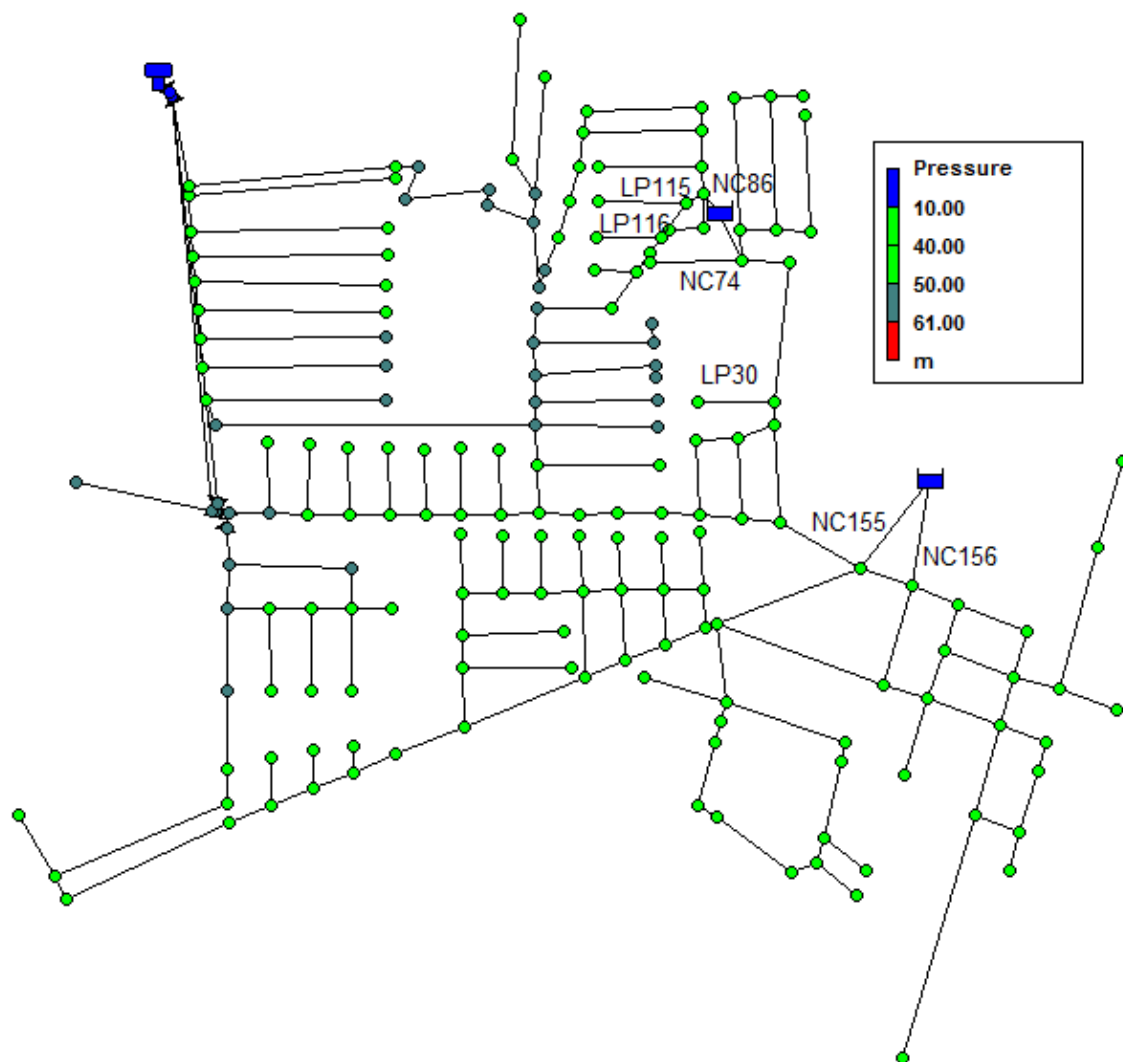


Figure IV- 18: Distribution des pressions estimée par la méthode DPH pour le réseau amélioré

Les modifications recommandées ci-haut ont largement amélioré le comportement du réseau du point de vue distribution des pressions que du point de vue répartition des vitesses dans les différents tronçons. Néanmoins, ils demeurent quelques conduites de diamètres

inférieurs à 50mm qui desservent les nœuds avec des vitesses relativement élevées de l'ordre de 3 m/s tel qu'illustré par la figure IV-19.

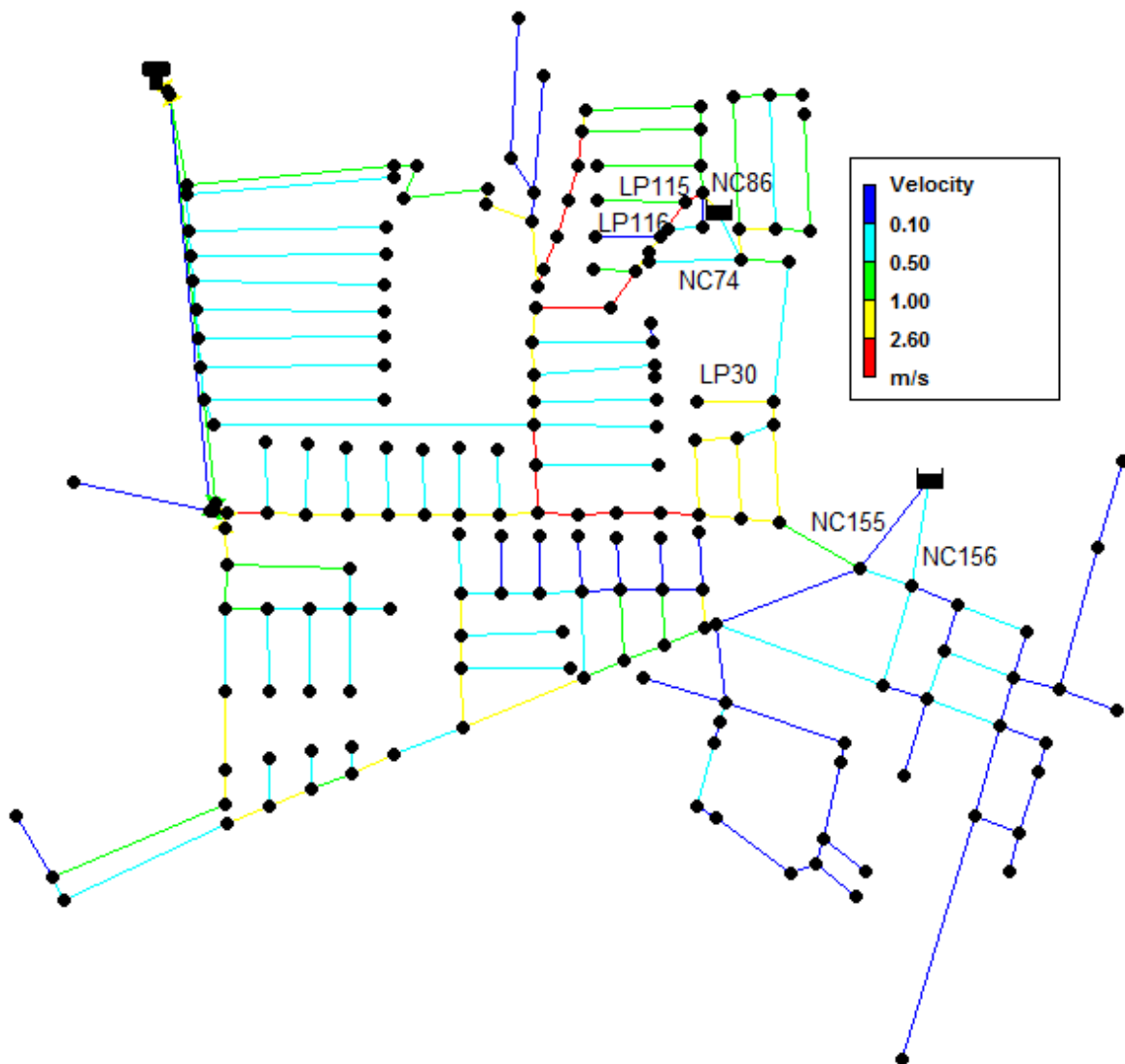


Figure IV: 1: Distribution des vitesses estimée par la méthode DPH pour le réseau amélioré

IV.4. INTERPRETATION DES RESULTATS ET CONCLUSION

En se basant sur les analyses faites sur le réseau d'AEP de la ville de Chetouane, quelques propositions ont été faites pour améliorer l'alimentation en eau potable au niveau de la ville de Chetouane. 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 réparation de la population uniforme. Le troisième modèle (méthode DPH) est celui qui représente mieux la population de la ville de Chetouane. Pour mettre au point ce dernier, il a fallu procéder à des visites à travers toute la ville et recenser la densité de la population par quartiers. Ce modèle à notre sens révèle mieux les défauts du réseau actuel et en effectuant plusieurs simulations il s'est avéré que le réseau d'AEP de Chetouane peut être équilibré en construisant deux réservoirs tampons, le premier au Nord-Est et le deuxième au Sud-Est de la ville, et en remplaçant quelques tronçons du réseau par des diamètres plus élevés.

Les modélisations ont été effectuées en besoins de base pour une dotation de 1500l/hab/j donc pour prévoir la dotation réelle qui peut être assurée par le réseau en moments de pointe, il faut diviser la dotation par un coefficient spécifique de pointe qu'il faudrait déterminer pour la population de Chetouane.

Enfin, pour assurer les prévisions futures (171 l/s pour des besoins moyens à raison de 150 l/j/hab) estimées en chapitre II, nous pensons qu'il faudrait procéder à une rénovation entière du réseau actuel. Ce dernier a été certainement conçu dans le passé sans tenir compte de l'accroissement de la population et des exigences de plus en plus croissantes de la part du consommateur.

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

La gestion technique d'un réseau d'AEP a pour principal objectif de livrer aux consommateurs une eau qui répond aux normes de quantité et de qualité, a un prix compétitif et avec une continuité de service sans défaut. Une bonne connaissance des infrastructures et l'état du réseau sont les garants d'une gestion efficace du réseau et de ces services.

Vu la complexité du réseau d'AEP de la ville de Chetouane et la difficulté de prévoir les phénomènes hydrauliques qui s'y déroulent, la gestion informatisée est devenue une opération indispensable. Les SIG sont des outils efficaces pour la prise de décision. Ils s'inscrivent dans une optique de gestion à long terme, qui va dans le sens d'un développement durable. C'est pourquoi la mise en place d'un Système d'Information Géographique pour le gestionnaire du réseau d'eau potable avec la constitution des bases de données descriptives du réseau et de son environnement permet de formaliser, et de structurer la connaissance disponible sur le réseau et facilite l'utilisation de cette information.

La gestion de la base de données établie pour le réseau d'AEP de la ville de Chetouane 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.

L'outil de gestion présenté permet aux exploitants des réseaux de :

- Connaitre l'état du point particulier sélectionné (vanne, tronçon...);
- Avoir une bonne connaissance du réseau avec le débit, la vitesse et la pression en tout point;
- La connaissance des travaux effectués sur le réseau.

Le modèle traité permet de voir clairement la puissance du couple SIG-EPANET dans la gestion du réseau d'AEP de la ville de Chetouane 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.

BIBLIOGRAPHIE

- ADE. (2015). *Rapport interne: (Algérienne des eaux)*.
- Ali Nehari, A. (2013). *Etude de la sécurisation de l'alimentation en eau potable de groupement urbain de Tlemcen. (memoire de Master), Univ. Abou Bakr Belkaid-Tlemcen.*
- ANAT. (2010). *Monographie de la Wilaya de Tlemcen: Agence Nationale d'Aménagement du Territoire,.*
- Anonyme. (2015). *Système d'information géographique, from <http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=4962>*
- Atba, M. (2013). *Modélisation d'un réseau d'alimentation en eau potable et contribution à sa gestion à l'aide d'un SIG cas de la ville Ghazaout. Université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen.*
- Barbier, P. (2003). *Cours Map Info V7.0 - livret 1 Retrieved mai 2015, from <http://fad.ensg.eu/moodle/mod/resource/view.php?id=234>*
- Benadouda, D. (2012). *Mise à jour du SIG de réseau d'AEP de GUT. (Mémoire d'Ingénieur), Université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen.*
- Benammar, S., & Mankouri, A. (2010). *L'apport de désailement dans la nouvelle répartition des ressources en eau au niveau de la wilaya de Tlemcen. (Mémoire d'Ingénieur), Université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen.*
- Berrahma, B. (2009). *L'étude d'un nouveau schéma de répartition des ressources dans le groupement urbain de Tlemcen. (Mémoire ingénieur d'état en hydraulique urbaine), Université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen.*
- Blindu I. (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).*
- Boukli, H. C. (2014). *Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un SIG. cas du GUT. (Thèse de doctorat), Université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen.*
- Boumedienne, A. (2012). *Les adductions du groupement urbain de Tlemcen: Etats de lieux et proposition des solutions secteur Mansourah. (Mémoire de Master), Université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen.*
- DRE. (2015). *Rapport interne: Direction des Ressources en Eau.*
- François, G. B. (2000). *Distribution et collecte des eaux (2 ed.): Presses internationales Polytechnique.*
- 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 d'Ingénieur), Université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen.*
- Madouni, A. (2013). *Modélisation du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de maghniya avec le logiciel PORTEAU. (Mémoire de Master), Université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen.*
- Tahar, S. (2005). *Contribution à la gestion d'un réseau d'AEP à l'aide d'un système d'information géographique cas de Chetouane. (Mémoire ingénieur d'état en hydraulique urbaine), Université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen.*
- Thierno, A. W. (2008). *INITIATION A MAPINFO PROFESSIONAL. SUPPORT DE FORMATION Master 2, Master CIMO, , 2015, from http://www.lvmt.fr/IMG/pdf/Initiation_a_MAPINFO.pdf*

Annexe A

RENOVATION DES CONDUITES ET REPARATION DES FUITES (ADE, 2013)

Mois de Janvier

rénovation de conduites (ml)			
branchement	réservoir	adduction	Total
34	20	0	54

Réparation des fuites							
Adduction	distribution	branchement	total	Adduction	distribution	branchement	Total
0	32	29	61	0	20	34	54
Fuites enregistrées				Fuites réparées			

Mois de février

rénovation de conduites (ml)			
branchement	réservoir	adduction	Total
34	3	0	37

réparation des fuites							
Adduction	distribution	Branchement	total	Adduction	distribution	branchement	Total
1	13	37	51	0	13	37	50
fuitesenregistrées				fuitesréparées			

Mois de mars et Avril

rénovation de conduites (ml)			
branchement	réservoir	adduction	Total
0	35	0	35

réparation des fuites							
Adduction	distribution	branchement	total	Adduction	distribution	branchement	Total
1	20	32	53	1	20	32	53
fuitesenregistrées				fuitesréparées			

Mois de Mai

rénovation de conduites (ml)			
branchement	réservoir	adduction	Total
14	150	0	164

réparation des fuites							
Adduction	distribution	branchement	total	Adduction	distribution	branchement	Total
2	26	31	59	2	26	31	59
fuitesenregistrées				fuitesréparées			

Mois de Juin

rénovation de conduites (ml)			
branchement	réservoir	adduction	Total
83	6	0	89

réparation des fuites							
Adduction	distribution	branchement	total	Adduction	distribution	branchement	Total
3	34	33	70	3	34	33	70
fuitesenregistrées				fuitesréparées			

Mois de Juillet

rénovation de conduites (ml)			
branchement	réservoir	adduction	Total
53	349	0	402

réparation des fuites							
Adduction	distribution	branchement	total	Adduction	distribution	branchement	Total
4	25	31	60	4	25	28	57
fuitesenregistrées				fuitesréparées			

Mois d'Aout

rénovation de conduites (ml)			
branchement	réservoir	adduction	Total
138	156	0	294

réparation des fuites							
Adduction	distribution	branchement	total	Adduction	distribution	branchement	Total
7	32	31	70	7	32	31	70
fuitesenregistrées				fuitesréparées			

Mois de Sep, Oct , Nov, Déc

rénovation de conduites (ml)			
branchement	réservoir	adduction	Total
138	156	0	294

réparation des fuites							
Adduction	distribution	branchement	total	Adduction	distribution	branchement	Total
7	32	31	70	7	32	31	70
fuitesenregistrées				fuitesréparées			

Annexe B

PREVISION DES BESOINS (ADE, 2013)

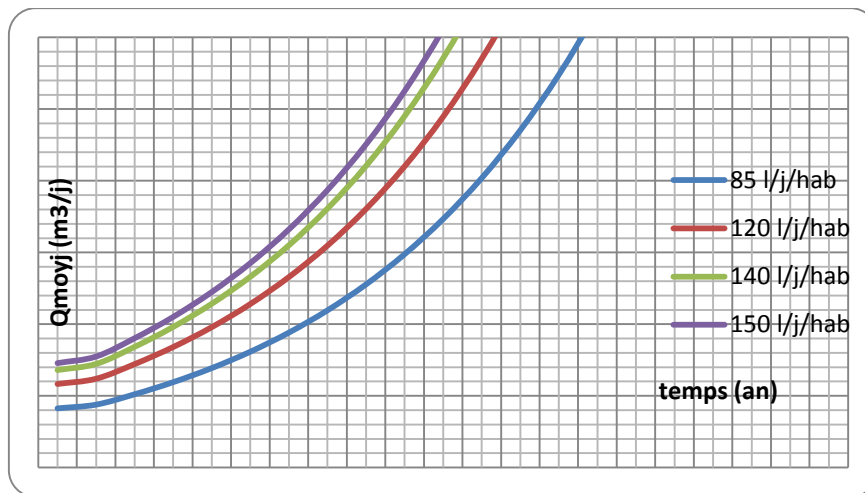


Figure Annexe B- 1: Besoin journalier moyen par an

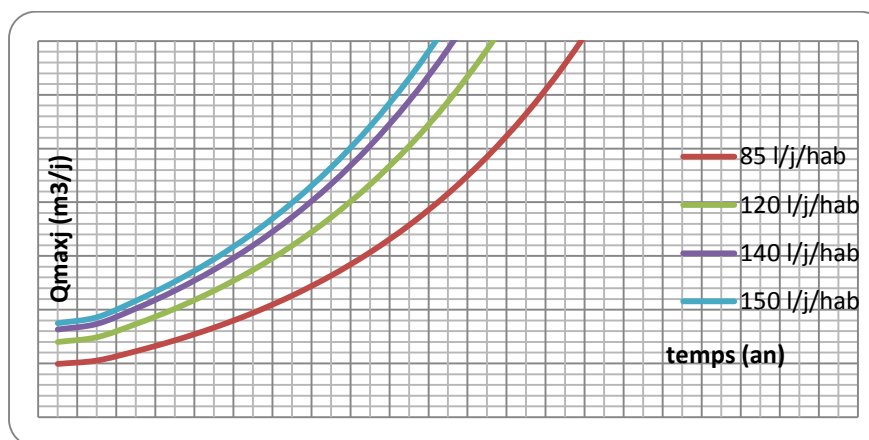


Figure Annexe B- 2: Besoin journalier max par an

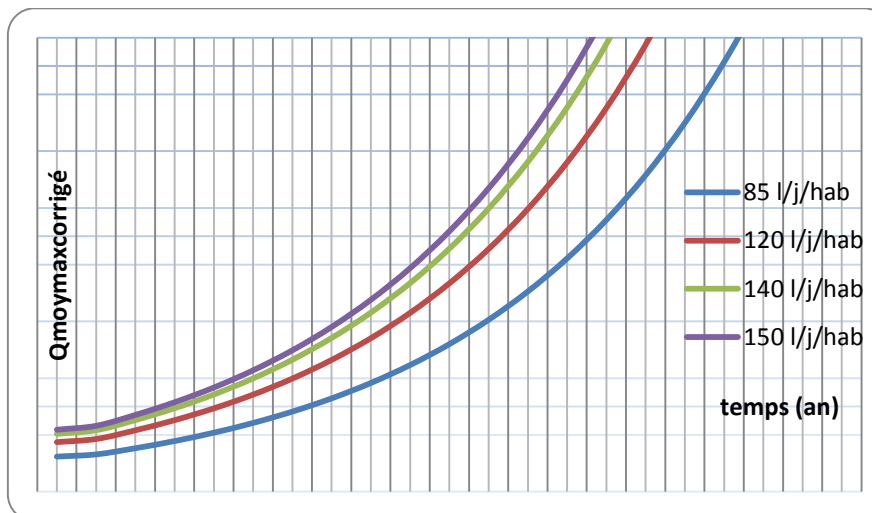


Figure Annexe B- 3: Besoin journalier max corrigé par an

Annexe C

DETAILS DU RESEAU D'AEP DE CHETOUANE MODELISE SOUS L'ENVIRONNEMENT EPANET

Network Table - Links

Length	Diameter	Roughness	
Link ID	m	mm	mm
Pipe LP1	17.4926	200	0.01
Pipe LP8	416.34	200	0.01
Pipe LP9	419.83	200	0.01
Pipe LP10	82.6014	102	0.01
Pipe LP11	70.7923	33	0.01
Pipe LP12	70.7323	33	0.01
Pipe LP13	69.0612	33	0.01
Pipe LP14	69.0895	33	0.01
Pipe LP15	60.8398	33	0.01
Pipe LP16	68.823	33	0.01
Pipe LP17	65.507	33	0.01
Pipe LP18	105.401	33	0.01
Pipe LP19	107.101	33	0.01
Pipe LP20	87.5378	33	0.01
Pipe LP21	63.7189	33	0.01
Pipe LP22	40.1341	33	0.01
Pipe LP23	110.698	40	0.01
Pipe LP24	110.968	26	0.01
Pipe LP25	75.783	33	0.01

Pipe LP26	71.1508	33	0.01
Pipe LP30	78.3961	33	0.01
Pipe LP32	84.8883	102	0.01
Pipe LP37	62.8883	80	0.01
Pipe LP38	116.335	80	0.01
Pipe LP39	166.232	33	0.01
Pipe LP40	164.408	33	0.01
Pipe LP41	163.575	33	0.01
Pipe LP42	166.648	33	0.01
Pipe LP43	163.341	33	0.01
Pipe LP44	42.6398	33	0.01
Pipe LP45	27.4554	33	0.01
Pipe LP46	29.1659	40	0.01
Pipe LP47	48.662	33	0.01
Pipe LP49	23.5135	60	0.01
Pipe LP50	21.9655	80	0.01
Pipe LP51	37.7187	80	0.01
Pipe LP52	94.7426	80	0.01
Pipe LP53	13.3402	150	0.01
Pipe LP54	140.62	66	0.01
Pipe LP55	49.2402	90	0.01
Pipe LP56	314.453	150	0.01
Pipe LP57	101.541	33	0.01
Pipe LP58	100.027	33	0.01
Pipe LP59	55.4222	33	0.01

Pipe LP62	52.3809	50		0.01
Pipe LP63	52.3809	50		0.01
Pipe LP64	55.2286	50		0.01
Pipe LP65	53.7779	50		0.01
Pipe LP66	56.7779	50		0.01
Pipe LP67	56.4222	50		0.01
Pipe LP68	130.111	33		0.01
Pipe LP70	45.5925	33		0.01
Pipe LP71	35.5925	33		0.01
Pipe LP72	25.5925	33		0.01
Pipe LP74	34.6332	80		0.01
Pipe LP75	185.872	125		0.01
Pipe LP76	97.2819	80		0.01
Pipe LP77	150.96	66		0.01
Pipe LP79	49.4222	50		0.01
Pipe LP80	76.0229	50		0.01
Pipe LP81	148.367	80		0.01
Pipe LP82	42.0966	80		0.01
Pipe LP83	40.0966	80		0.01
Pipe LP84	40.0966	80		0.01
Pipe LP85	39.9862	80		0.01
Pipe LP86	39.9862	80		0.01
Pipe LP87	35.4959	80		0.01
Pipe LP88	36.0966	80		0.01
Pipe LP89	112.968	33		0.01

Pipe LP90	37.6939	33	0.01
Pipe LP91	116.694	33	0.01
Pipe LP92	120.694	33	0.01
Pipe LP93	39.783	33	0.01
Pipe LP94	39.0966	33	0.01
Pipe LP95	37.7187	80	0.01
Pipe LP96	39.0966	80	0.01
Pipe LP97	12.0966	60	0.01
Pipe LP98	12.0966	50	0.01
Pipe LP99	46.7306	80	0.01
Pipe LP100	89.2007	33	0.01
Pipe LP101	8.15135	33	0.01
Pipe LP102	30.5135	33	0.01
Pipe LP103	21.5135	33	0.01
Pipe LP104	41.5135	33	0.01
Pipe LP105	33.5135	80	0.01
Pipe LP106	31.505	26	0.01
Pipe LP107	33.5135	26	0.01
Pipe LP108	126.435	40	0.01
Pipe LP109	34.2266	40	0.01
Pipe LP110	33.3244	40	0.01
Pipe LP111	30.1659	80	0.01
Pipe LP112	24.957	80	0.01
Pipe LP113	35.0758	80	0.01
Pipe LP114	21.0758	80	0.01

Pipe LP115	19.1659	33	0.01
Pipe LP116	30.8054	50	0.01
Pipe LP117	72.5812	33	0.01
Pipe LP118	16.0635	50	0.01
Pipe LP119	34.0635	50	0.01
Pipe LP120	58.8933	50	0.01
Pipe LP121	123.538	50	0.01
Pipe LP122	32.7991	60	0.01
Pipe LP123	123.538	50	0.01
Pipe LP124	31.7991	60	0.01
Pipe LP125	24.5135	60	0.01
Pipe LP126	167.953	33	0.01
Pipe LP127	35.5041	80	0.01
Pipe LP128	38.3285	80	0.01
Pipe LP129	38.4071	80	0.01
Pipe LP130	38.7003	33	0.01
Pipe LP131	41.6336	33	0.01
Pipe LP132	113.48	33	0.01
Pipe LP133	40.2402	150	0.01
Pipe LP134	37.9247	33	0.01
Pipe LP135	39.5908	33	0.01
Pipe LP136	43.3759	33	0.01
Pipe LP137	39.9741	50	0.01
Pipe LP138	79.9741	150	0.01
Pipe LP139	77.2078	33	0.01

Pipe LP140	77.7536	33	0.01
Pipe LP141	77.084	33	0.01
Pipe LP142	45.5896	66	0.01
Pipe LP143	43.5896	125	0.01
Pipe LP144	45.5784	66	0.01
Pipe LP145	45.5784	66	0.01
Pipe LP146	76.34	80	0.01
Pipe LP147	178.008	150	0.01
Pipe LP148	23.9181	150	0.01
Pipe LP149	69.2358	150	0.01
Pipe LP150	22.6014	102	0.01
Pipe LP151	171.728	33	0.01
Pipe LP153	191.383	102	0.01
Pipe LP154	20.084	50	0.01
Pipe LP155	35.4554	50	0.01
Pipe LP156	36.4554	50	0.01
Pipe LP157	110.546	33	0.01
Pipe LP158	47.546	125	0.01
Pipe LP159	10.9605	33	0.01
Pipe LP160	70.0229	40	0.01
Pipe LP161	46.289	50	0.01
Pipe LP162	76.0229	40	0.01
Pipe LP163	48	50	0.01
Pipe LP164	44.546	125	0.01
Pipe LP165	95.3439	125	0.01

Pipe LP166	177.651	125	0.01
Pipe LP167	43.7402	66	0.01
Pipe LP168	53.546	33	0.01
Pipe LP169	33.9586	33	0.01
Pipe LP170	43.7402	66	0.01
Pipe LP171	68.6641	33	0.01
Pipe LP175	42.7402	66	0.01
Pipe LP176	33.7132	50	0.01
Pipe LP177	81.7132	102	0.01
Pipe LP178	18.735	66	0.01
Pipe LP179	21.735	66	0.01
Pipe LP181	60.735	50	0.01
Pipe LP182	90.3013	50	0.01
Pipe LP183	20.3013	50	0.01
Pipe LP184	20.8061	66	0.01
Pipe LP185	71.2029	40	0.01
Pipe LP186	33.9524	40	0.01
Pipe LP187	52.7321	33	0.01
Pipe LP188	52.602	33	0.01
Pipe LP189	24.9524	40	0.01
Pipe LP190	117.799	66	0.01
Pipe LP191	76.151	125	0.01
Pipe LP192	46.0229	50	0.01
Pipe LP193	25.444	40	0.01
Pipe LP194	27.7321	50	0.01

Pipe LP195	60.4738	40	0.01
Pipe LP196	146.569	50	0.01
Pipe LP197	86.0688	50	0.01
Pipe LP198	46.0229	40	0.01
Pipe LP199	63.4129	50	0.01
Pipe LP200	37.5129	50	0.01
Pipe LP201	45.7321	80	0.01
Pipe LP202	36.6014	33	0.01
Pipe LP203	133.336	33	0.01
Pipe LP204	14.8883	80	0.01
Pipe LP205 38	80	0.01	
Pipe LP207	88.45	33	0.01
Pipe LP152	168.38	33	0.01
Pipe 1	100	200	0.1
Pipe 6	50	200	0.1
Pipe 7	24	200	0.1
Pipe 8	26.7	200	0.1
Pipe 9	26.5	200	0.1
Pipe 10	26.3	200	0.1
Pipe 11	28.7	200	0.1
Pipe 12	28.5	200	0.1
Pipe 13	27	200	0.1
Pipe 14	100	200	0.1
Pipe 15	100	200	0.1
Pipe 16	100	200	0.1

Pipe 17	100	200	0.1
Pipe 18	100	200	0.1
Pipe 19	100	200	0.1
Pipe 20	100	200	0.1
Pipe 21	100	200	0.1
Pipe 22	100	200	0.1
Pipe 23	100	200	0.1
Pipe 24	100	200	0.1
Pipe 5	68.1	200	0.1
Pipe 26	7	200	0.1
Pipe LP205*	38.51	80	0.1
Pipe 31	40	50	0.1

Annexe D

SIMULATION AVEC LES TROIS METHODES

D.1. SIMULATIONS AVEC LA METHODE « DEN »

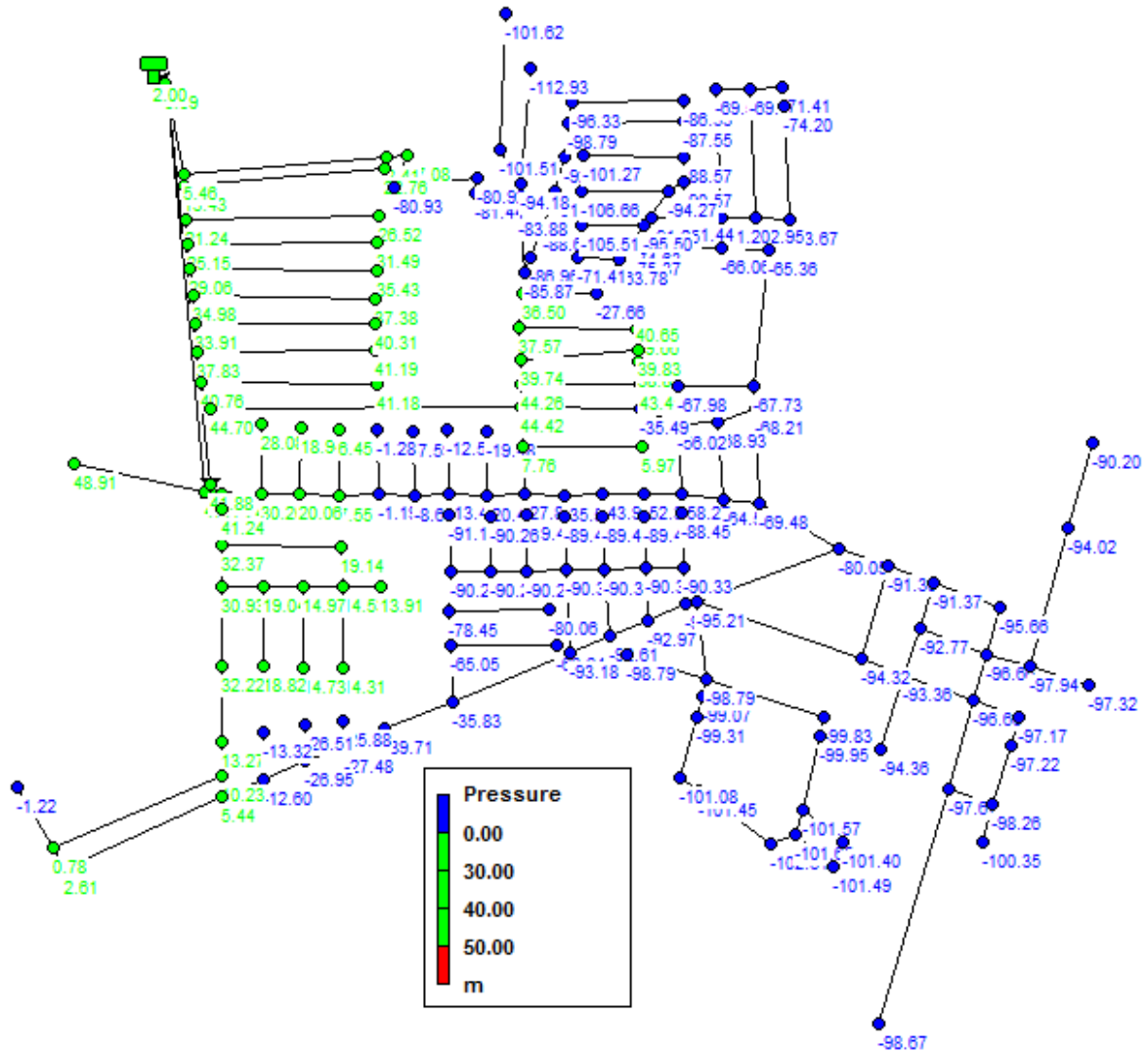


Figure Annexe D- 1: Distribution des pressions pour le réseau actuel estimée par la méthode DEN.

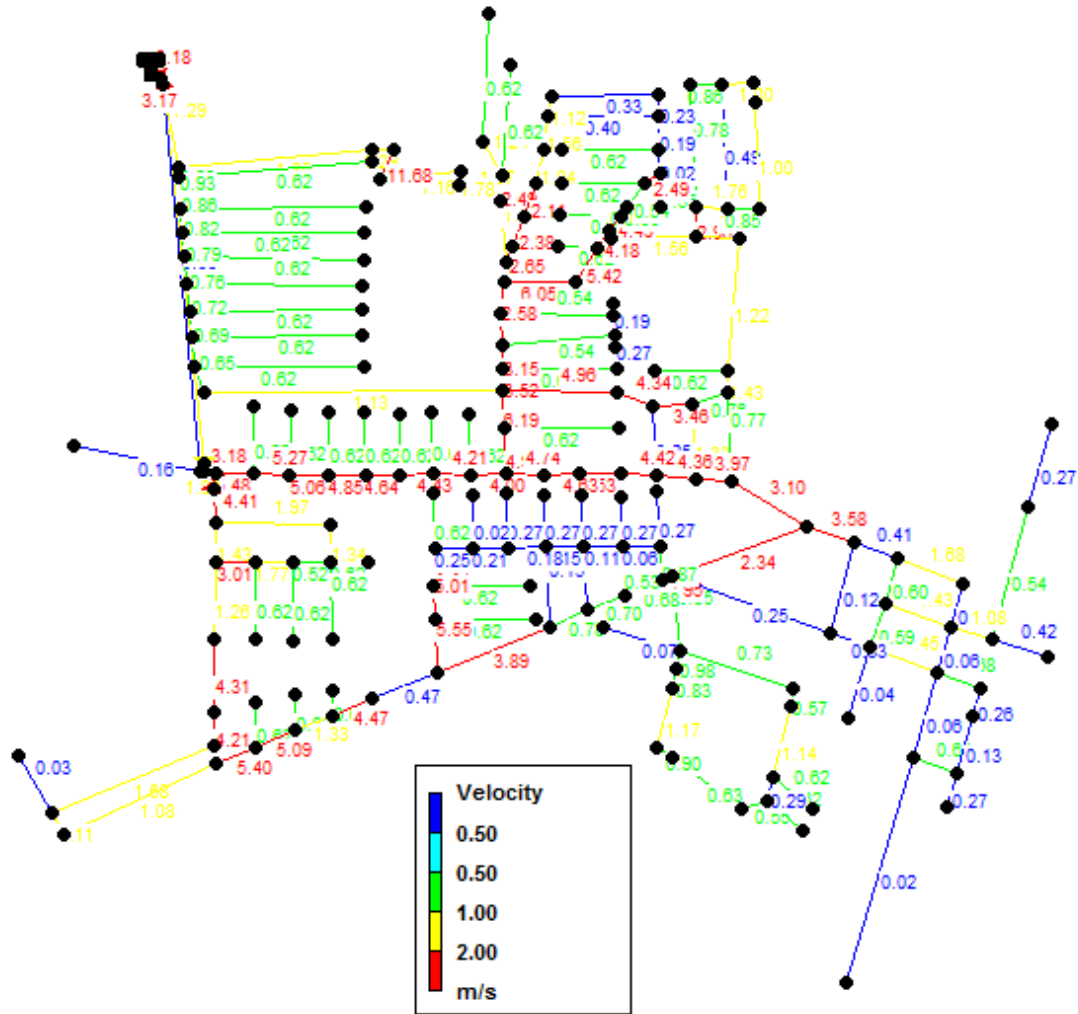


Figure Annexe D- 2: Distribution des vitesses pour le réseau actuel estimée par la méthode DEN

D.2. SIMULATION AVEC LA METHODE « «DPS » »

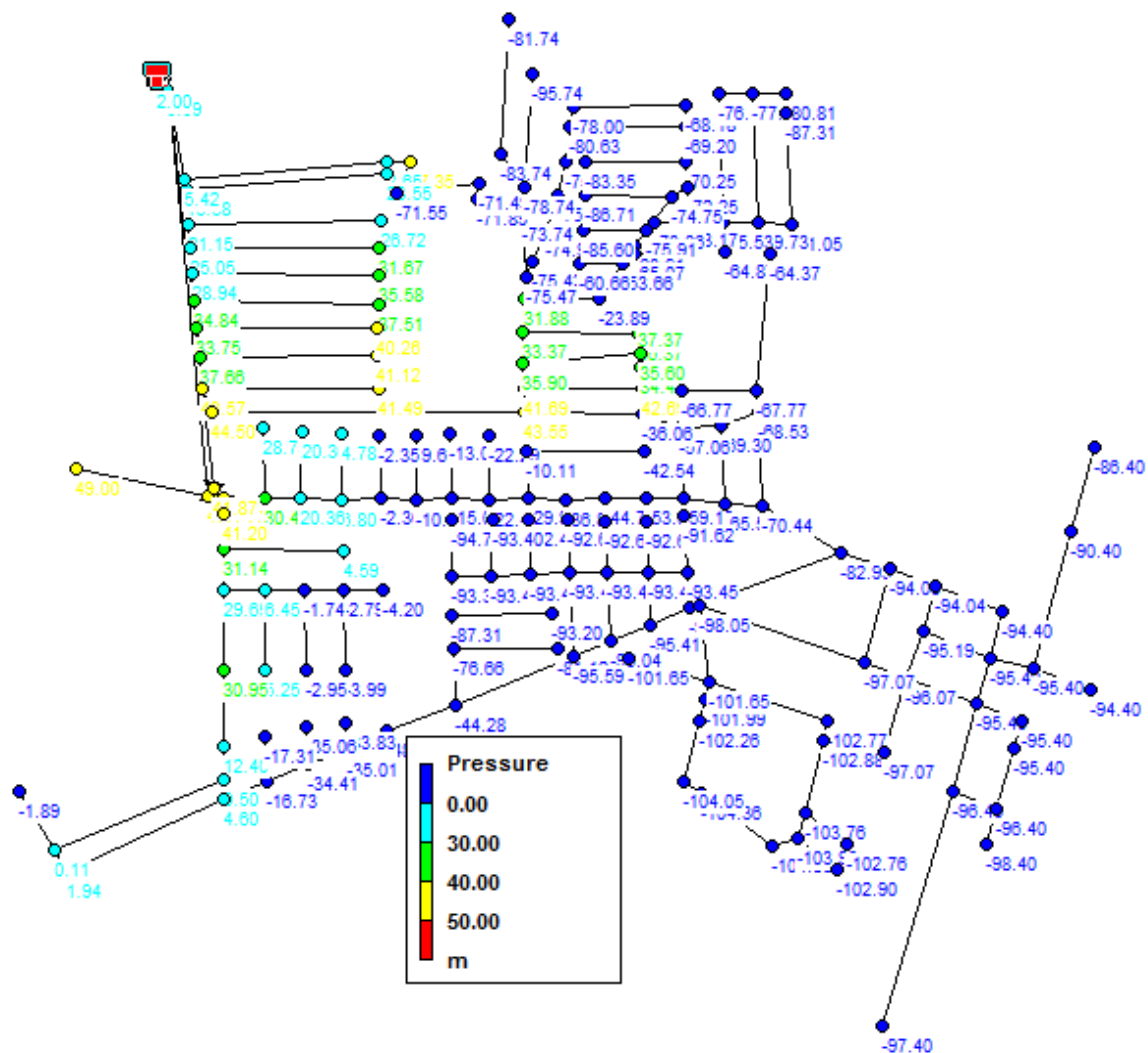


Figure Annexe D- 3: Distribution des pressions pour le réseau actuel estimée par la méthode DPS.

D.3. SIMULATION AVEC METHODE « DPH»

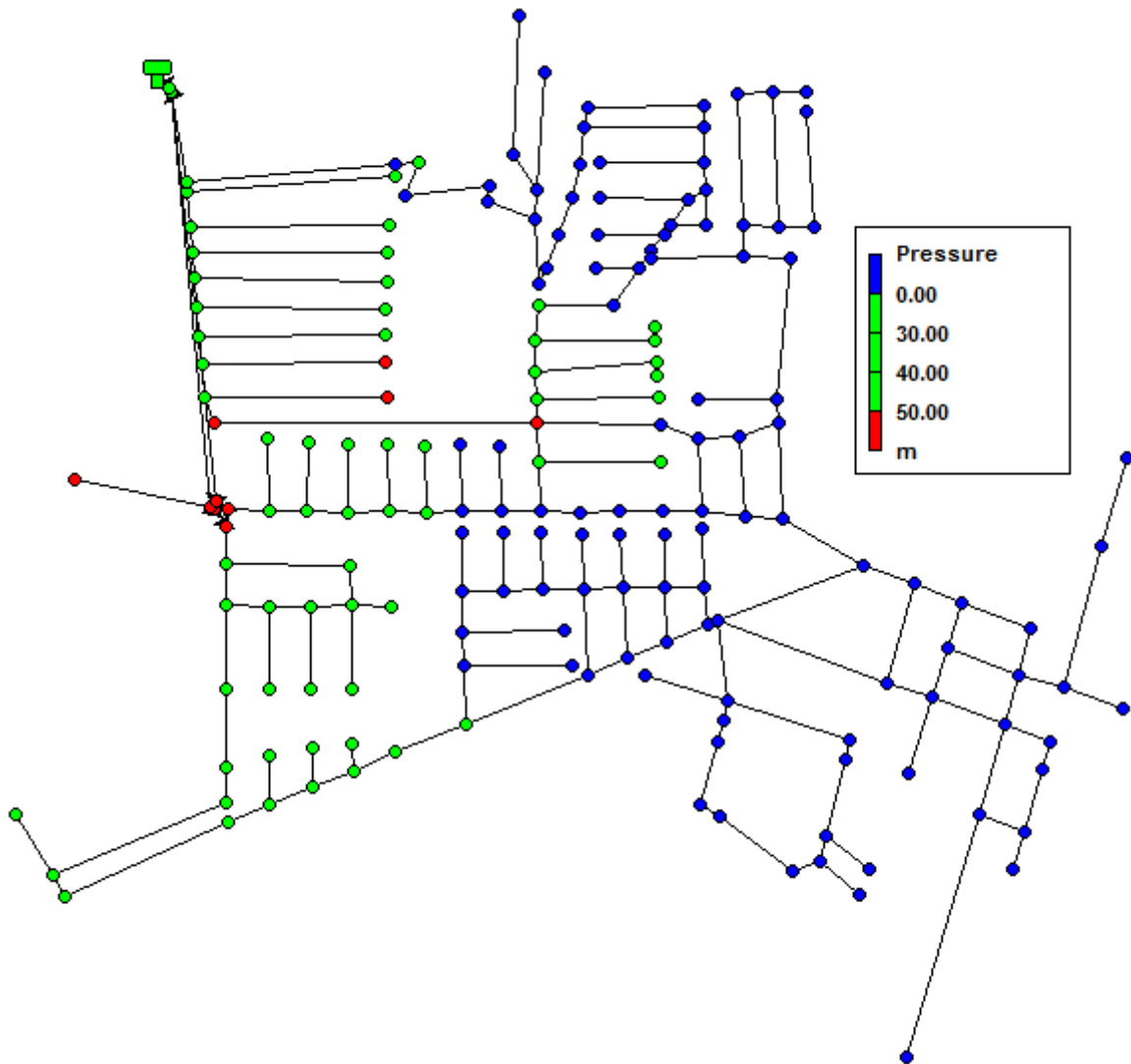


Figure Annexe D- 4: Distribution des pressions estimée par la méthode DPH pour le réseau actuel.

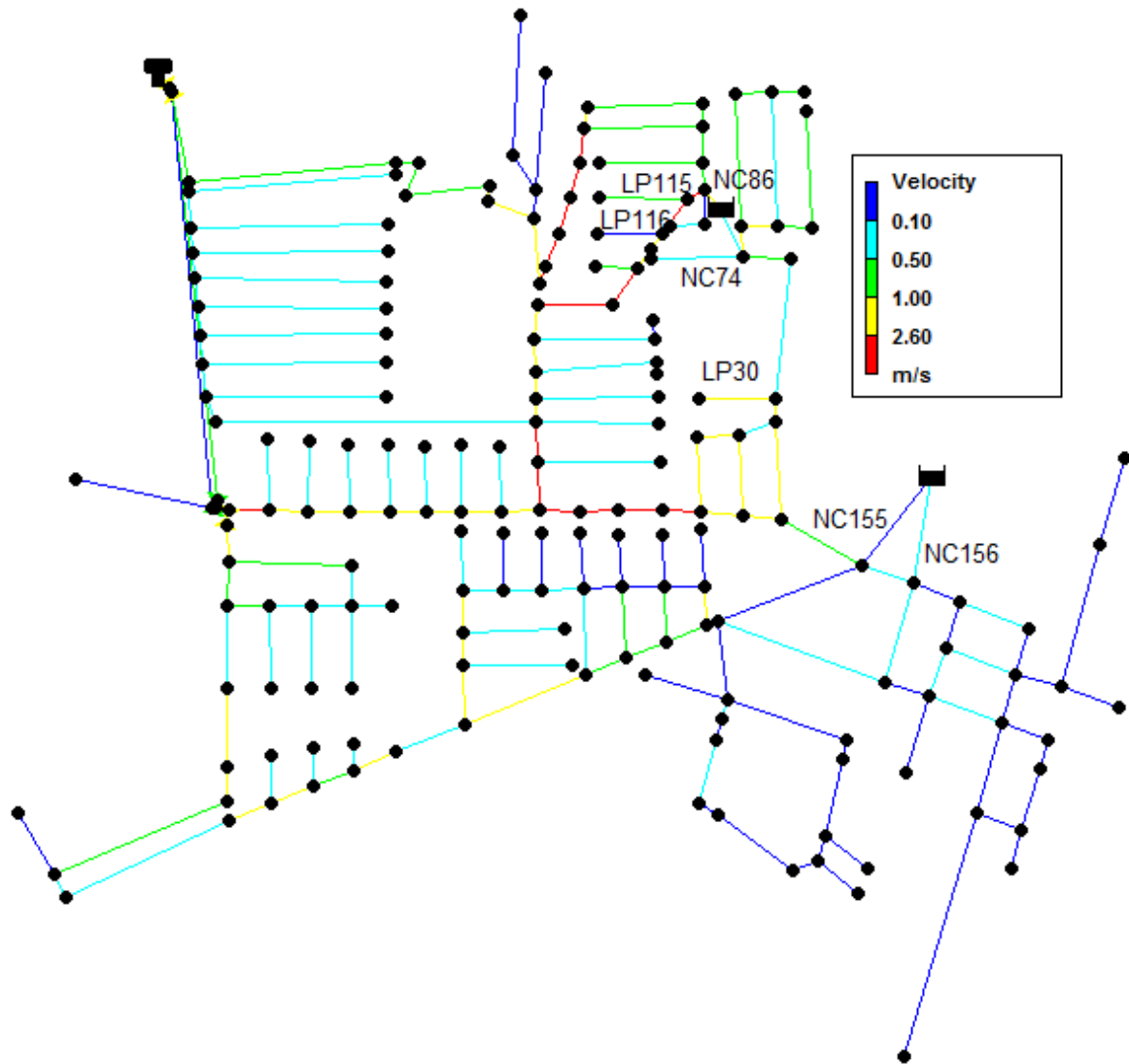


Figure Annexe D- 5: Distribution des vitesses estimée par la méthode DPH pour le réseau amélioré

Annexe E

REPARTITION DE LA POPULATION ET DU LOGEMENT PAR QUARTIER RECENSEMENT (PC DE CHETOUANE, 2008)

QUARTIERS	CONSTRUCTIONS	POPULATION
AIN SAFRA	355	2201
MIMOUSA	80	1647
DWI LAMNI	283	1783
IBN SINA	46	409
CHETOUANE	2456	17196

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

WILAYA DE TLEMCEN
DAIRA DE CHETOUANE
COMMUNE DE CHETOUANE

2008

REPARTITION DE LA POPULATION ET DU LOGEMENT PAR QUARTIER (2008)

الحي Quartier	البنائيات constructions	Logements				الأسر ménages	Population		المجموع السكان
		المشغولة Habités	الشاغرة Inhabités	الإستعمال المهني	مجموع المساكن		ذكور Masculin	إناث Féminin	
حي الزيتون	809	757	52	00	809	775	2012	2038	4050
عين الصفراء	355	309	44	01	354	392	1131	1070	2201
حي ميموزة	80	347	57	01	405	347	793	854	1647
الزوينات	102	89	5	01	95	98	324	345	669
الهضبة الشمالية	74	375	233	00	608	377	718	692	1410
حي ذوي منيع	283	280	08	00	288	324	916	867	1783
حي DNC	117	402	107	02	511	412	899	903	1802
تعاونية ابن سينا	46	90	45	01	136	90	216	193	409
الحمري	1076	912	113	21	1046	950	2551	2395	4946
المصلى	210	196	32	04	232	204	595	545	1140
حوش الواعر	507	468	46	06	516	559	1498	1388	2886

Chetouane centre 2456

T . O . L = 4.86

Densité de la population = 1031 H/Km²

Charandre, 17196

