

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
جامعة أبي بكر بلقايد- تلمسان –  
Université Aboubakr Belkaïd– Tlemcen –  
Faculté de TECHNOLOGIE



## **MEMOIRE**

Présenté pour l'obtention du **diplôme de MASTER**

**En** : Hydraulique

**Spécialité** : Hydro-Informatique

**Par** : MOSTEGHANEMI Sihem & TALEB Cherifa

### **Sujet**

**Modélisation d'un réseau d'AEP à l'aide  
du logiciel Epanet: Cas de la partie Sud du réseau du GUT**

Soutenu publiquement, le 21/11 /2017

Devant le jury composé de :

Mr. **GHENIMABDERRAHMANE**  
Mr. **TERKI HASSAINE TAHA EL AMINE**  
Mr. **DEBBAL MOHAMMED ZAKARIA**  
Mr. **SEDDINI ABDELALI**  
Mme. **BOUKLI HACENE CHERIFA**

Président  
Examineur  
Examineur  
Encadreur  
Co-Encadreur



## **Remerciements**

*Le premier remerciement revient à Dieu le grand puissant qui nous a offert ses bienfaits pour accomplir ce modeste travail.*

*Le grand remerciement destiné à nôtres encadreurs **Mr A.SEDDINI ET Mme C. BOUKLI HACENE** qui ont acceptés de nous encadrer, et nous aider, pour leurs disponibilités, leurs avis éclairés, et ces judicieux conseils.*

*Nous tenons à remercier également les membres de jury :*

***Mr A. GHENIM ,Mr M. DEBBAL et***

***Mr T. TERKI HASSAINE** pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Nous ne pouvons pas terminer sans remercier tous les enseignants du département d'hydraulique de l'université de Tlemcen qui ont contribué à notre formation.*





## *Dédicace*

*Ce modeste travail, achevé avec l'aide de **BON DIEU** le tout puissant, est dédié à ceux que j'aime  
Aux deux êtres les plus chers au monde, **mes parents** qui n'ont pas cessé de m'encourager en me prodiguant de précieux conseils ;*

*Ames cher frères et mes chères sœurs ;  
A mon fiancé ; **ELMEKKI** ;  
A la personne parfait ; **ABDERAHIME** ;  
A mon binôme ; **CHERIFA** ;  
A toute **ma famille** sans exception ;  
A tous **mes amis**.*

**Mlle : MOSTEGHANEMI Sihem**





## *Dédicace*

*Je dédie ce Modeste travaille*

*A ma mère, ma raison d'être, ma raison de vivre, le symbole de  
tendresse qui s'est sacrifiée pour mon bonheur  
et ma réussite,*

*A mon père qui sans lui je ne serais pas arrivé jusqu'ici.*

*Aucun mot ne pourra décrire vos dévouements et vos sacrifices.*

*Je dédie ce travail également,*

*A mes adorables sœurs et mon petit frère « Ayoub »*

*A toute Ma famille*

*A tous mes amis*

*A mon binôme Sihem*

*A tous les gens qui ont cru en moi et qui me donnent l'envie d'aller  
en-avant,*

*Je vous remercie tous, votre soutien et vos encouragements me  
donnent la force de continuer.*

**Mlle .Taleb Cherifa**



## **Résumé**

Afin de disposer d'une sécurité quantitative et qualitative de l'alimentation en eau potable des agglomérations urbaines et rurales, les gestionnaires des réseaux d'alimentation en eau potable ont toujours le souci d'assurer une amélioration de la qualité de service produit aux consommateurs, la continuité et la qualité de l'eau distribuée. Ils ont aussi le souci de veiller à une meilleure gestion de tous les systèmes de l'approvisionnement en eau. Le développement de l'outil informatique des logiciels a rendu la modélisation des réseaux une partie incontournable pour la conception et la gestion des systèmes d'AEP. Dans ce contexte, la présente étude porte sur le fonctionnement du réseau d'AEP de la partie sud de la ville de Tlemcen qui présente des variations d'altitude très importantes. La simulation de fonctionnement du réseau dans son état actuel est effectuée à l'aide du logiciel EPANET 2.0. Les résultats de la simulation sous ce logiciel, du présent réseau, ont montré le comportement du réseau et la présence des pressions dépassant les 6 bars, dans les bas quartiers, en périodes normale et de pointe.

## **Summary**

In order to have a quantitative and qualitative safety of drinking water supply in urban and rural agglomerations, the managers of drinking water supply networks are always concerned about ensuring an improvement in the quality of service produced to consumers, the continuity and the quality of the water distributed. They are also concerned to ensure better management of all water supply systems. The development of the computer software tool has made network modeling an essential part of the design and the management of AEP systems. In this context, the present study focuses on the functioning of the AEP network in the southern part of Tlemcen City, which has significant variations in altitude. The simulation of network operation in its current state is carried out using EPANET 2.0 software. The results of the simulation under this software, of the present network, showed the behavior of the network and the presence of the pressures exceeding the 6 bars, in the low neighborhoods (low altitudes), in normal and peak periods.

## ملخص

من أجل الحصول على سلامة الكمية والنوعية لإمدادات مياه الشرب في التجمعات الحضرية والريفية، فإن مدراء شبكات إمدادات مياه الشرب يهتمون دائماً بضمان تحسين نوعية الخدمات المقدمة للمستهلكين، مع الاستمرارية والنوعية المياه الموزعة. فإنهم يهتمون لضمان إدارة أفضل لجميع شبكات إمدادات المياه. وقد أدى تطوير أداة برمجيات الحاسوب إلى جعل نمذجة الشبكات جزءاً أساسياً من تصميم وإدارة نظم AEP. وفي هذا السياق، تركز هذه الدراسة على تشغيل شبكة AEP في الجزء الجنوبي من مدينة تلمسان، والتي لديها اختلافات كبيرة جداً في الارتفاع. تتم محاكاة تشغيل الشبكة في حالتها الحالية باستخدام برنامج EPANET 2.0. وأظهرت نتائج المحاكاة في إطار هذا البرنامج، من الشبكة الحالية، سلوك الشبكة ووجود الضغوط التي تتجاوز 6 bars، في الأحياء المنخفضة، في الفترات العادية وفترات الذروة.

## Table des matières

Introduction générale

Chapitre I: Présentation des réseaux d'alimentation en eau potable

I.1. Introduction .....	2
I .2. Présentation de réseaux d'AEP .....	2
I.3. Ouvrages des réseaux d'AEP .....	2
I.3.1. Conduite de transfert .....	2
I.3.2. Conduite de branchement.....	3
I.3.3. Réseau de distribution .....	3
I.3.4. Ouvrage d'adduction.....	4
I.3.5. Conduite de distribution.....	4
I.3.6. Points de livraison .....	4
I.3.7. Secteur de distribution .....	4
I.4. Classification des réseaux .....	5
I.5. Les canalisations utilisées dans le réseau d'eau potable :.....	6
I.5.1. Choix des matériaux de canalisation.....	6
I.5.2. Gestion des réseaux.....	6
I.5.2.1. La gestion classique .....	6
I.5.2.2. La gestion informatisée :.....	6
I.6. Cartographie des réseaux .....	7
I.7. Sectorisation des réseaux d'eau potable .....	8
I.7.1. La recherche des fuites.....	8
I.7.2. La pré-localisation des fuites .....	8



I.7.2.1. La quantification : la méthode dite su « step-test » .....	8
I.7.2.2. La pré-localisation acoustique .....	9
I.7.2.3. La localisation des fuites.....	10
I.8. Indices de performance des réseaux d’AEP.....	10
I.8.1. Rendement primaire .....	10
I.8.2. Rendement production .....	10
I.8.3. Indice linéaire des pertes.....	11
I.8.4. Indice linéaire de réparation.....	11
I.9. Les logiciels de modélisation des réseaux d’AEP .....	11
I.9.1. RESODO.....	12
I.9.2. PICCOLO.....	12
I.9.3. ElyxAqua.....	12
I.9.4. Water CAD.....	12
I.9.5. Porteau.....	12
I.10. PRESENTATION DU SIG.....	13
I.10.1. Introduction .....	13
I.10.2. Définition du SIG.....	13
I.10.3. Les type des SIG .....	13
I.10.4. Rôle d’un SIG .....	13
I.10.5. Composants du SIG .....	14
I.10.6. Les fonctionnalités du SIG.....	14
I.10.7. Modes de stockage des données du SIG .....	15
I.10.7.1. Le mode raster.....	15
I.10.7.2. Le mode vecteur.....	16

I.11. Conclusion.....	17
Chapitre II : Présentation de la Zone d'étude	
II.1. Introduction.....	18
II.2. Présentation du groupement urbain de Tlemcen .....	18
II.2.1. Climatologie.....	20
II.2.2. Cadre topographique.....	20
II.2.3. Cadre démographique .....	21
II.2.4. Les ressources hydrauliques .....	21
II.2.4.1. Les eaux superficielles.....	21
II.2.4.2. Les eaux souterraines.....	22
II.2.4.3. Les eaux de dessalements .....	22
II.2.5. Réseau de distribution.....	22
II.2.6. Besoins en eau .....	23
II.3. Conclusion .....	25
Chapitre III : Couplage SIG-Epanet et analyse du fonctionnement du réseau d'AEP	
III.1. Introduction .....	26
III.2. Logiciel de la modélisation utilisé : EPANET .....	26
III.3. Démarche adoptée pour le couplage SIG Epanet.....	27
III.4. Passage SIG -EPANET .....	27
III.5. Modélisation du réseau sous EPANET .....	29
III.5.1. Présentation des résultats de l'ancien réseau d'AEP.....	29
III.5.2. Discussion des résultats.....	31
A)Pressions.....	31
B)Vitesses .....	31

III.6. Analyse du fonctionnement du réseau actuel.....	31
III.6.1. Etat actuel du réseau.....	31
III.6.2. Interprétation des résultats de la simulation du réseau actuel.....	34
III.6.3. Etat du réseau actuel en heure de pointe .....	34
III.7. Analyse du fonctionnement des réseaux actuels Birouana et Sidi Tahar ..	36
III.7.1. Analyse du fonctionnement du réseau actuel de Birouana .....	36
III.7.1.1. Etat du réseau actuel en heure de pointe .....	37
III.7.2. Analyse du fonctionnement du réseau actuel de Sidi Tahar .....	40
III.7.2.1. Etat du réseau actuel en heure de pointe .....	41
III.8. Conclusion.....	44

Conclusion générale

Références bibliographique

Annexe

## Liste des figures

**Figure I-1:** Les composantes d'un réseau d'AEP.

**Figure I-2:** Schéma d'un réseau de distribution.

**Figure I-3:** Représentation d'un point d'injection d'une quantification sur le réseau.

**Figure I-4:** Fonctionnalités d'un SIG.

**Figure I-5:** Représentation de l'information de mode raster.

**Figure I-6:** Représentation d'une information en mode vecteur.

**Figure II-1:** Situation groupement urbain Tlemcen.

**Figure II-2:** Présentation de la région d'étude.

**Figure III-1:** Etape de la Conversion Porteau-Epanet.

**Figure III-2:** Ossature de l'ancien réseau.

**Figure III-3:** Distribution de pressions de l'ancien réseau.

**Figure III-4:** Distribution de vitesses de l'ancien réseau.

**Figure III-5:** Résultat de la simulation du réseau actuel de la zone d'étude.

**Figure III-6:** Distribution des pressions du réseau actuel.

**Figure III-7:** Distribution des vitesses du réseau actuel.

**Figure III-8:** Distribution des pressions du réseau actuel à 10:00 heures.

**Figure III-9:** Distribution des pressions du réseau actuel à 03:00 heures.

**Figure III-10:** Evolution de la pression au nœud 1357.

**Figure III-11:** Pressions et Vitesses moyennes sur le réseau « Birouana ».

**Figure III-12:** Distribution des pressions et vitesses du réseau Birouana à 10 heures

**Figure III-13:** Distribution des pressions et vitesses du réseau Birouana à 03 heures.

**Figure III-14:** Distributions des pressions à 03h.

**Figure III-15:** Distributions des pressions à 10h.

**Figure III-16:** Distributions des vitesses à 10h.

**Figure III-17:** Distributions des vitesses à 03h.

**Figure III-18:** Pressions et Vitesses moyennes sur le réseau « Sidi Tahar ».

**Figure III-19:** Distribution des pressions et vitesses du réseau Sidi Tahar à 10 heures.

**Figure III-20:** Distribution des pressions et vitesses du réseau Sidi Tahar à 03 heures

**Figure III-21:** distributions des pressions à 03h.

**Figure III-22:** distributions des pressions à 10h.

**Figure III-23:** distributions des vitesses à 03h.

**Figure III-24:** distributions des vitesses à 10h.

## **Liste des tableaux**

**Tableau I.1:** L'état du réseau à partir d'ILP.

**Tableau II.1:** Population à différents horizons.

**Tableau II.2:** Barrages qui alimentent le GUT.

**Tableau II.3:** Les Caractéristiques des forages de la zone d'étude.

**Tableau II.4:** Variation des volumes d'eau de dessalement.

**Tableau II.5:** Réservoirs alimentant le GUT.

**Tableau II.6:** Débits moyen pour la totalité de population des quartiers (Tlemcen).

**Tableau II.7:** Les débits moyens pour la population des quartiers (Tlemcen).

## Liste des abréviations

ADE : Algérienne Des Eaux

AEP : Alimentation en Eau Potable

ANRH : Agence national des ressources hydraulique

APC : Assemblé Populaire Communale

CSE : circulaire semi enterré

DRE : Direction des Ressources en Eaux.

Hab: habitants

ILP : Indice Linéaire de Perte

ILR : Indice Linéaire de Réparation

ONS : Office national des statistiques

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

$P_0$  : est la population de l'année 0 de référence.

Q : débit

QT : débit total

$Q_m$  : débit moyen

$Q_p$  : débit de pointe

RP : Le rendement primaire

RSE : rectangulaire semi enterré

SIG : Système d'information géographique.

$\alpha$  : est le taux du croisement de population.

# Introduction générale

---



## **Introduction générale**

L'eau est rare, précieuse et essentielle à la survie de tout être vivant, au fonctionnement de l'écosystème et de l'environnement. Dans le cadre de l'alimentation en eau potable de la population d'une agglomération, cette eau est mobilisée par des réseaux d'adduction, des réservoirs et des réseaux de distribution. Une fois que l'eau atteint les robinets des usagers, un autre problème se pose c'est sa préservation contre les fuites dans les réseaux, le gaspillage dans les ménages... Donc il faut la préserver et la gérer adéquatement.

Les gestionnaires des réseaux d'eau potable sont contraints à assurer un service satisfaisant sur les plans quantité et qualité d'eau. Ce n'est pas un objectif facile en raison de la complexité de ces réseaux. Les responsables, de gestion des réseaux d'alimentation en eau potable, conscients de ces difficultés font appel à la modélisation de ces réseaux pour la bonne gestion hydraulique de tels réseaux. Le développement des moyens informatiques a contribué à la mise en place de cette modélisation dans le domaine des réseaux.

Dans le contexte, du projet de master, nous avons effectués une modélisation hydraulique sur le réseau d'alimentation en eau potable de la zone sud du groupement urbain de Tlemcen. Pour ce faire nous avons utilisé le logiciel EPANET2, développé par l'agence en charge de l'environnement(EPA), qui est largement utilisé dans le monde, et que son interface graphique est conviviale et intuitive avec des possibilités de couplage avec d'autres logiciels d'application.

Le présent travail est scindé en trois chapitres :

Dans le premier chapitre, nous avons rappelé les différentes définitions des concepts relatifs à la compréhension de notre thématique à savoir les indicateurs de performance d'un réseau AEP, le SIG et les logiciels de modélisation.

Dans le second chapitre, nous avons traité les caractéristiques de la zone d'étude, les facteurs influents sur l'étude d'un système de distribution des eaux potables.

Dans le troisième chapitre, nous avons étudié le comportement du réseau d'alimentation de la zone d'étude dans son ensemble et des deux quartiers Birouana et Sidi Tahar dans leur état ancien et actuel pour les deux périodes normales et de pointe. La simulation du fonctionnement des réseaux est effectuée par utilisation du modèle EPANET.

Une conclusion générale clôture le présent travail, en mettant en évidence les différents résultats trouvés.

# Chapitre I

---

## **Présentation des Réseaux d'Alimentation en Eau Potable**

---

## I.1. Introduction

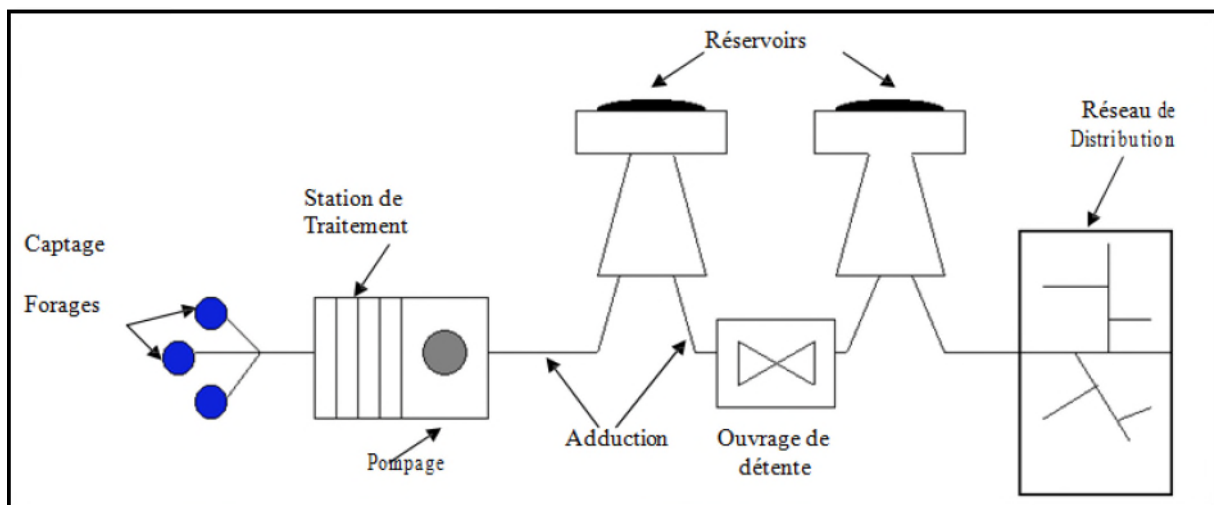
L'eau est l'une des priorités de l'état, cependant, elle reste de plus en plus difficile à gérer surtout dans un monde qui ne cesse d'évoluer. La performance d'un réseau dépend de plusieurs facteurs qui sont définis comme étant des indicateurs qui serviront pour vérifier le fonctionnement d'un réseau.

Dans ce premier chapitre, nous allons développer les différents concepts relatifs à notre thématique à savoir les indicateurs de performance d'un réseau AEP, le SIG et les logiciels de modélisation.

## I.2. Présentation de réseaux d'AEP

Un réseau d'alimentation en eau potable a pour fonction principale de desservir en eau potable un ensemble de points tels que : compteurs d'abonnés, bouches de lavage, poteaux d'incendie [1]. Il conditionne l'activité et le développement des agglomérations.

L'étude des différentes composantes d'un réseau d'AEP est indispensable pour une bonne compréhension de son fonctionnement [2]. Les principaux ouvrages constituant un réseau d'AEP sont schématisés sur la figure I.1.



**Figure I-1:** Les composantes d'un réseau d'AEP.

## I.3. Ouvrages des réseaux d'AEP

Un réseau d'alimentation en eau potable se constitue de plusieurs ouvrages, parmi ces ouvrages on cite :

### I.3.1. Conduite de transfert

Une conduite de transfert véhicule de l'eau potable sous branchement particulier d'un ouvrage ou d'un secteur à un autre, la conduite de transfert se distingue des ouvrages d'adduction parce qu'elle véhicule de l'eau potable, presque toujours sous pression. Les ouvrages de

traitement ou de stockage constituent sa limite amont ; mais elle peut aussi prendre son origine dans un secteur.

Son rôle étant essentiellement de transporter de l'eau potable, normalement elle ne comporte pas de branchement de distribution à l'exception parfois de l'alimentation de quelques abonnés isolés en dehors des zones urbanisées, car elle est elle-même très souvent implantée en dehors de ces zones.

Par contre, elle peut comporter une ou plusieurs dérivations permettant d'alimenter d'autres ouvrage ou secteurs. La limite aval de cette conduite et de ses dérivations est constituée par un ouvrage ou un organe de comptage lorsqu'il s'agit d'un secteur de distribution [3].

### **I.3.2. Conduite de branchement**

La Conduite de branchement véhicule de l'eau potable pour alimenter un abonné individuel ou collectif à partir d'une conduite de distribution.

Cette conduite établit la liaison entre la conduite de distribution et les installations de l'utilisateur

Le plus souvent, à un utilisateur correspond une conduite de branchement , c'est le cas pour les abonnés domestiques individuels et de la plupart des immeubles collectifs qui sont donc desservis par branchement unique avec un compteur de première prise, son origine est la prise sur la conduite de distribution, son extrémité est le raccord avec le point de livraison [3].

### **I.3.3. Réseau de distribution**

Un réseau de distribution est un ensemble cohérent :

- De réservoirs d'équipements hydrauliques,
- De conduites de transfert ou feeders,
- De conduites de distribution,
- De Conduites de branchements,
- De points de livraison,
- De tous les appareils de robinetterie et de régulation nécessaires.

En amont du réseau de distribution, il y a les ouvrages de prélèvements, d'adduction, de traitement et de pompage qui ne font pas partie du réseau de distribution. En aval, il y a d'une part les appareils de fontainerie qui sont des abonnés d'un type particulier, d'autre part les installations propres des abonnés. La limite du réseau est située au point de livraison du branchement, ou à défaut à la bride aval de la vanne de sectionnement. Les branchements font bien partie du réseau de distribution jusqu'au point de livraison compris [3].

### **I.3.4. Ouvrage d'adduction**

Un ouvrage d'adduction véhicule de l'eau brute ou traitée. Les ouvrages d'adduction servent à amener l'eau depuis des sites plus ou moins éloignés où elle est généralement plus abondante et moins polluée, vers les zones d'utilisation. Ils peuvent être, à ciel ouvert (canaux, aqueducs) ou en conduites fermées en charge, en maçonnerie ou constitués d'éléments préfabriqués (fonte, béton, etc...).

Ce sont généralement les installations de traitement ou de stockage qui définissent la limite aval de ces ouvrages. En leur absence cette limite peut être définie par un organe de comptage ou à défaut par une vanne de sectionnement. [3].

### **I.3.5. Conduite de distribution**

Une conduite de distribution véhicule de l'eau potable et comporte des branchements. La conduite de distribution alimente les zones à desservir. Implantée majoritairement dans les zones construites c'est sur cette conduite que sont effectués les branchements d'abonnés. Le diamètre n'intervient pas dans la classification. Son origine est définie par le réservoir de distribution, par l'organe de comptage ou de fermeture situé sur la dérivation de la conduite de transfert ou sur l'ouvrage de mise en pression en cas de refoulement-distribution [3].

### **I.3.6. Points de livraison**

Le point de livraison est l'emplacement où est délivrée l'eau potable à l'abonné. Plus précisément le point de livraison est situé au raccord aval du compteur. Cependant cette notion désigne en même temps l'ensemble des appareils qui y sont regroupés et qui comprennent au moins un robinet avant compteur et un compteur, et éventuellement, un clapet de non-retour, un robinet après compteur, un té de purge, un réducteur de pression. S'il n'y a pas de compteur (cas de certains usages publics) le point de livraison est au raccord (Ou à la bride) aval de l'organe de fermeture, vanne ou robinet, situé en extrémité aval de la conduite de branchement. Il ne peut exister de point de livraison sans conduite de branchement, par contre il peut y avoir plusieurs points de livraison pour une seule conduite de branchement [3].

### **I.3.7. Secteur de distribution**

Le secteur de distribution est constitué d'un ensemble de canalisations de distribution et de branchements dont le volume mis en distribution est mesuré en permanence. Pour des raisons de commodités de gestion, de topographie ou de géographie, un réseau de distribution peut être divisé de façon permanente en zones indépendantes (bien qu'elles puissent dans certains cas se secourir mutuellement) dont chacune est alimentée en un ou plusieurs points et où l'introduction de l'eau (et la sortie vers une autre zone) est maîtrisée (comptée, régulée) de façon constante. Ce sont des zones qui sont dénommées secteurs de distribution [3].

## I.4. Classification des réseaux

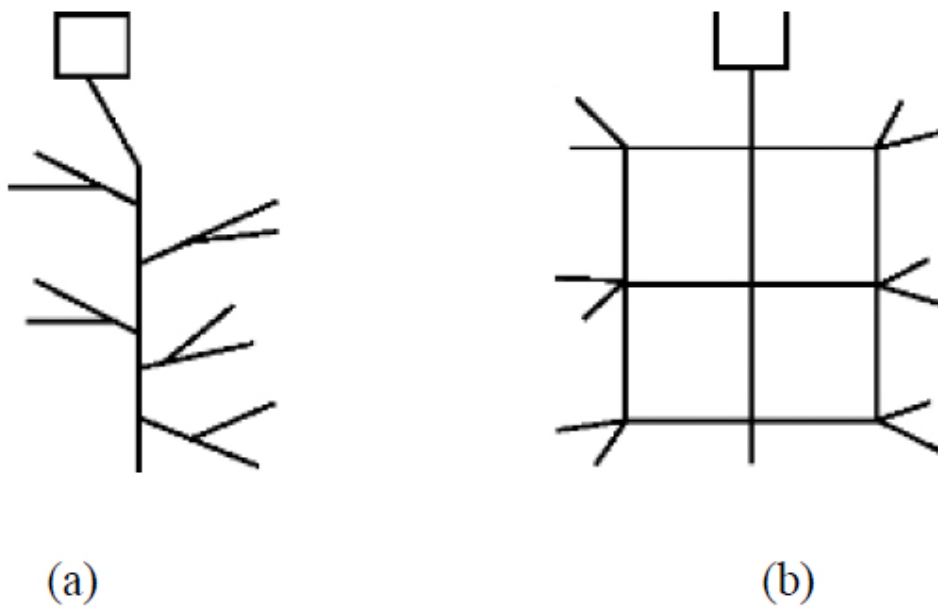
On distingue deux types de réseau :

### a) Les réseaux ramifiés

Réseaux dont les conduites ne sont alimentés que par une seule source située à l'amont. Un réseau ramifié se termine par des conduites en antenne. Aucune d'entre elles n'a d'alimentation « en retour ». Cette disposition a l'avantage d'être économique mais elle manque de sécurité et de souplesse. En cas de rupture d'une branche, tous les clients situés à l'aval sont privés d'eau. Les conduites en antenne favorisent les zones d'eau morte préjudiciables à la qualité d'eau [2].

### a) Les réseaux maillés

Réseaux constitués de conduites raccordées à chacune de leurs extrémités, notamment aux intersections de voie. Chaque tronçon bénéficie d'une alimentation en retour limitant ainsi la norme de clients mais plus fiable que la précédente. Les réseaux ramifiés sont fréquents en zone rurale. Les réseaux maillés sont pratiquement généralisés en zone urbaine. Les réseaux de distribution sont constitués de conduites principales et de conduites secondaires [2]. La figure 1-2 montre les schémas de réseaux de distribution de type ramifié et maillé.



**Figure I-2:** Schéma d'un réseau de distribution.

## **I.5. Les canalisations utilisées dans le réseau d'eau potable :**

La gamme de canalisations utilisée dans la conception des réseaux d'alimentation en eau potable est très large de point de vue nature de la matière de fabrication du marché se présente les tuyaux en :

- Plastique (PVC et PEHD)
- Métallique (en fonte, acier galvanisé)
- A base de ciment (en béton armé, béton)

### **I.5.1. Choix des matériaux de canalisation**

Le choix du type de tuyaux à considérer est basé sur des facteurs d'ordre technique et économique. Les conduites en plastique sont préconisées pour leur légèreté, leur souplesse, leur résistance aux fluides agressifs et à la corrosion et par leur coût, contrairement aux conduites métalliques et celles à base ciment.

### **I.5.2. Gestion des réseaux**

La gestion d'un réseau d'AEP a pour principale mission d'assurer les fonctions de production, de stockage et de distribution. Il existe deux types de gestion : la gestion classique et la gestion informatisée.

#### **I.5.2.1. La gestion classique**

La gestion classique des réseaux présente beaucoup d'inconvénients. Les supports cartographiques sur lesquels sont portés les objets représentant les réseaux sont difficilement manipulables [6]

Cette gestion est également très limitée, les informations caractérisant les réseaux représentés sont portées sur le support en même temps que les objets graphiques eux-mêmes. Ceci peut provoquer une surcharge du support pouvant rendre illisibles certaines informations [7].

Cette gestion classique présente les problèmes suivants:

- L'archivage des documents cartographiques et les fiches techniques du réseau.
- La perte de temps pour la recherche d'une information bien déterminée.
- La difficulté de la mise à jour.
- La facilité de perdre des informations à cause de la mémorisation et l'archivage [8].

#### **I.5.2.2. La gestion informatisée :**

La complexité des réseaux d'eau potable et la difficulté éprouvée par les gestionnaires de prévoir les phénomènes hydrauliques qui s'y déroulent, fait de la gestion informatisée une opération indispensable, rendue possible grâce aux progrès de l'informatique [6]. Elle permet en effet :

- D'améliorer la connaissance des réseaux faisant l'objet d'une telle étude ;
- De détecter et de comprendre les désordres pouvant se produire sur le réseau : on peut par exemple localiser les zones où la pression est anormale et en déduire la présence de fuites ou l'existence d'éléments inconnus, s'apercevoir que les temps théoriques de fonctionnement de pompes sont bien inférieurs aux temps mesurés ou découvrir d'autres indices qui témoignent de dysfonctionnement ;
- De simuler sur une période d'au moins une journée le comportement du réseau afin d'en optimiser les ressources, les capacités de stockage, les pompes ;
- D'étudier l'impact de nouvelles consommations ou d'éventuels incidents, de prévoir et adapter les installations pour faire face à de nouvelles contraintes ou à des situations de crises ;
- De dimensionner les extensions, les renforcements ou les aménagements nécessaires pour satisfaire les nouveaux besoins [8].

## **I.6. Cartographie des réseaux**

C'est l'ensemble des études et opérations intervenant à partir d'une connaissance approfondie des réseaux (observations, exploitation ...) et l'établissement des cartes, plans et autres modes d'expression, ainsi que leurs utilisations [7]

Les plans de réseaux sont des outils indispensables à la bonne marche d'un service d'AEP. Ils sont utilisés par de nombreux intervenants tels que les agences d'urbanisme ou autres services publics.

On distingue plusieurs plans à des échelles différentes selon leur utilisation.

- Plans à petite échelle (de l'ordre de 1/ 10 000): Ils offrent une vue globale de l'ensemble du réseau. Ils sont utilisés par les services chargés de la planification et de l'élaboration des plans directeurs d'aménagement et d'urbanisme (PDAU). Cette échelle est souvent employée aussi dans les zones rurales où les réseaux sont étendus avec une basse densité de branchements et équipements [2].
- Plans à échelle moyenne (1/ 5000 à 1/ 1000): Ce sont les plans utilisés sur le terrain par les exploitants. Sur ces plans sont représentés les fonds de plans et les réseaux accompagnés des informations indispensables à l'exploitant [2].
- Plans à grande échelle (1/500 à 1/100): Ils permettent une localisation précise des ouvrages existants. Ces plans sont généralement réalisés rue par rue, et présentent le positionnement des canalisations et des pièces spéciales, les branchements et les côtes exactes du réseau. Ces plans sont très utiles, compte tenu de la masse d'informations qu'ils contiennent [2].
- Plan de recollement: Sur les plans d'exécution qui sont généralement à l'échelle du 1/500 sont reportés tous les réseaux nouvellement construits avec leurs caractéristiques (diamètre, type, nature), sont indiqués aussi les ouvrages annexes, les vannes et les côtes de radiers [2].



## **I.7. Sectorisation des réseaux d'eau potable**

La sectorisation offre la possibilité d'obtenir des données à des échelles spatiales et temporelles plus fines, ce qui facilite la recherche et localisation des fuites et permet une hiérarchisation des actions à mettre en œuvre.

La sectorisation consiste à diviser le réseau d'AEP en plusieurs « sous-réseaux » appelés secteurs pour lesquels le suivi des débits mis en distribution est effectué par comptage des débits entrants et sortants. Les systèmes récents sont entièrement télé-gérés et permettent un rapatriement et un stockage des mesures en continu avec des pas de temps horaires voir infra horaires [9].

La sectorisation doit tendre à satisfaire :

- L'homogénéité des secteurs : pour faciliter l'interprétation des indicateurs et la compréhension de leurs évolutions;
- L'adaptabilité aux évolutions : en vue de créer ou modifier des secteurs en raison des évolutions de la demande sans tout remettre en cause ;
- La facilité d'exploitation : les systèmes mis en place doivent répondre à une logique commune et être compatibles entre eux, leur complexité doit être proportionnée aux capacités du service ;
- Un coût modéré.

### **I.7.1. La recherche des fuites**

La technologie relative à la recherche de fuites s'est fortement développée depuis le milieu des années 1990 et constitue aujourd'hui un marché en pleine croissance, alors même que les services d'eau cherchent à réduire les pertes en eau sur leurs réseaux.

Les différentes étapes et techniques utilisées en recherche de fuite présentées ci-dessous [9].

### **I.7.2. La pré-localisation des fuites**

La pré-localisation d'une fuite peut être réalisée soit par quantification, soit par pré-localisation acoustique.

#### **I.7.2.1. La quantification : la méthode dite su « step-test »**

La quantification est une méthode « ancienne » qui consiste à mesurer les débits de nuit sur 5 à 15 Km de réseaux. Un débitmètre est installé à l'entrée du secteur isolé, au niveau du « point d'injection », afin de connaître le débit entrant dans le secteur. Puis, la manœuvre des vannes à l'intérieur de ce secteur permet de mesurer les débits tronçon par tronçon. Une forte augmentation du débit d'un tronçon à un autre laisse supposer une fuite. La quantification ne peut être réalisée qu'entre 1 heure et 6 heures du matin, lorsque la consommation des abonnés est faible ou nulle [9]. La Figure I -3 représente un point d'injection d'une quantification sur le réseau.



**Figure I-3:** Représentation d'un point d'injection d'une quantification sur le réseau.

Cette méthode nécessite :

- De connaître les profils de consommation lorsqu'il existe une consommation nocturne liée à l'activité des abonnés,
  - De connaître la fiabilité des vannes du secteur et leur étanchéité,
- De réaliser le travail de nuit. [9]

### **I.7.2.2. La pré-localisation acoustique**

- La pré-localisation acoustique est venue remplacer la méthode par quantification depuis les 20 dernières années.

Le principe consiste à poser des capteurs de bruit autonomes tous les 100 à 500 mètres sur les vannes axiales et les hydrants du réseau. Ces capteurs enregistrent le bruit propagé par le réseau sur un créneau horaire fixé par l'opérateur. Une fuite générera un bruit résiduel continu. Les enregistrements s'effectuent la nuit, lorsque les bruits parasites à la circulation routière ou à une consommation d'eau sont quasi nuls.

Deux stratégies être envisagées :

- Soit les pré-localisateurs sont mobiles et déplacés d'un secteur à un autre,
- Soit les pré-localisateurs sont placés à demeure [9].

### I.7.2.3. La localisation des fuites

Lorsque l'étape de pré-localisation a permis d'identifier des tronçons susceptibles de présenter une fuite, il s'agit de déterminer avec précision la localisation de cette fuite par corrélation acoustique.

Deux capteurs sont placés de part et d'autre de la canalisation à étudier. Le principe est basé sur le calcul du temps de propagation du bruit généré par la fuite, chaque capteur enregistrant un temps de propagation. La canalisation contrôlée de tronçons homogènes (même matériau et même diamètre). En supposant que la propagation du son se fait à la même vitesse de part et d'autre de la fuite, il est alors possible de localiser les fuites.

Cette localisation sera ensuite confirmée par le chercheur de fuite qui utilise un amplificateur électronique, composé d'un capteur (microphone), d'un récepteur et d'un casque d'écoute. En posant le capteur sur sol, l'appareil écoute et amplifie le bruit généré par la fuite. En sondant le sol de part et d'autre, la localisation de la fuite est validée et marquée au sol afin d'être réparée par la suite [9].

## I.8. Indices de performance des réseaux d'AEP

Dans le domaine de l'alimentation en eau potable on mesure la performance du réseau d'AEP par les indicateurs suivants :

### I.8.1. Rendement primaire

Le rendement primaire (RP) est le rendement le plus simple à calculer, il ne tient pas compte des volumes utilisés non comptabilisés [10].

$$\text{Rendement primaire} = \left( \frac{\text{Volume facturé}}{\text{Volume mis en distribution}} \right) \times 100 \quad \text{I. 1}$$

### I.8.2. Rendement production

Le rendement « production » est un indicateur important pour la gestion technique d'un réseau d'alimentation en eau potable [2], définit selon la formule I.2

$$\text{Rendement de production (\%)} = \frac{\text{Volume stocké (m}^3\text{)}}{\text{Volume produit (m}^3\text{)}} \times 100 \quad \text{I.2}$$

### I.8.3. Indice linéaire des pertes

Le rendement n'étant pas un indicateur toujours pertinent pour apprécier l'état d'un réseau, l'analyse peut être confortée par le calcul de l'Indice Linéaire de Perte ou ILP. L'ILP permet de connaître par km de réseau la part des volumes mis en distribution qui ne sont pas consommés avec autorisation sur le périmètre du service. Il s'agit du ratio entre le volume de pertes, qui est la différence entre le volume mis en distribution et le volume consommé autorisé, et le linéaire de réseau de desserte. Il représente le volume journalier d'eau perdu par longueur de réseau [10].

$$\text{ILP (m3/h/km)} = \frac{(\text{Volume mis en distribution} - \text{volume comptabilisé}) / 24}{(\text{Linéaire du réseau} \times 365)} \quad \text{I.3}$$

Le tableau I.1 montre les valeurs limites de l'indice linéaire des pertes

**Tableau I.1:** L'état du réseau à partir d'ILP.

ILP (m3/h/km)	Niveau de pertes	Appréciation
0.06 - 0.25	Faible	Réseau neuf
0.25 - 0.4	Moyen	Bonne maintenabilité
0.4 - 1	Élevé	Faible maintenance
01-02	Très élevé	Maintenance très limites
>2	Extrêmes élevés	Non acceptable (rénovation)

### I.8.4. Indice linéaire de réparation

L'indice linéaire de réparation est un indicateur sur l'état de dégradation des équipements et des canalisations du réseau d'alimentation en eau potable donné en formule I.4

$$\text{ILR (rép/km/an)} = \frac{\text{Nombre total annuel de réparation}}{\text{linéaire du réseau}} \quad \text{I.4}$$

## I.9. Les logiciels de modélisation des réseaux d'AEP

Actuellement, il existe plusieurs logiciels pour la modélisation et la gestion des eaux. Les gestionnaires ont à leur disposition une large gamme de modèles pour mieux gérer, concevoir, suivre dans le temps, l'état du réseau et la qualité de l'eau qui transite dans ce dernier et de prévoir des réparations. Parmi ces logiciels on peut citer :

### **I.9.1. RESODO**

Permet le calcul hydraulique dynamique des réseaux d'eau potable, depuis les captages jusqu'à la distribution.

### **I.9.2. PICCOLO**

PICCOLO est un outil général de simulation des écoulements en charge dans les réseaux maillés. A partir des données du réseau, PICCOLO calcule les vitesses, les pressions, les débits, l'évolution des niveaux de réservoirs...Les calculs peuvent concerner un régime statique ou dynamique. C'est un outil puissant de modélisation des réseaux de fluides (eau potable, eau surchauffée).

### **I.9.3. ElyxAqua**

Elyx Aqua est une application logicielle de gestion cartographique des réseaux, développée et maintenue par une équipe de spécialistes, dédiée aux métiers de l'eau et de l'assainissement. Cette solution repose sur les modules de la suite logicielle Elyx : Elyx Office, Elyx Web, Elyx Manager et Elyx Mobile.

### **I.9.4. Water CAD**

Est une application conviviale qui permet de modéliser le comportement hydraulique et la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution. Pour gérer leurs infrastructures, de nombreux services publics, services municipaux et bureaux d'étude font confiance à Water CAD qui est un outil fiable et économique qui facilite la prise de décision.

### **I.9.5. Porteau**

Porteau est un logiciel de simulation hydraulique et de cinétique adapté aux réseaux d'eau sous-pression - eau potable. Il permet une schématisation du réseau, la représentation de son fonctionnement en pointe, sur un horizon de plusieurs heures ou jours, la modélisation de la qualité avec temps de séjour, cinétique et traçage de provenances. Il est utile comme outil de gestion et d'aide au dimensionnement.

Dans notre travail, nous avons utilisé le logiciel SIG pour réaliser le tracé du réseau du site d'étude par la suite nous présentons en détail ce logiciel

## **I.10. PRESENTATION DU SIG**

### **I.10.1. 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 [12].

### **I.10.2. Définition 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" [13].

### **I.10.3. Les type 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 [11].

### **I.10.4. Rôle d'un SIG**

Un SIG a pour rôle de :

- Permettre une approche globale des territoires et des politiques
- Rendre possible les évaluations ;

- Faciliter la planification ;
- Améliorer la gestion des crises ;
- Permettre de comprendre les territoires ;
- Aider la décision des porteurs de politiques publiques [11].

### **I.10.5. Composants du SIG**

Un SIG est constitué de cinq composants majeurs :

#### ➤ **Les logiciels :**

Ils assurent les 5 fonctions suivantes (parfois regroupées sous le terme des ‘Cinq A’ Acquisition, Archivage, Affichage, Abstraction, Analyse).

#### ➤ **Les données**

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

#### ➤ **Les matériels informatiques**

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

#### ➤ **Les méthodes**

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

#### ➤ **Les utilisateurs**

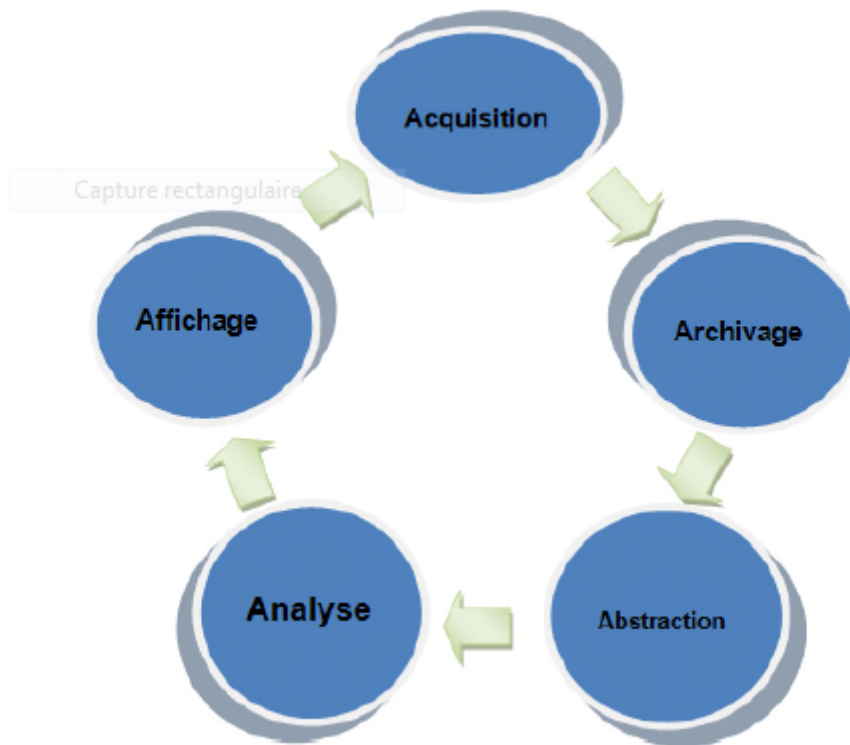
Comme tous les utilisateurs de SIG ne sont pas forcément des spécialistes, un SIG propose une série de boîtes à outils que l'utilisateur assemble pour réaliser son projet [11].

### **I.10.6. Les fonctionnalités du SIG**

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

- Associer et représenter deux ou plusieurs couches d'information,
- Consulter les données attributives sur l'écran,
- Procéder à des calculs de surface ou de distance,
- Créer de nouveaux attributs (les densités de population par exemple),
- Faire des sélections sur un ou plusieurs critères,
- Opérer des restrictions géographiques avec des masques.
- Un SIG répond aussi aux fonctionnalités suivantes dénommées «les cinq A»:figure I.4
- 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 [11].



**Figure I-4:** Fonctionnalités d'un SIG.

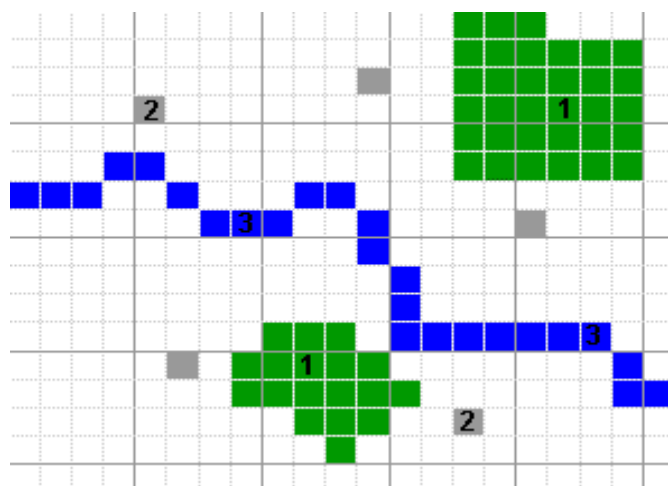
### **I.10.7. Modes de stockage des données du SIG**

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

#### **I.10.7.1. 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 I.3). 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 (satellitaires, photos aériennes) (In Madouni, 2013).

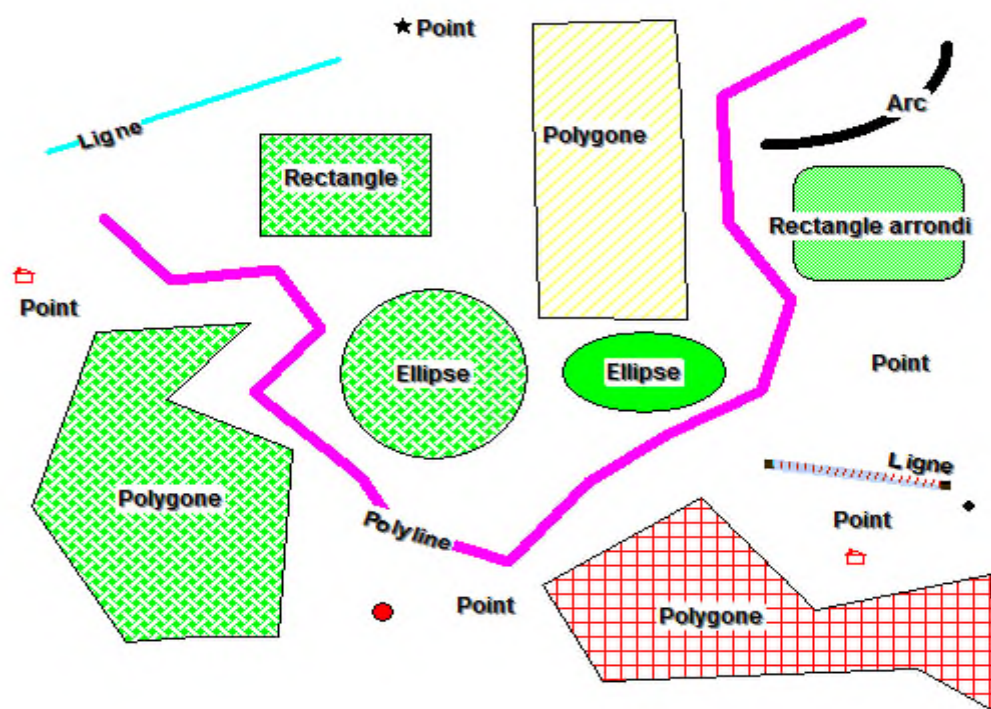




**Figure I-5:** Représentation de l'information de mode raster.

### I.10.7.2. Le mode vecteur

- 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. [11].



**Figure I-6:** Représentation d'une information en mode vecteur.

## **I.11. Conclusion**

Nous avons défini, tout au long de ce chapitre, les différents éléments composant un réseau complet de l'alimentation en eau potable (conduite de transfert, conduite de branchement, ouvrage d'adduction, conduite de branchement....) ; les types des réseaux ramifiés et maillés. Les conduites constituant les réseaux présentent une grande diversité de matériaux (Fonte, PVC, PEHD, Acier galvanisé, Béton.....).

La gestion d'un réseau d'AEP a pour but d'assurer le bon fonctionnement de réseau (Production, Stockage et Distribution). Nous avons deux types de gestion classique et informatisée. Cette dernière est en pleine expansion et repose sur le développement des logiciels de simulation du comportement hydraulique.

Les indicateurs de performance qui représentent un moyen très important pour l'amélioration du service en AEP

## Chapitre III

---

### *Présentation de la Zone d'étude*

---

## II.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 l'étude 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 mise en œuvre de la réalisation des travaux [14]

La zone (El Kalaa, Riat El Hamar, Sidi Tahar, Sidi Boumediene, Birouana, El Hartoun , Sidi Chaker), objet de ce travail, est une partie intégrante du groupement urbain de Tlemcen pour lequel nous allons donner les principales spécificités dans ce chapitre.

## II.2. Présentation du groupement urbain de Tlemcen

La wilaya de Tlemcen se situe à l'extrême Ouest de l'Algérie, elle est limitée géographiquement au Nord par la mer Méditerranée, à l'Ouest par le royaume du Maroc, au Nord-est et à l'Est par les wilayas de Ain-Témouchent et de Sidi Bel-Abbès, et au Sud par la wilaya de Naâma (figure II.1). 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 [15]. Elle s'étend sur une superficie de 9061 Km<sup>2</sup>. Le territoire de la wilaya de Tlemcen est formé d'un ensemble de milieux naturels qui se succèdent de manière grossièrement parallèle. On distingue du Nord au Sud: la chaîne montagneuse des Traras, les plaines et plateaux limités au Sud par les monts de Tlemcen et enfin la zone steppique qui s'étend jusqu'aux frontières avec la wilaya de Naâma [16].

Le groupement des communes de Tlemcen, Chetouane et Mansourah (figure II.2) occupe environ 112,2 km<sup>2</sup> constituant le bassin intérieur de Tlemcen. Ce bassin est limité au Sud par la falaise de Lalla Setti, au Nord par la haute colline d'Ain El Houtz, à l'Est par Oum El Allou et à l'Ouest par les monticules de Beni Mester [7] Les monts de Tlemcen correspondent à une vaste superficie de 300 km<sup>2</sup> où affleurent des roches carbonatées très karstifiées (80 %) [17].



Figure II-1: Situation groupement urbain Tlemcen

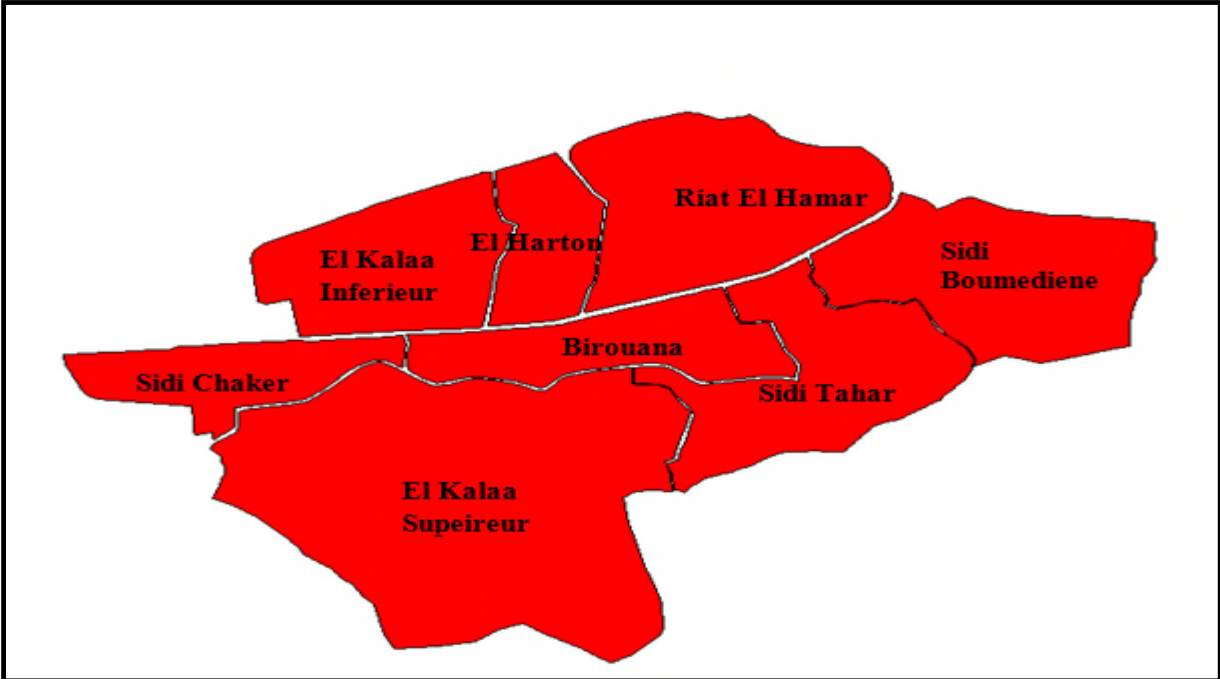


Figure II-2: Présentation de la région d'étude.

### II.2.1. Climatologie

Tout comme la wilaya de Tlemcen, dans son ensemble, la zone d'étude jouit aussi d'un climat méditerranéen subissant l'influence continentale. La saison d'été est très chaude et sèche, allant de juin à septembre. 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 [17].

La moyenne pluviométrique calculée est de l'ordre de 560 mm/an, Les températures moyennes oscillent entre 5 °C en Janvier et 34 °C en Août [17].

### II.2.2. Cadre topographique

La topographie de la zone d'étude est constituée des altitudes variant de 570 à 960 m.

Ce secteur est composé d'un ensemble de quartiers Hartoun, Kalâa Inférieure, Riat El Hammar, qui constituent les premières extensions urbaines à l'extérieur de l'intra Muros. Ces entités renferment essentiellement de l'habitat individuel d'une hauteur moyenne de deux niveaux, quelques équipements et des espaces verts. [21]

El Hartoun : érigé sur un plan en damier, cette entité est composée d'habitat individuels, entravés de jardins et d'équipements structurants; tels le Stade colonel Lotfi, l'école Ibn M'Saib, le jardin El Haroun, les cimetières Chrétien et musulman, et l'unité industrielle MANTAL occupant une superficie assez importante. [21]

Pour sa part El Kalâa inférieure est composée d'habitats individuels, et de quelques équipements structurants, elle est marquée par le passage du Boulevard de l'ALN (24 m) et comporte quelques axes commerciaux (Rue Ben Habib Djamel, Boudjenane, Yadi Sidi Ahmed). [21]

Par contre, Metchekana, la gare et Riat El Hammar, contrairement aux autres ensembles, se distinguent par l'habitat collectif «cité Metchekana, SONATIBA et Cité Gendarmerie» d'une hauteur moyenne de 5 à 6 niveaux. [21]

Sidi Boumediene est composé d'un habitat traditionnel ancien et d'un monument historique classé (Mosquée et Medersa de Sidi Boumediene) qui a fait l'objet de travaux de restauration. [21]

Le réseau viaire existant se présente selon deux aspects : des voies revêtues desservant les sous quartiers de Sidi Tahar et El Eubbad à partir du centre ville. Des voies non revêtues, complétant le réseau de liaison et desservant les populations à l'intérieur du quartier. Généralement, ce sont des ruelles de dimension réduite. Le quartier de Sidi Boumediene – Sidi Tahar est caractérisé par son sous équipements. [21]

Le secteur d'étude est composé aussi de deux entités urbaines à caractère résidentiel : Birouana et Sidi Chaker caractérisés par de l'habitat individuel haut standing et d'une trame urbaine régulière. Par contre, El Kalâa est occupé par un tissu urbain mal structuré, les constructions sont en général en bon état. Le secteur est caractérisé par l'insuffisance d'équipements. Il renferme aussi des activités incompatibles avec la vocation résidentielle

de la zone, la présence de ces établissements tels les unités de MANTAL et les minoteries en plein centre urbain pose des problèmes d'ordre environnemental. [21]

### II.2.3. Cadre démographique

Pour sécuriser la couverture des besoins en eaux, il est nécessaire d'estimer la croissance démographique et de connaître l'évolution de la consommation par habitant. Les projections d'évolution de la population tiennent compte de deux scénarios : la croissance faible et la croissance élevée [20] La population à l'horizon de l'année  $n$  peut être évaluée approximativement par l'équation (II.1) suivante :

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

Pour notre zone d'étude, la population est donnée dans le tableau II.2 avec un taux d'accroissement moyen de 2,5%. (ONS, 2008) [20]

La population future à différents horizons, calculée avec un taux d'accroissement  $\alpha=2,5\%$  selon l'équation II.1; est représentée dans le tableau II.1

**Tableau II.1:** Population à différents horizons.

Nom	Population (APC) (2008)	Population (2017)	Population (2032)	Population (2042)
El Kalaa	9287	11598	16797	31141
Riat El Hamar	1428	1783	2582	4787
Sidi Tahar	1602	2000	2896	5369
Sidi Boumediene	2296	2867	4152	7698
Birouana	1679	2096	3035	5627
El Hartoun	1085	1355	1962	3637
sidi chaker	6076	7588	10990	20375
Total :	23453	29287	71701	78634

### II.2.4. Les ressources hydrauliques

Les ressources en eau potable sont produites à partir des eaux conventionnelles (les eaux de surface ou superficielles) et des eaux non conventionnelles (eau de dessalement).

#### II.2.4.1. Les eaux superficielles

Le groupement urbain de Tlemcen a été alimenté seulement à partir des barrages suivants (Tableau II.5) avant la création des stations de dessalement qui ont été mis en service en 2012. La capacité des barrages qui alimente le GUT (DRE Tlemcen, 2015) tableau II.5.

**Tableau II.2:** Barrages qui alimentent le GUT.

Barrage	Capacité (Hm <sup>3</sup> )
Beni Bahdel	63
Meffrouche	15
Sikkak	27

Sources (DRE Tlemcen, 2015)

### II.2.4.2. Les eaux souterraines

Les ressources en eaux souterraines mobilisées à partir des forages, tableau II.3, renforcent le manque des volumes d'eaux superficielles de la zone d'étude.

**Tableau II.3:** Les Caractéristiques des forages de la zone d'étude.

N°	Forage	X (m)	Y (m)
1	Birouana	655428.9	3860379.3
2	Kalaa Supérieure(Djelissa)	654793.8	3859641.9
3	Pépinière	655054.7	3860476.5

Sources (DRE Tlemcen, 2015)

### II.2.4.3. Les eaux de dessalements

A partir de l'année 2012, les eaux de dessalements sont considérées comme des ressources principales pour l'alimentation du groupement urbain de Tlemcen à partir de la station de dessalement de Honnaine (Production d'environ 200000 m<sup>3</sup>/j).

La variation de production des volumes destinés pour le GUT (DRE, 2015) est représentée dans le tableau suivant :(Tableau II.4)

**Tableau II.4:** Variation des volumes d'eau de dessalement destiné au GUT.

Année	Volume d'eau de dessalement (m <sup>3</sup> ) /an
2012	335616
2013	12794856
2014	18254745
2015	22203315

Sources (DRE Tlemcen, 2015)

### II.2.5. Réseau de distribution

Le réseau de distribution du groupement urbain de Tlemcen est un réseau mixte (Maillé+ramifié) (DRE Tlemcen, 2015). Les conduites constituant le réseau de distribution de la zone d'étude ont des diamètres de 150 à 400 mm en acier enrobé; entre 40 et 400 mm pour la fonte grise, entre 20 et 102 mm pour l'acier et 63 pour PVC.

Pour l'adduction les diamètres des conduites utilisés sont 102 mm en acier galvanisé, 400 en fonte ductile, 125 en PVC et de 250 en acier enrobé, et entre 150 à 200 en fonte grise. Le réseau d'AEP du Tlemcen est alimenté par les réservoirs donnés dans le (tableau II.5)



**Tableau II.5:** Réservoirs alimentant le GUT.

N°	Commune	Réservoir	Capacité (m <sup>3</sup> )	Type	Date de mise en service
1	Tlemcen	Birouana	1500	CSE	1978
2	Tlemcen	Sidi Chaker	2000	CSE	1962
3	Tlemcen	Sidi Tahar	700	CSE	1962
4	Tlemcen	Pépinière	2000	CSE	1978
5	Tlemcen	Sidi Chaker	2000	RSE	1902

Sources (DRE Tlemcen, 2015)

### II.2.6. Besoins en eau

Les besoins en eau sont calculés en se basant sur une dotation de 150 l/ j/hab pour l'horizon 2032 / 2042. Les besoins des équipements sont estimés à 15% des besoins domestiques [20]

Les pertes sont estimées à 35% [1].

$Q = \text{Nombre d'habitant} \times 150 \text{ L/jour/habitant}$

$Q_T = 29287 \times 150 = 4393050 \text{ L/jour}$

A raison de 15 % estimé pour les besoins des équipements

$Q_{1T} = 5052007,5 \text{ L/jour}$  On estime que les pertes sont de 35 % de  $Q_1$

$Q_{2T} = 6820210,125 \text{ L/jour}$

Le coefficient de pointe est : 3

$Q_{pT} = Q_2 \times 3 = 20460630,38 \text{ L/jour}$

A l'horizon 2032 le débit moyen future est de :

$Q_{pT} = 29631480,75 \text{ L/jour}$

A l'horizon 2042 le débit moyen future est de :

$Q_{pT} = 54935678,25 \text{ L/jour}$

Les débits moyens calculés pour la totalité de la population des quartiers pour les années 2017, 2032 et 2042 sont illustrés dans le tableau suivant tableau II.6.

**Tableau II.6:** Débits moyen pour la totalité de population des quartiers (Tlemcen).

dotation 150 (l/j/ha)	2008	2017	2032	2042
Totalité de population	23453	29287	42414	54296
QT ( l/jour )	3517950	4393050	6362100	8144400
QT1 ( l/jour )	4045642,5	5052007,5	7316415	9366060
QTm( l/jour )	5461617,38	6820210,13	9877160,25	12644181
QTm( l/s )	63,21	78,94	114,32	146,34
QTp( l/jour )	16384852,13	20460630,38	29631480,75	37932543

Les débits moyens calculés pour la population de chaque quartier à différents horizons sont donnés en tableau ci-dessous (tableau II.7).

**Tableau II.7:** Les débits moyens pour la population des quartiers (Tlemcen).

Année	2017		2032		2042	
	Qm(L/s)	Qp(L/jour)	Qm(L/s)	Qp(L/jour)	Qm(L/s)	Qp(L/jour)
El Kalaa	31,26	8102,65	45,27	11734,80	83,93	21755,88
Riat El Hamar	4,80	1245,65	6,96	1803,85	12,90	3344,32
Sidi Tahar	5,39	1397,25	7,81	2023,22	14,47	3750,92
Sidi Boumediene	7,73	2002,73	11,19	2900,69	20,75	5378,02
Birouana	5,65	1464,32	8,18	2120,33	15,17	3931,16
El Hartoun	3,65	946,64	5,29	1370,70	9,80	2540,90
sidi chaker	20,45	5301,17	29,62	7677,89	54,92	14234,48

### **II.3. Conclusion**

Ce chapitre nous a permis de déterminer les données concernant la zone d'étude du point de vue, géographique, démographie, climatique ainsi que la situation hydraulique. Ces données nous serviront pour entamer les simulations d'étude de notre projet dans le chapitre 3.

## Chapitre III

### ***Couplage SIG-Epanet et analyse du fonctionnement du réseau d'AEP***

---

### III.1. Introduction

Un réseau de distribution en eau potable est considéré fiable, lorsqu'il assure un approvisionnement continu en eau potable à une pression appropriée. Une pression comprise entre 2 et 6 bars est considérée comme optimum pour le confort des usagers. Les hautes pressions peuvent provoquer des risques de fuites, des casses dans les conduites de distribution et des bruits désagréables dans les installations des consommateurs.

Dans le présent chapitre, nous allons faire un diagnostic de l'ensemble du réseau actuel d'AEP de la zone d'étude et par la suite nous intéresserons aux 2 quartiers Birouana et Sidi Tahar.

Pour ce faire, le logiciel informatique EPANET développé par l'agence en charge de l'environnement(EPA) est utilisé pour réaliser la modélisation du réseau.

### III.2. Logiciel de la modélisation utilisé : EPANET

Pour la réalisation de la modélisation du réseau d'alimentation en eau potable de la partie supérieure (El Kalaa, Riat El Hamar, Sidi Tahar, Sidi Boumediene, Birouana, El Hartoun , sidi chaker) du groupement urbain de Tlemcen, nous avons opté pour l'utilisation du code de calcul Epanet. Celui-ci est un code de simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau dans les réseaux d'eau potable. Epanet a pour objectif une meilleure compréhension de l'écoulement et de l'usage de l'eau dans les systèmes de distribution. Il peut être utilisé pour différents types d'application dans l'analyse des systèmes de distribution [22].

Un réseau d'eau potable 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...).

Epanet 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. 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 [23]. En résumé, Epanet présente les outils nécessaires 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.

Epanet possède les mêmes fonctionnalités et possibilités que les autres codes 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 [23].

### III.3. Démarche adoptée pour le couplage SIG Epanet

Le couplage permet aux SIG d'emprunter les capacités analytiques des modèles et de l'autre côté les modèles empruntent les capacités graphiques et de gestion des données du SIG [12].

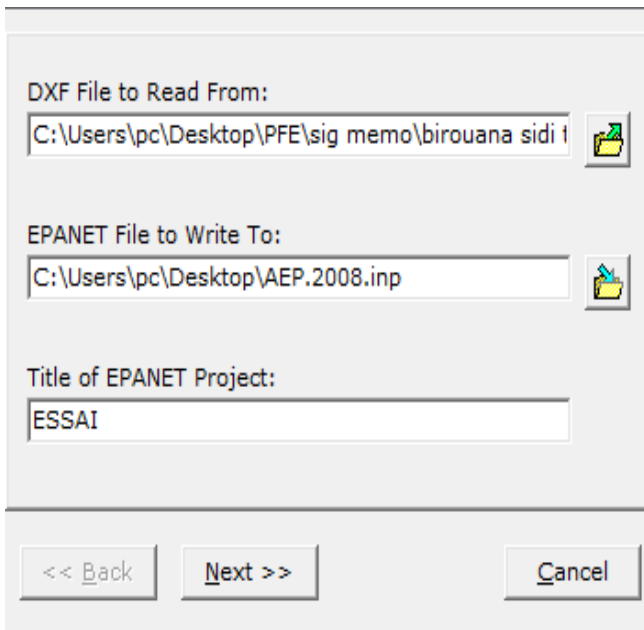
L'objectif à atteindre pour le réseau d'AEP est de faciliter l'accès aux données des différentes bases, assurer la communication entre le code de calcul et l'utilisateur dans les différentes tâches à accomplir : chargement de données, lancement de calcul, modification, affichage des résultats... etc.

### III.4. Passage SIG -EPANET

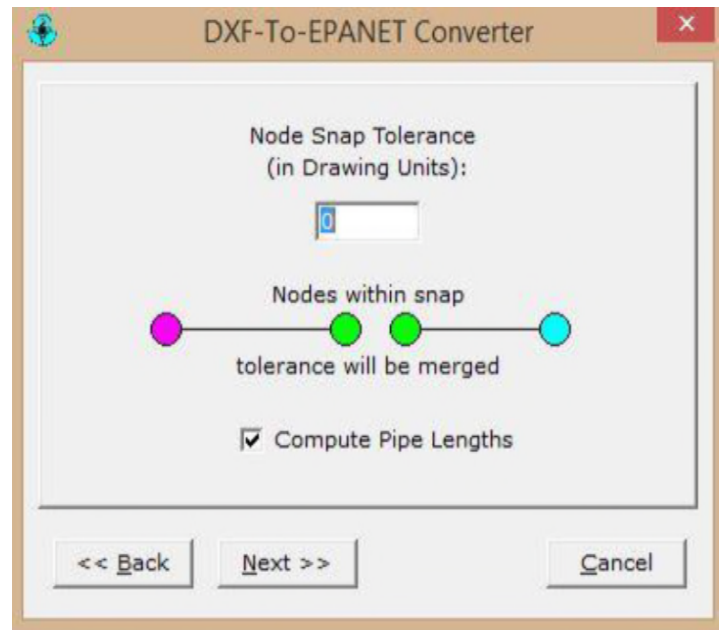
Cette étape consiste à faire le passage du SIG vers Epanet afin d'effectuer la simulation hydraulique à partir de données SIG au sein d'Epanet. Un géo-traitement permet de générer un fichier «.inp» pouvant être traité par Epanet pour les conduites composant le réseau uniquement (les autres ouvrages devront être ajoutés manuellement par la suite). Il est nécessaire de contrôler la topologie du réseau avant de lancer le géo-traitement. En effet, Epanet ne tolère pas d'erreur géométrique pour effectuer la simulation hydraulique. Par topologie « propre » il est entendu les points suivants :

- Interruption des conduites au droit de chaque intersection ;
- Pas de superposition d'objets conduites ;
- Pas d'objets conduits multi-parties ou de longueur nulle ;
- Vérification de la connectivité des conduites les unes aux autres.

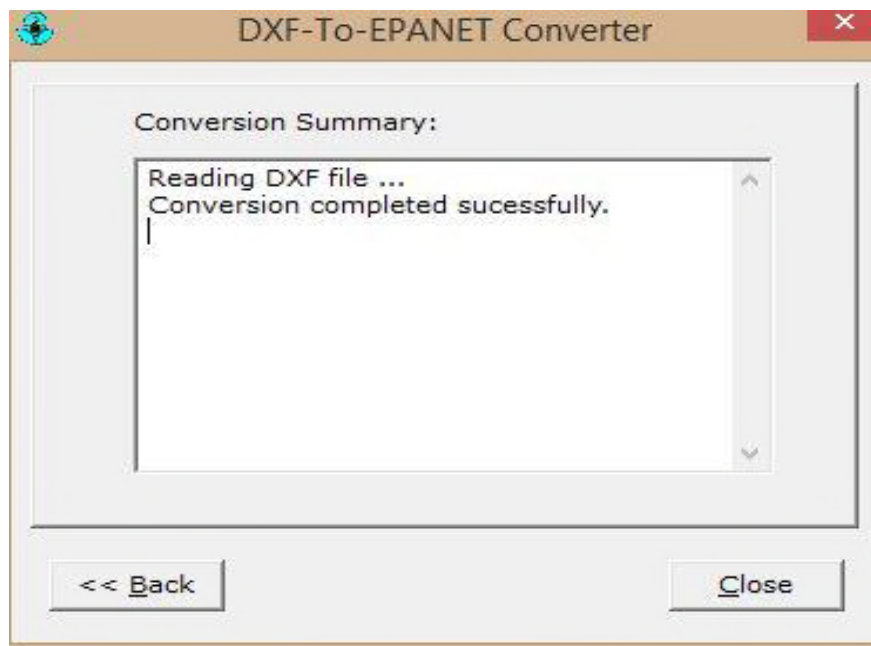
Le passage SIG - EPANET sera réalisé à l'aide de l'outil « DXF2EPA ». C'est un programme qui convertit tous les éléments de classe lignes et poly-lignes (dans des couches en format DXF) en un ensemble de canalisations et raccords sous Epanet [22]. Des éléments supplémentaires doivent être ajoutés manuellement au modèle sous Epanet [12], tels que les réservoirs, les pompes et les vannes.



(a)



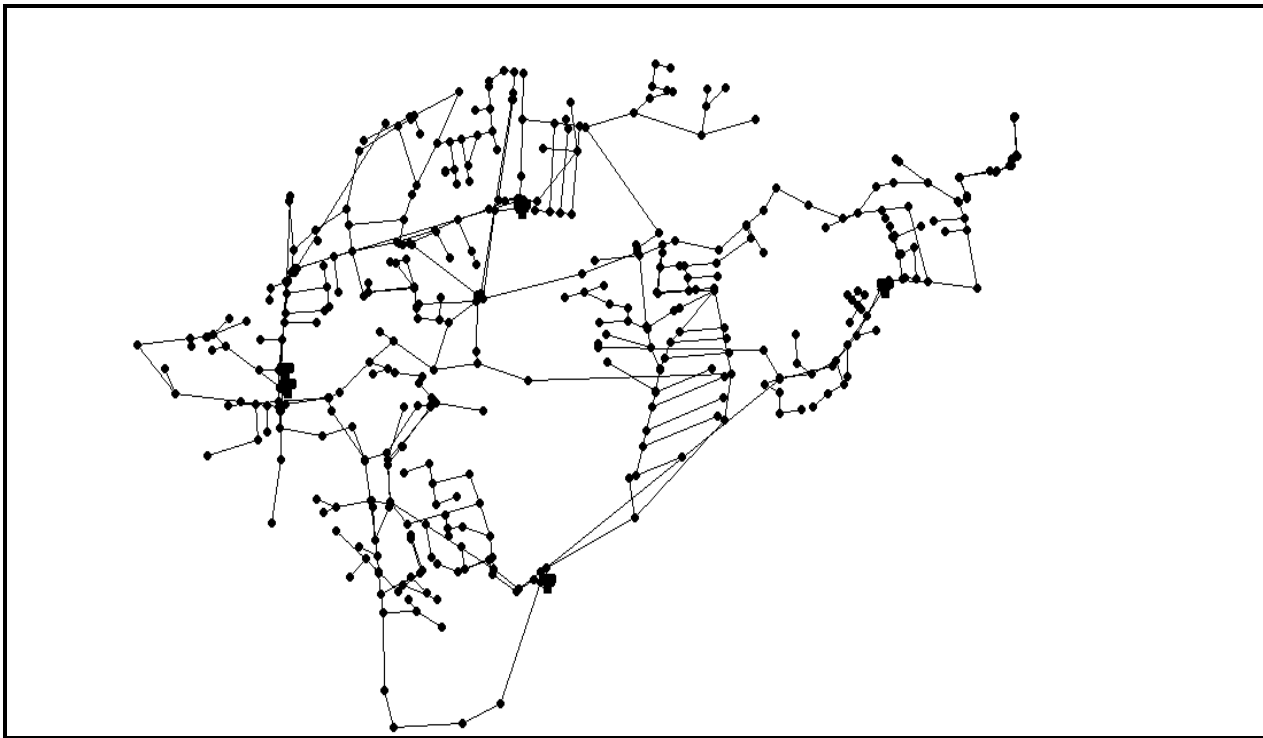
(b)



(c)

**Figure III-1:** Etape de la Conversion Porteau-Epanet.

Le programme de conversion peut calculer les longueurs des canalisations, les autres données du réseau telles que les altitudes des nœuds, les demandes et les diamètres des canalisations doivent être introduites manuellement dans Epanet [22]. Après que le fichier est converti sur le logiciel Epanet et la saisie des données du réseau est réalisée, la simulation hydraulique du réseau est exécutée avec succès. La figure III-2 illustre l'ossature de l'ancien réseau modélisé sur le logiciel Epanet.



**Figure III-2 :** Ossature de l'ancien réseau.

### **III.5. Modélisation du réseau sous EPANET**

L'exportation du réseau modélisé sous MapInfo vers 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.

#### **III.5.1. Présentation des résultats de l'ancien réseau d'AEP**

Les résultats de la simulation instantanée du comportement hydraulique de notre réseau sont illustrés sur la figure III.3 pour les pressions dans l'ensemble des nœuds et sur la figure III.4 la distribution des vitesses dans les différentes conduites. Cette présentation de la modélisation hydraulique du réseau est réalisée en se basant sur les données disponibles de l'année 2008 fournies par l'algérienne des eaux (ADE) de Tlemcen.

Les détails concernant les longueurs, les diamètres et les rugosités des tronçons sont donnés en annexe A.



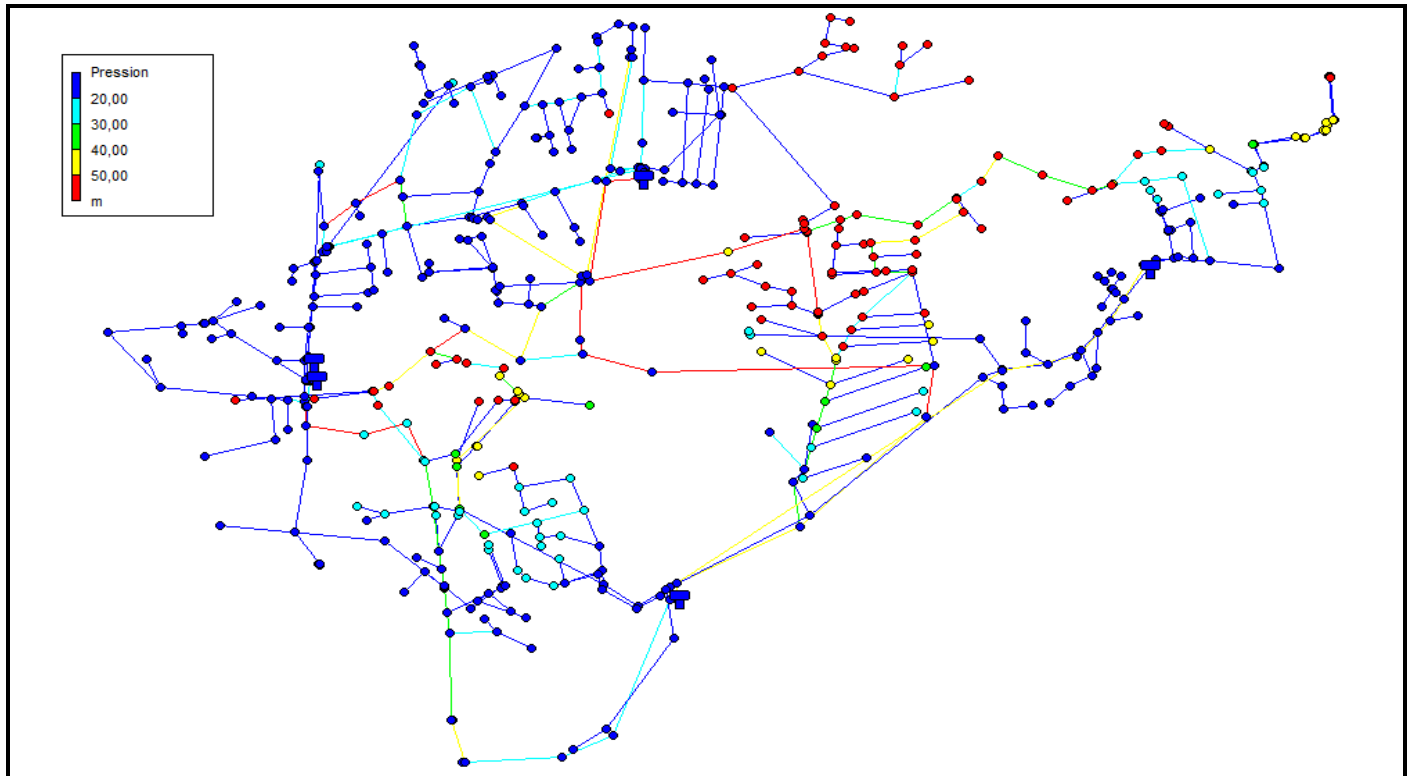


Figure III-3: Distribution de pressions de l'ancien réseau.

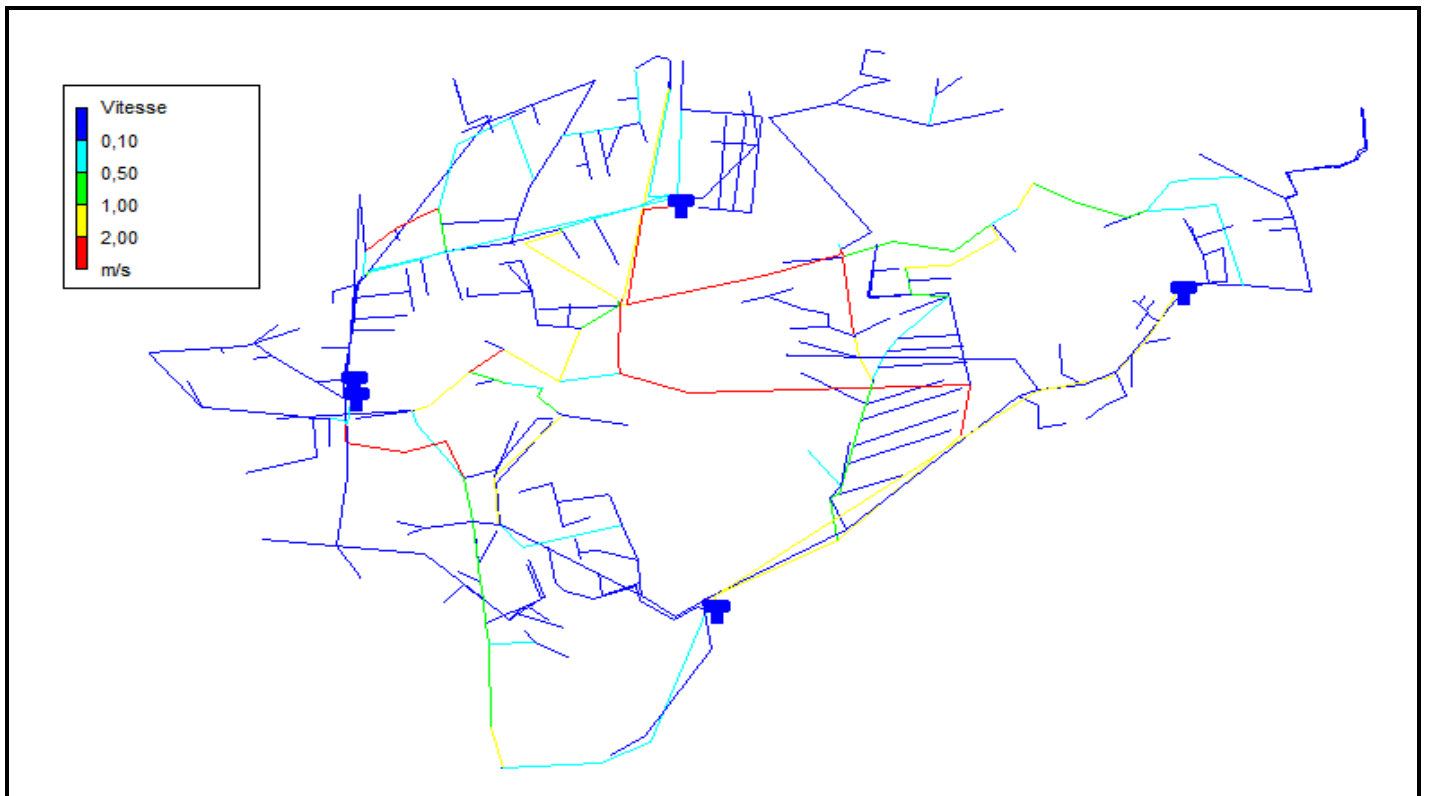


Figure III-4 : Distribution de vitesses de l'ancien réseau.

### III.5.2. Discussion des résultats

**A) Pressions:** Le réseau doit être calculé pour satisfaire à certaines conditions de Pressions. Les résultats des calculs effectués montrent la présence de fortes pressions (supérieure à 6 bars) sur le réseau figure III.3. Ces pressions dans les nœuds du réseau sont identifiables sur la figure par les couleurs jaune et rouge affectées à la légende.

Des pressions inférieures à 2 bars et supérieures à 6 bars sont visibles sur plusieurs quartiers du site d'étude. Les abonnés alimentés avec ces pressions seront privés du confort [1]. Les fortes pressions sont nuisibles pour la tenue des conduites. Elles peuvent provoquer des risques de fuites dans les conduites et certains bruits désagréables dans les installations intérieures d'abonné

**B) Vitesses :** Une conduite est considérée sous dimensionnées, lorsque la vitesse de circulation de l'eau à l'intérieur de celle-ci est supérieure à 1 m/s. Les vitesses supérieures à 1,5 m/s, de même que celles inférieures à 0,5 m/s sont à éviter [2].

Les faibles vitesses inférieures à 0,5 m/s favorisent la formation des dépôts, difficiles à évacuer et celles supérieures à 1,5 m/s permettent d'envisager des augmentations de consommation sans que l'utilisateur n'en souffre trop [1].

La modélisation montre que les vitesses simulées restent globalement satisfaisantes (inférieure à 1 m/s). Des fortes vitesses sont observées sur un faible nombre de conduites.

Les vitesses en dehors de la plage de fonctionnement acceptable sont le résultat d'un sous ou sur dimensionnement de la section de la conduite.

Les résultats de la simulation de notre réseau d'AEP, nous a permis de connaître le comportement de l'état hydraulique de notre système. La majorité des valeurs de la modélisation est acceptable.

## III.6. Analyse du fonctionnement du réseau actuel

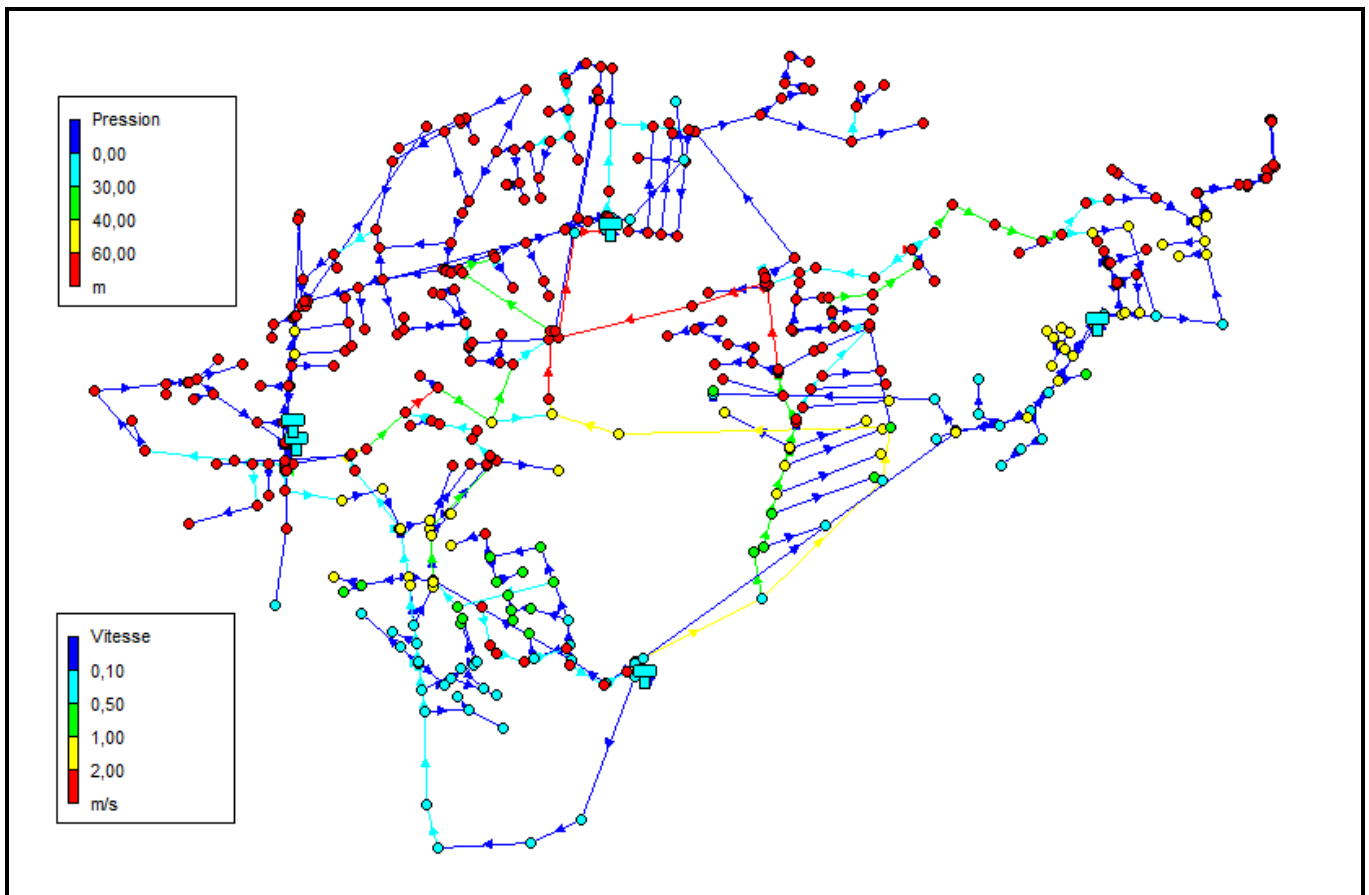
### III.6.1. Etat actuel du réseau

La configuration du réseau actuel sera testée pour satisfaire aux besoins en eau potable de la population pour l'année 2017. La population est déterminée suivant l'équation de la croissance démographique II.1 (chapitre 2) avec un taux d'accroissement moyen 2,5% [20] et [21]. La population totale a évolué de 23453 à 29287 habitants.

La modélisation sur le logiciel EPANET utilisé représente le fonctionnement actuel du réseau basé sur les débits répartis à part égale sur les nœuds. Le modèle permet de vérifier les pressions et vitesses, afin d'avoir une conception générale du fonctionnement de l'ensemble du réseau.

La modélisation du réseau sous les conditions actuelles (diamètres des conduites et demande de point) est représentée sur la figure III.5. Une simulation sous ces conditions a été exécutée pour analyser l'état de dimensionnement du réseau de distribution et les conditions d'écoulement hydraulique.

Les résultats de la simulation du comportement hydraulique de notre réseau actuel sont illustrés sur la figure III.6 pour les pressions dans l'ensemble des nœuds et sur la figure III.7 la distribution des vitesses dans les différentes conduites.



**Figure III-5 :** Résultat de la simulation du réseau actuel de la zone d'étude.

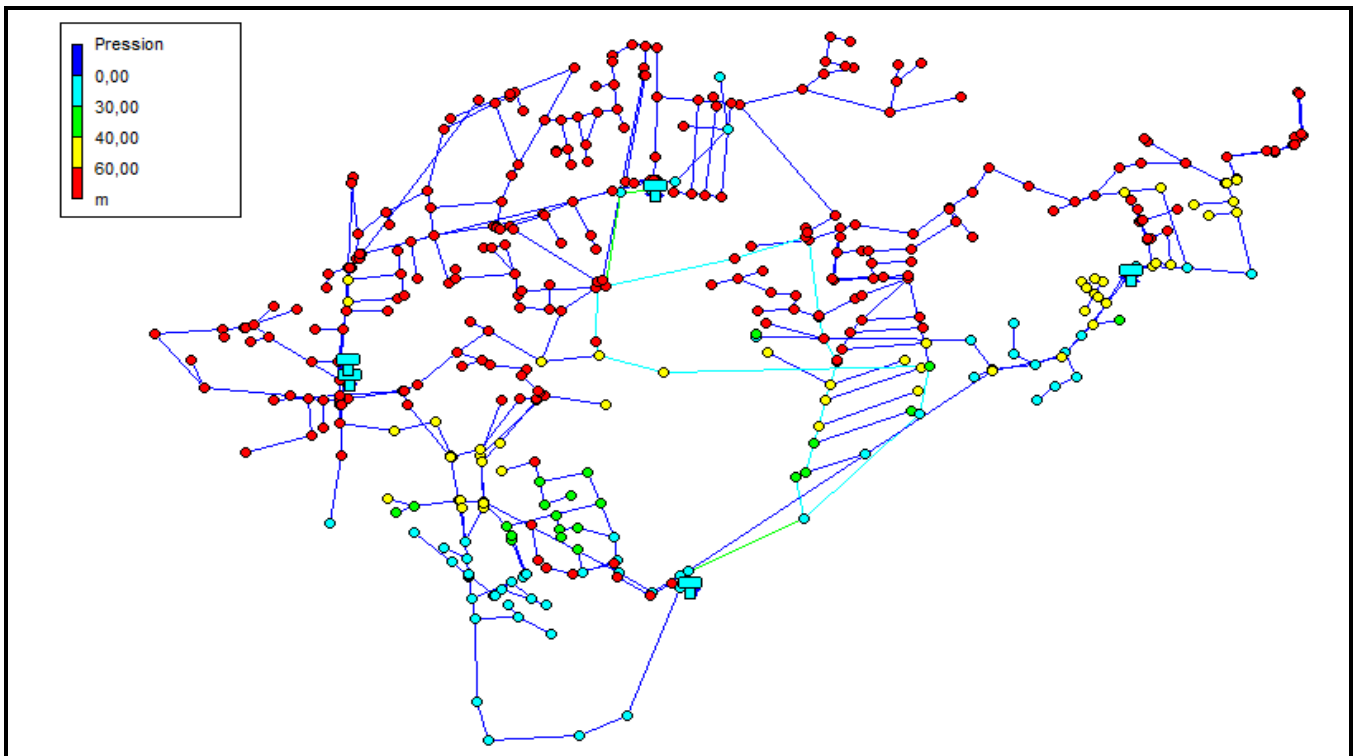


Figure III-6 : Distribution des pressions du réseau actuel.

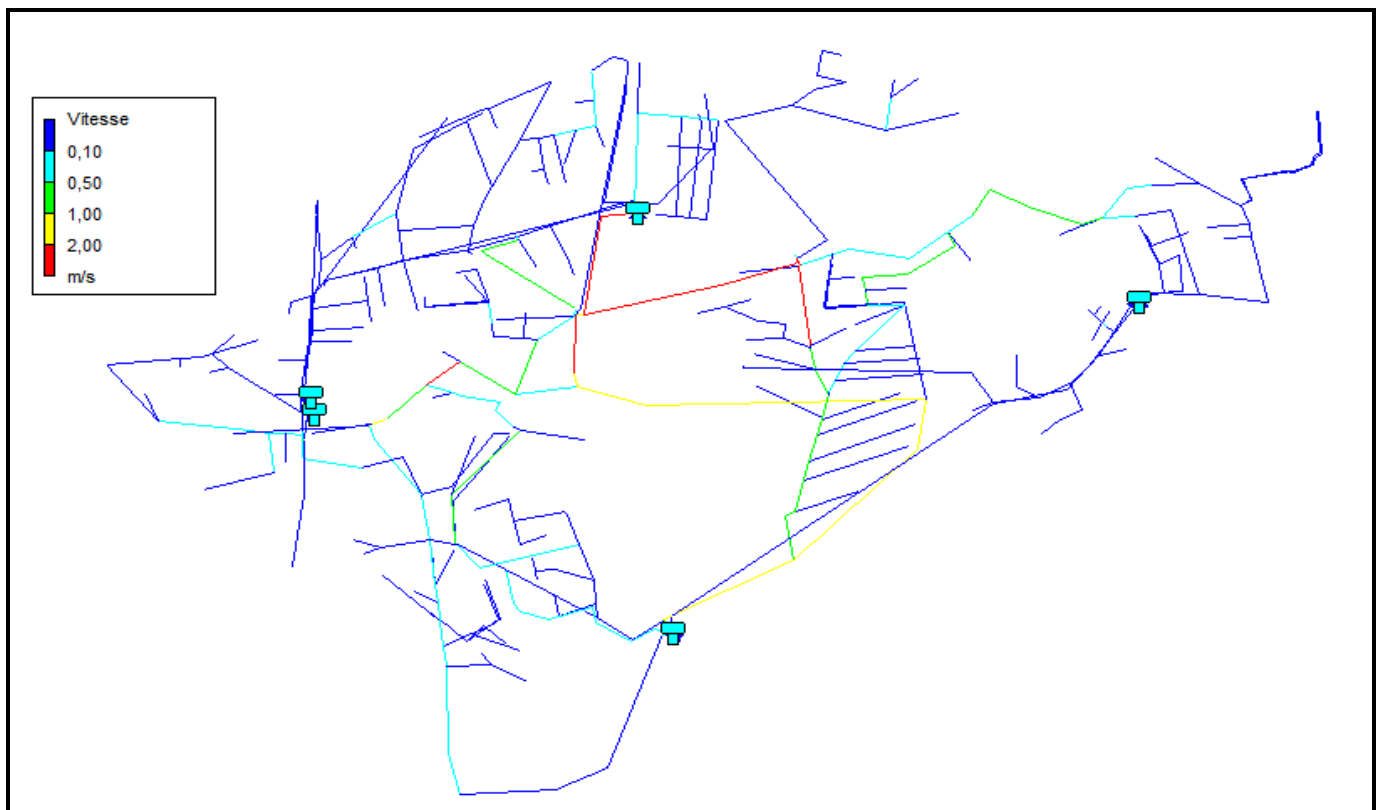


Figure III-7 : Distribution des vitesses du réseau actuel.

### III.6.2. Interprétation des résultats de la simulation du réseau actuel

D'après la figure (III-5) de simulation instantanée, nous constatons que le réseau de la région est mal dimensionné mais la simulation sur une long durée n'a pas pu réussir, un rapport nous signale qu'il y a des fortes pressions qui ont dépassé les 8 bars après certaines heures de fonctionnement au niveau de El Kalaa inférieure, Riat El Hamar, Birouana , El Hartoun , sidi chaker.

L'analyse du fonctionnement du réseau, Figure III.6, montre que les pressions sont non acceptables dans la plupart des cités et dépassent la valeur préconisée (6 bars). La pression moyenne doit varier de 2 à 6 bars. Sur la figure III.7 représentant, pour la distribution des vitesses dans les conduites, on constate aussi des vitesses supérieures à 1m/s et dans certaines conduites sont supérieures même à 2m/s.

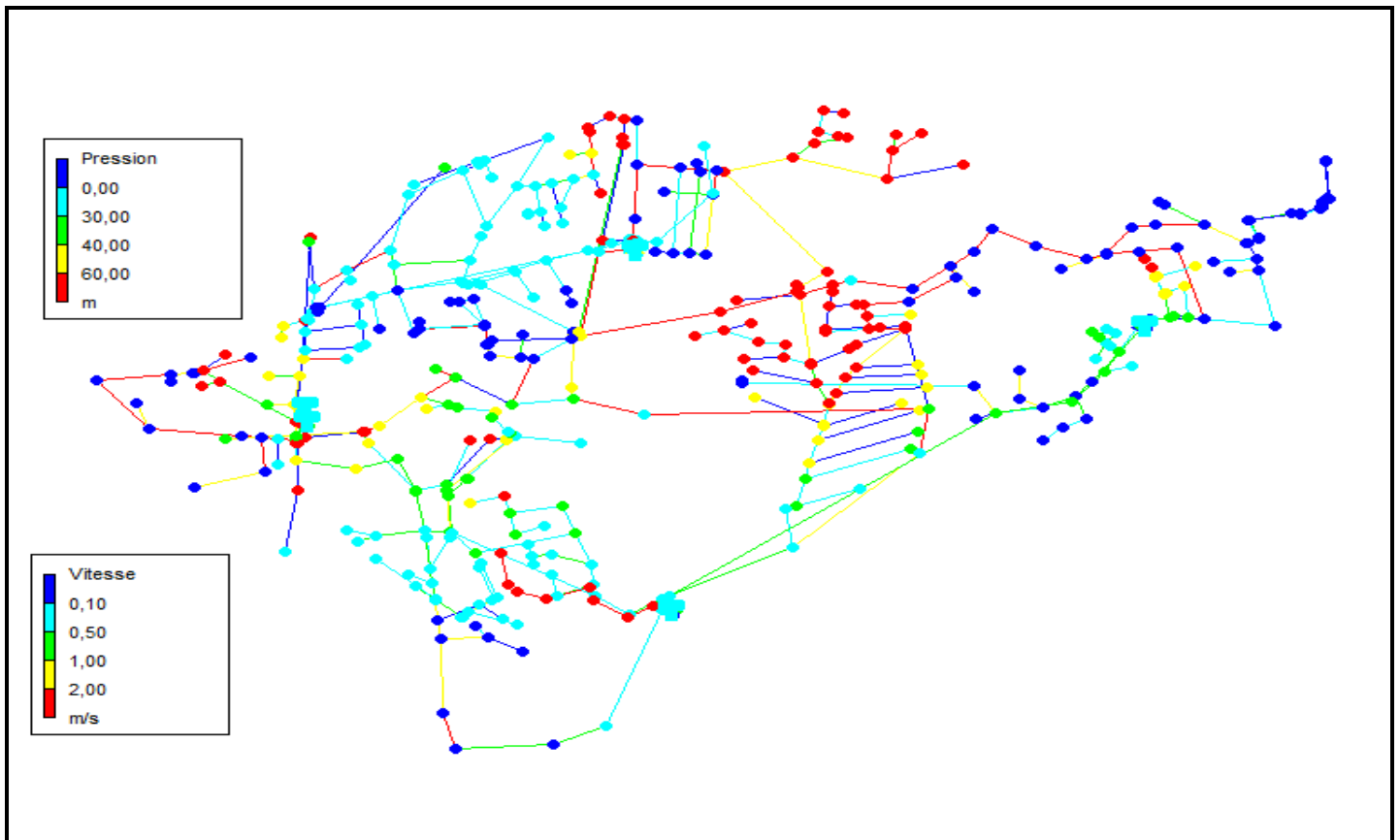
### III.6.3. Etat du réseau actuel en heure de pointe

Une simulation du fonctionnement du réseau actuel durant la période de pointe dans son état actuel est réalisée. Les résultats de cette simulation pour le comportement hydraulique durant la période de pointe du réseau sont représentés sur la figure III.8 pour l'heure de pointe (10h00) avec un coefficient de consommation égale à 3,5 et sur la figure III.9 pour l'heure creuse (03h00) avec un coefficient de consommation égale à 0,125.

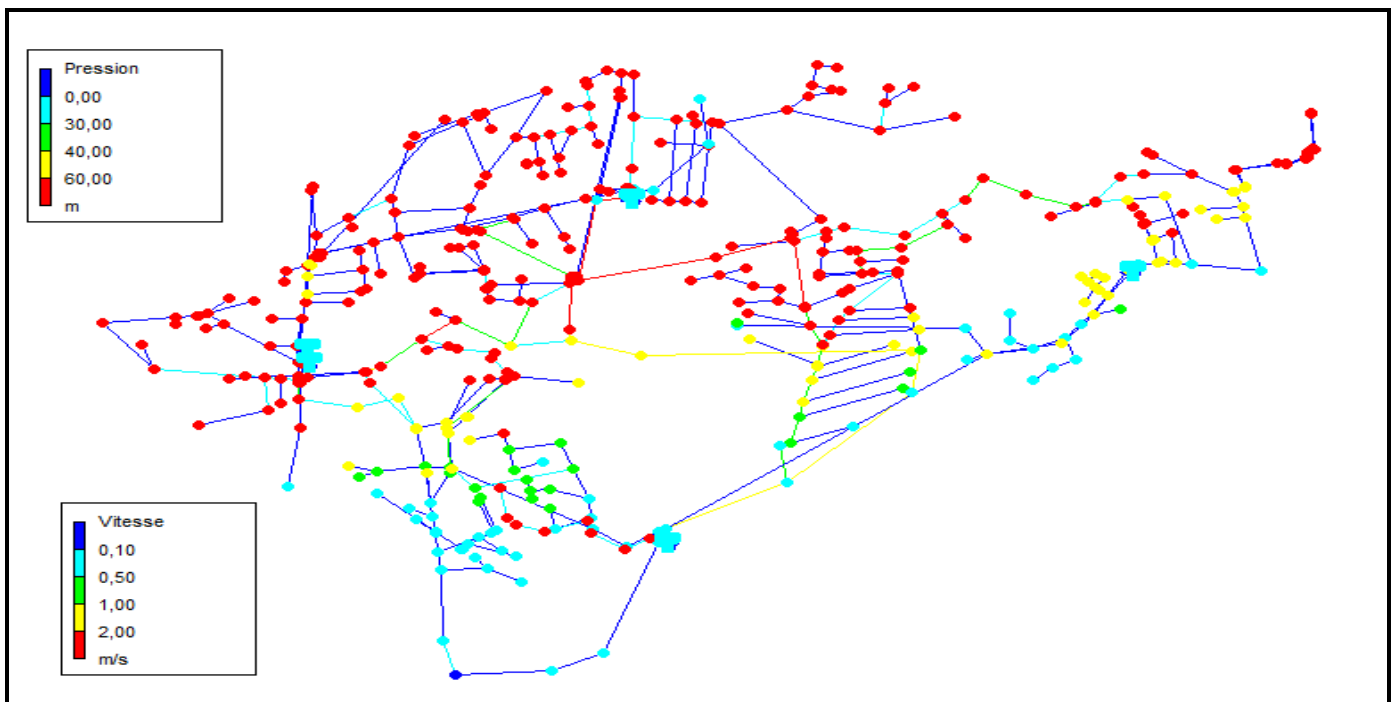
Suite à la modélisation réalisée sur le réseau en situation actuelle en période de pointe 10 heure (figure III.8), on constate que pour la majorité des nœuds la pression est acceptable et ne dépasse pas la valeur recommandée de 6 bars. Mise à part quelques points où on observe des pressions élevées et dépassent les 6 bars représentés en figure avec des couleurs jaune et rouge. On trouve que cette situation est tout à fait normale, parce que ces points à pression élevées se situent dans les bas du site d'étude qui représente des dénivelées accrues, cause d'une topographie accidentée du site d'étude.

Suite à la modélisation effectuée, les vitesses d'écoulement simulées sont faibles. Cette analyse met en évidence que les vitesses sont insuffisantes sur une grandes partie du réseau. Les vitesses inférieures à 0,5 m/s de la circulation de débit représentent 88% du parc des conduites du secteur. Les vitesses supérieures à 1,5 m/s représentent que 4% de l'ensemble et les vitesses comprises entre 0,5 et 1,5 m/s, représentant les vitesses acceptables dans les normes, ne sont que de 8% du total des conduites.

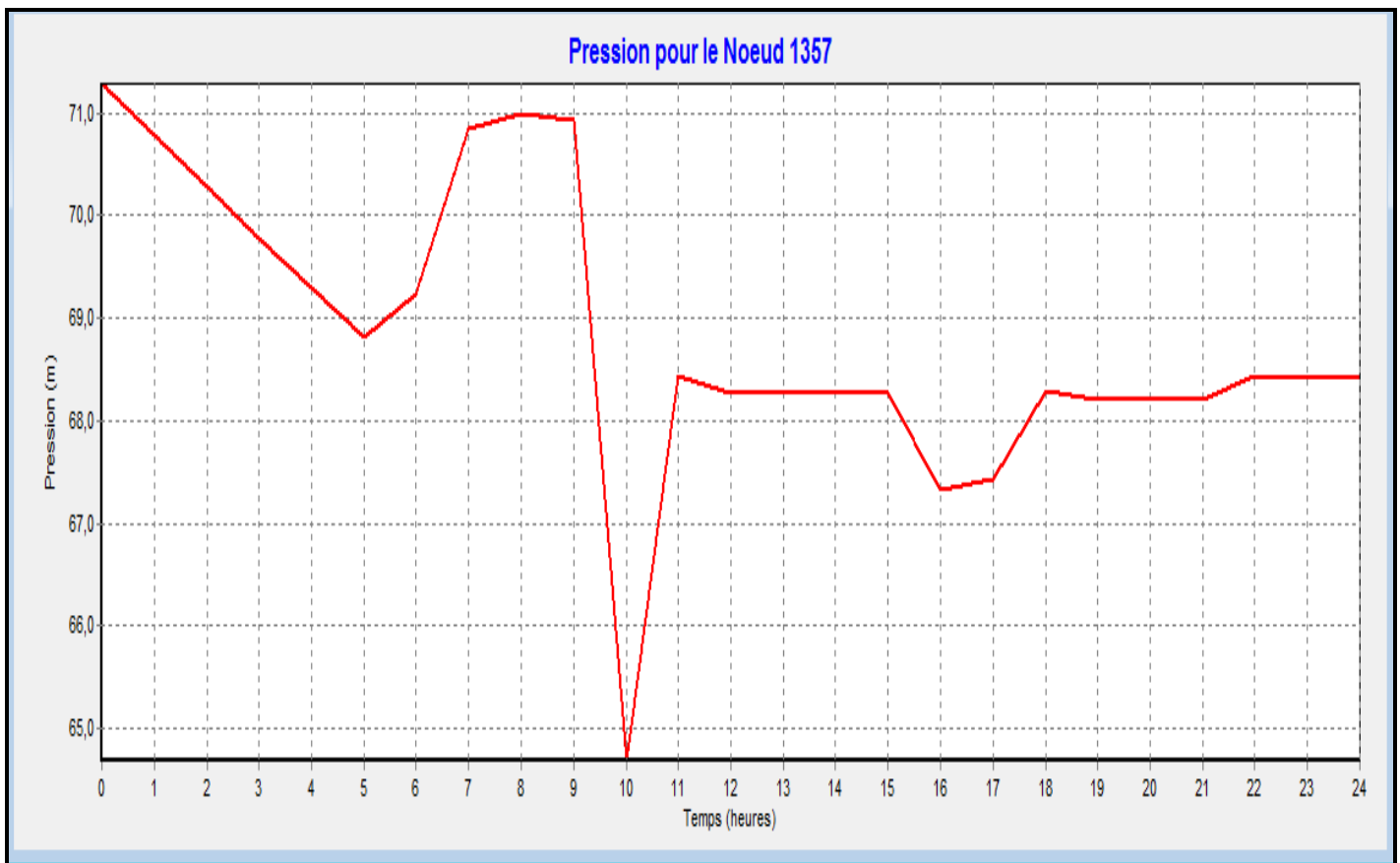
L'analyse de ces résultats montre que de fortes pressions sont observées au niveau de quelques points des cités d'El Kalaa, sidi chaker et plus précisément sur Birouana et Sidi Taher, Ces pressions dépassent les 6 bars. La Figure III.10 illustre la variation de la pression pour le nœud 1357, siège d'une surpression.



**Figure III-8** : Distribution des pressions du réseau actuel à 10:00 heures.



**Figure III-9** : Distribution des pressions du réseau actuel à 03:00 heures.



**Figure III-10 :** Evolution de la pression au nœud 1357.

### III.7. Analyse du fonctionnement des réseaux actuels Birouana et Sidi Tahar

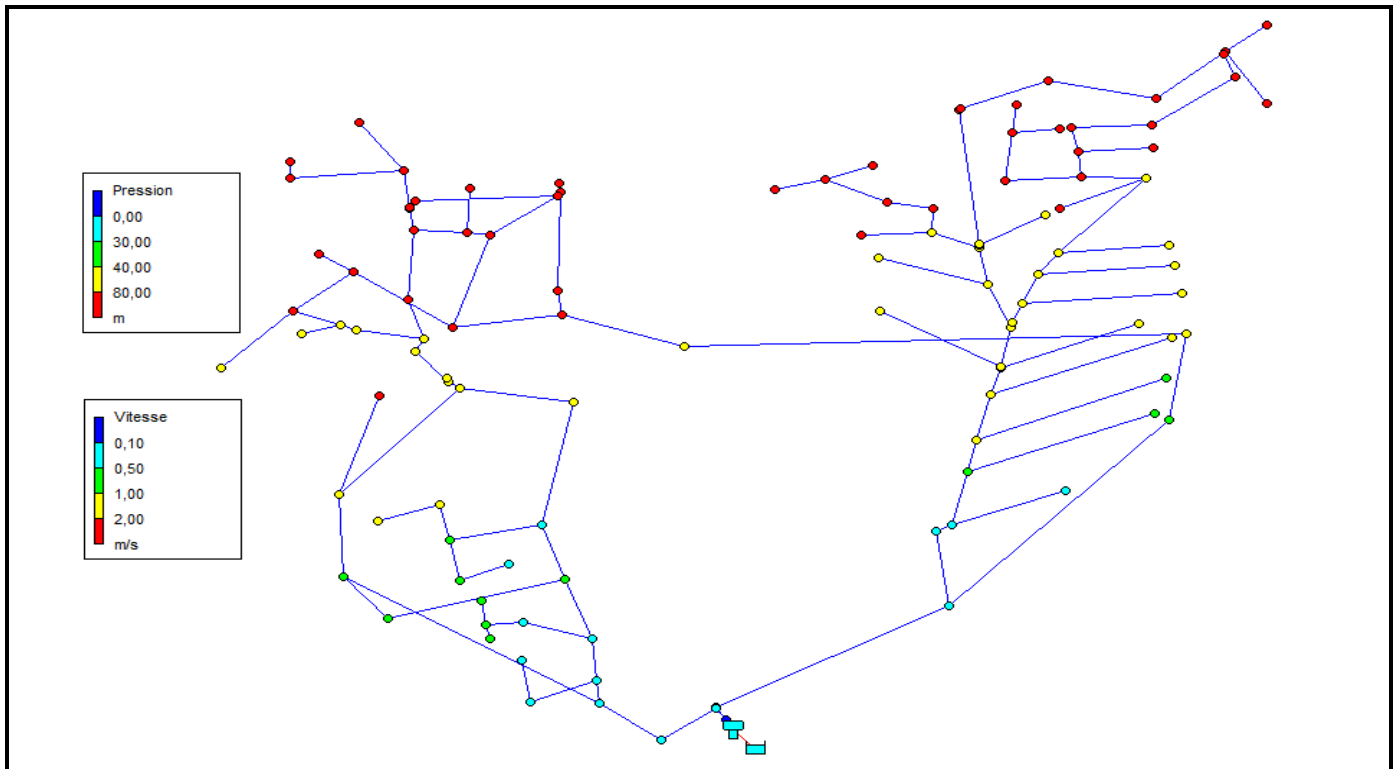
Suite à l'analyse des résultats sur le réseau de notre site d'étude, nous avons observé des phénomènes de surpression sur la quasi- totalité du réseau. Ces fortes pressions sont le résultat de dénivelé entre les points de consommation et les réservoirs d'alimentation de ces derniers. Les quartiers connaissant ce phénomène sont les quartiers de Birouana et Sidi Tahar qui feront l'objet d'une étude dans la partie ci-après. Afin de procéder à l'analyse de ces deux quartiers, une sectorisation du réseau sera effectuée à la base que chacun d'eux sera alimenté à part entière de son réservoir.

#### III.7.1. Analyse du fonctionnement du réseau actuel de Birouana

Le réseau de distribution en eau de l'agglomération de Birouana a été calculé de façon à être alimenté par l'ancien réservoir implanté à une côte de radier de 938.23 m.

Les résultats préliminaires de la simulation instantanée du réseau d'AEP de la zone d'étude Birouana sont représentés sur la figure III.11. Sur cette figure, des pressions supérieures à 80 m sont visibles sur plusieurs nœuds du réseau, symbolisées par des points de couleur rouge sur la figure. Par contre sur le réseau simulé, plusieurs nœuds à pression inférieure à 20 m sont visibles, cela est probablement dû à la topographie du site.

La représentation des vitesses simulées dans les différentes canalisations du réseau, figure III.11, montre que les vitesses sont globalement satisfaisantes (vitesse inférieure à 1m/s). Les vitesses de l'eau dans le réseau restent généralement faibles (inférieure à 0,5 m/s), sur l'ensemble du réseau. Ce qui reflète le surdimensionnement du réseau. En fait une seule conduite avec une vitesse supérieure à 2 m/s est visible sur le schéma. C'est le cas de la conduite reliant la bache fictive au réservoir d'alimentation du réseau.



**Figure III-11:** Pressions et Vitesses moyennes sur le réseau « Birouana ».

### III.7.1.1. Etat du réseau actuel en heure de pointe

La simulation du fonctionnement du réseau actuel de Birouana, durant la période de pointe, est effectuée. Les résultats de cette simulation pour le comportement hydraulique durant la période de pointe du réseau sont représentés sur la figure III.12 pour l'heure de pointe (10h00) avec un coefficient de consommation égale à 3,5 et sur la figure III.13 pour l'heure creuse (03h00) avec un coefficient de consommation égale à 0,125.



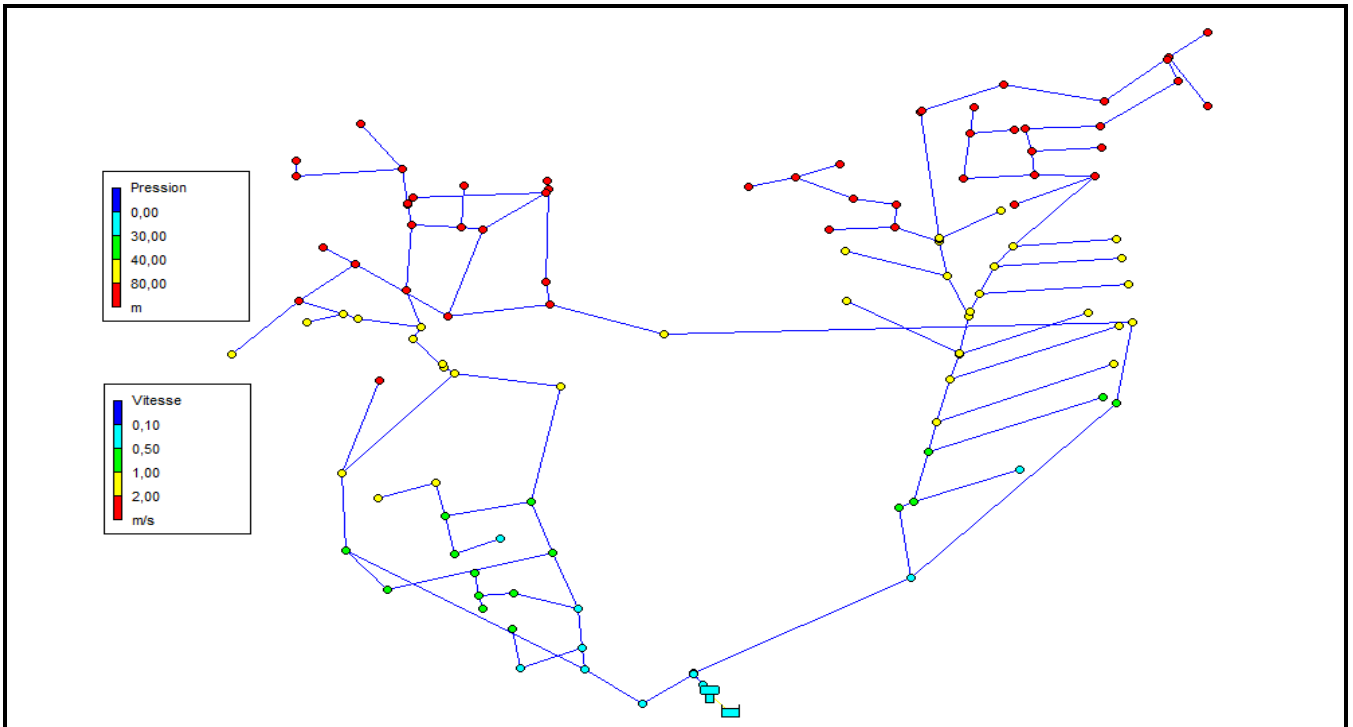


Figure III-12 : Distribution des pressions et vitesses du réseau Birouana à 10 heures.

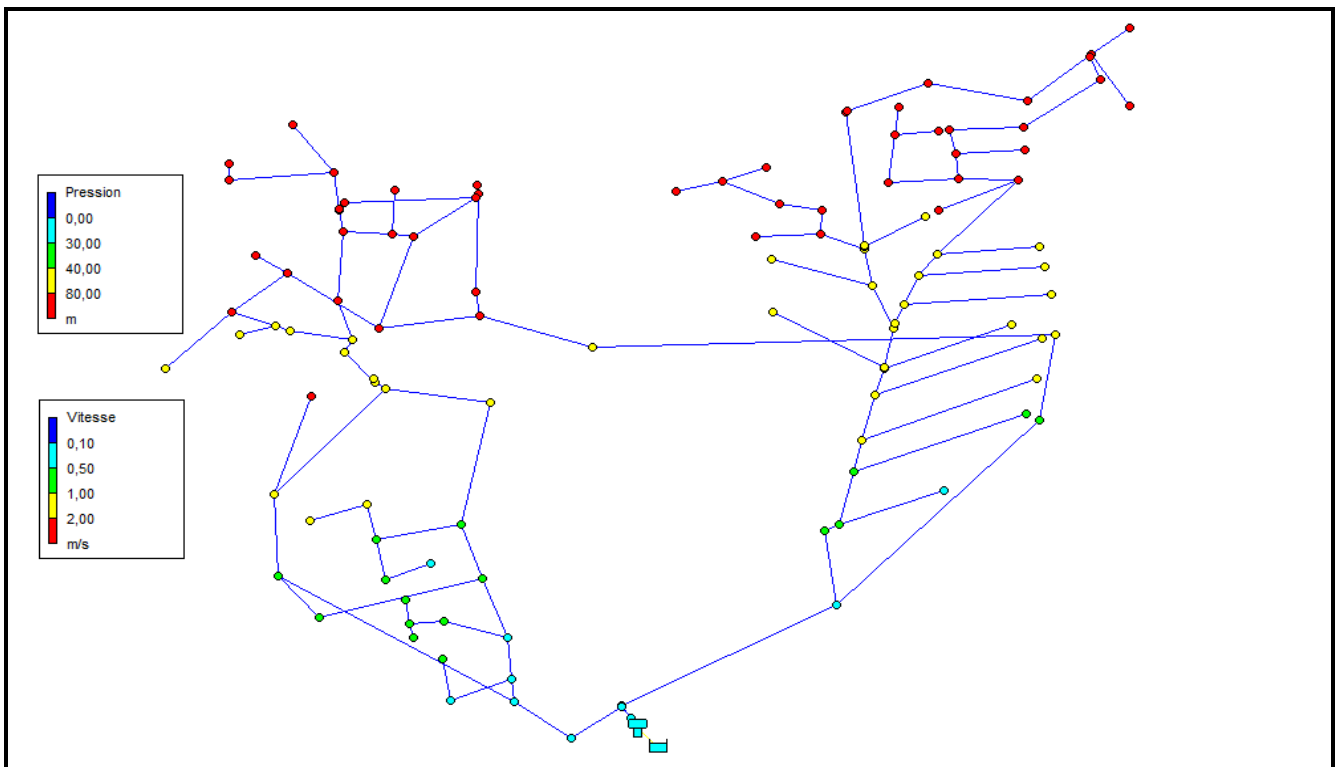
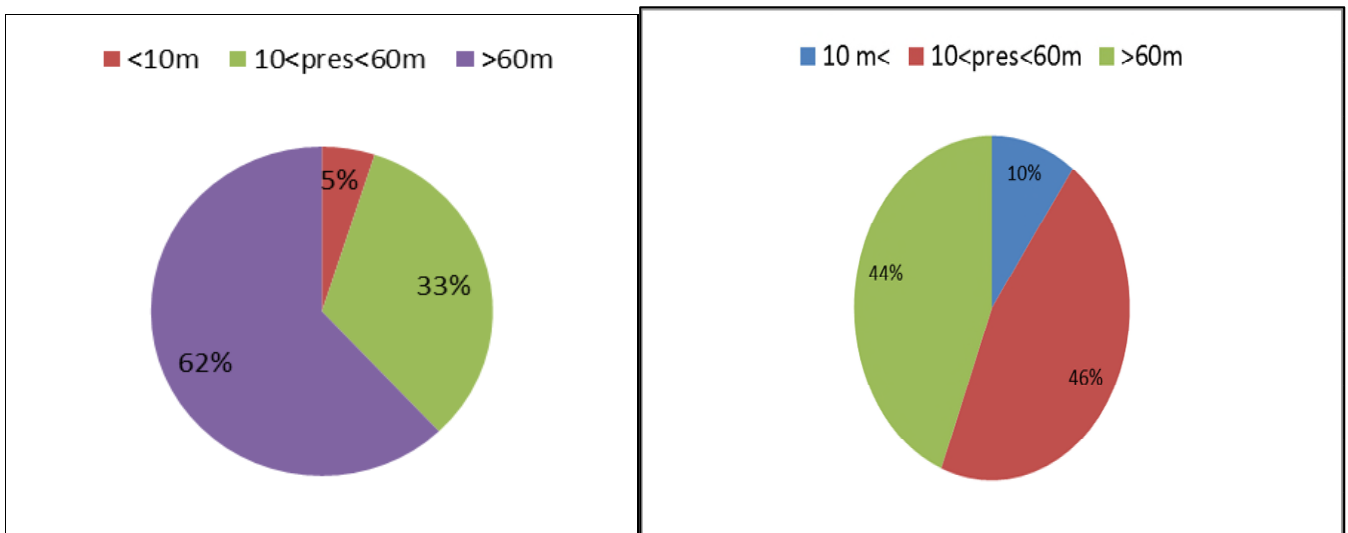


Figure III-13 : Distribution des pressions et vitesses du réseau Birouana à 03 heures.

Suite à la modélisation réalisée sur le réseau en situation actuelle en période de pointe 10 heure et 03 heure (figure III.12 et figure III.13 respectivement), on constate que pour un grand nombre de nœuds la pression dépasse la valeur recommandée de 6 bars représenté en figure ci-dessus avec des couleurs jaune et rouge. Les figures III.14 et III.15 représentent les distributions des pressions du réseau de distribution de Birouana en période de pointe actuelle, en fonction des normes établies pour des réseaux d'alimentation en eau potable. Suivant l'analyse des valeurs de pressions pour ces périodes, on n'observe aucune différence de pression pour les deux périodes considérées. Le nombre de points à pression dépassant 6 bars est de 62 % de l'ensemble, celui de points à pressions comprises entre 1 bar et 6 bars est de 33% et le reste représentant les points à pression inférieure à 1bar est de 5%. Pour les pressions dépassants 6 bars, la situation se trouve tout à fait normale, car ces points sont situés dans les bas du site d'étude qui représente des dénivelées élevées, cause d'une topographie accidentée du site d'étude.

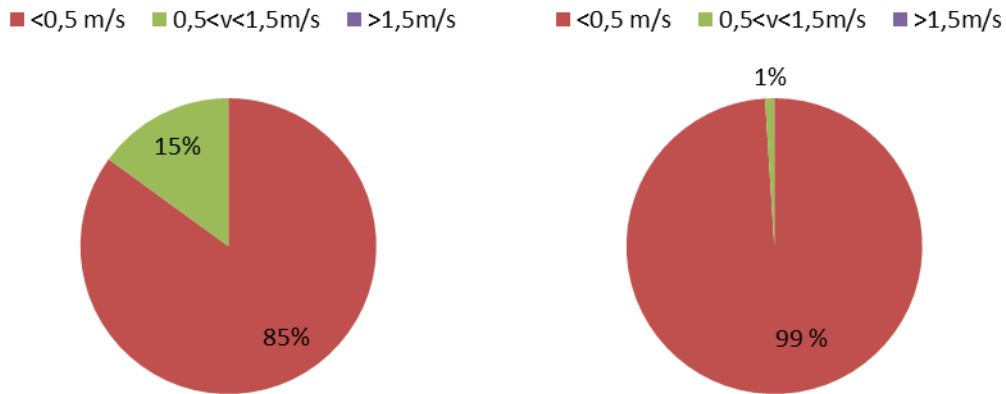


**Figure.III.14** : Distributions des pressions à 03h. **Figure.III.15** : Distributions des pressions à 10h.

On observe sur les figures III.12 et III.13 en heures de pointe que les vitesses d'écoulement simulé sont faibles. L'analyse des résultats montre que les vitesses sont insuffisantes sur la majorité du réseau. Les figures III. 16 et III.17 représentent les distributions des vitesses du réseau de distribution en période de pointe actuelle. Pour l'heure de pointe à forte consommation à 10 heures, figure III. 16, les vitesses inférieures à 0,5 m/s de la circulation de débit représentent 85% des valeurs de vitesses dans les canalisations du réseau de distribution du secteur et les vitesses comprises entre 0,5 m/s et 1,5 m/s (vitesse dans les normes) représentent 15%. Pour la période de pointe à 03 heures à faible consommation, figure III. 17, les vitesses inférieures à 0,5

m/s sont de 99% de la totalité des canalisations du réseau et 1% des vitesses sont localisées entre 0,5 m/s et 1,5 m/s.

Ces résultats indiquent que le système de distribution est dans son ensemble bien dimensionné pour faire face à la consommation. Le réseau est donc bien adapté pour faire face à la période de pointe journalière actuelle.



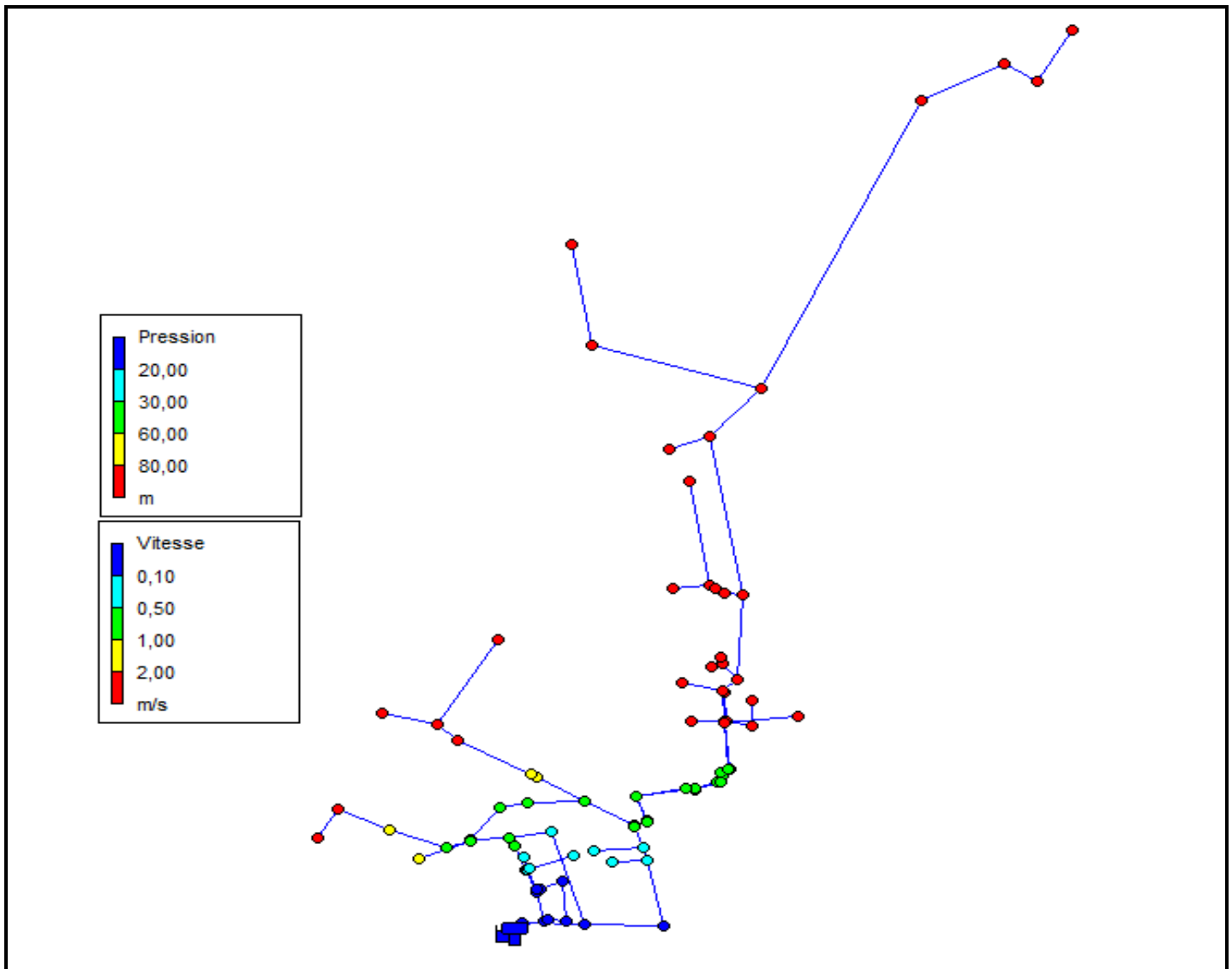
**Figure.III.16** : Distributions des vitesses à 10h. **Figure.III.17** : Distributions des vitesses à 03h

### III.7.2. Analyse du fonctionnement du réseau actuel de Sidi Tahar

Le réseau de distribution en eau de l'agglomération de Sidi Tahar a été calculé de façon à être alimenté par l'ancien réservoir implanté à une côte de radier de 899,9 m.

Les résultats préliminaires de la simulation instantanée du réseau d'AEP de la zone d'étude Sidi Tahar sont représentés sur la figure III.18. Sur cette figure, des pressions supérieures à 80 m sont visibles sur plusieurs nœuds du réseau, symbolisées par des points rouge sur la figure ci-dessous. Aussi plusieurs nœuds à pression inférieure à 20 m sont visibles, ce qui est probablement dû à la topographie du site.

La représentation des vitesses simulées dans les différentes canalisations du réseau, figure III.18, montre que la totalité des conduites du réseau de distribution sont à vitesse maximale inférieure à 0,5 m/s. Le réseau de distribution est donc bien dimensionné pour assurer la desserte de l'eau en situation actuelle.



**Figure III-18:** Pressions et Vitesses moyennes sur le réseau « Sidi Tahar ».

### III.7.2.1. Etat du réseau actuel en heure de pointe

La simulation du fonctionnement du réseau actuel de Sidi Tahar, durant la période de pointe, est effectuée. Les résultats de cette simulation pour le comportement hydraulique durant la période de pointe du réseau sont représentés sur la figure III.19 pour l'heure de pointe (10h00) avec un coefficient de consommation égale à 3,5 et sur la figure III.20 pour l'heure creuse (03h00) avec un coefficient de consommation égale à 0,125.

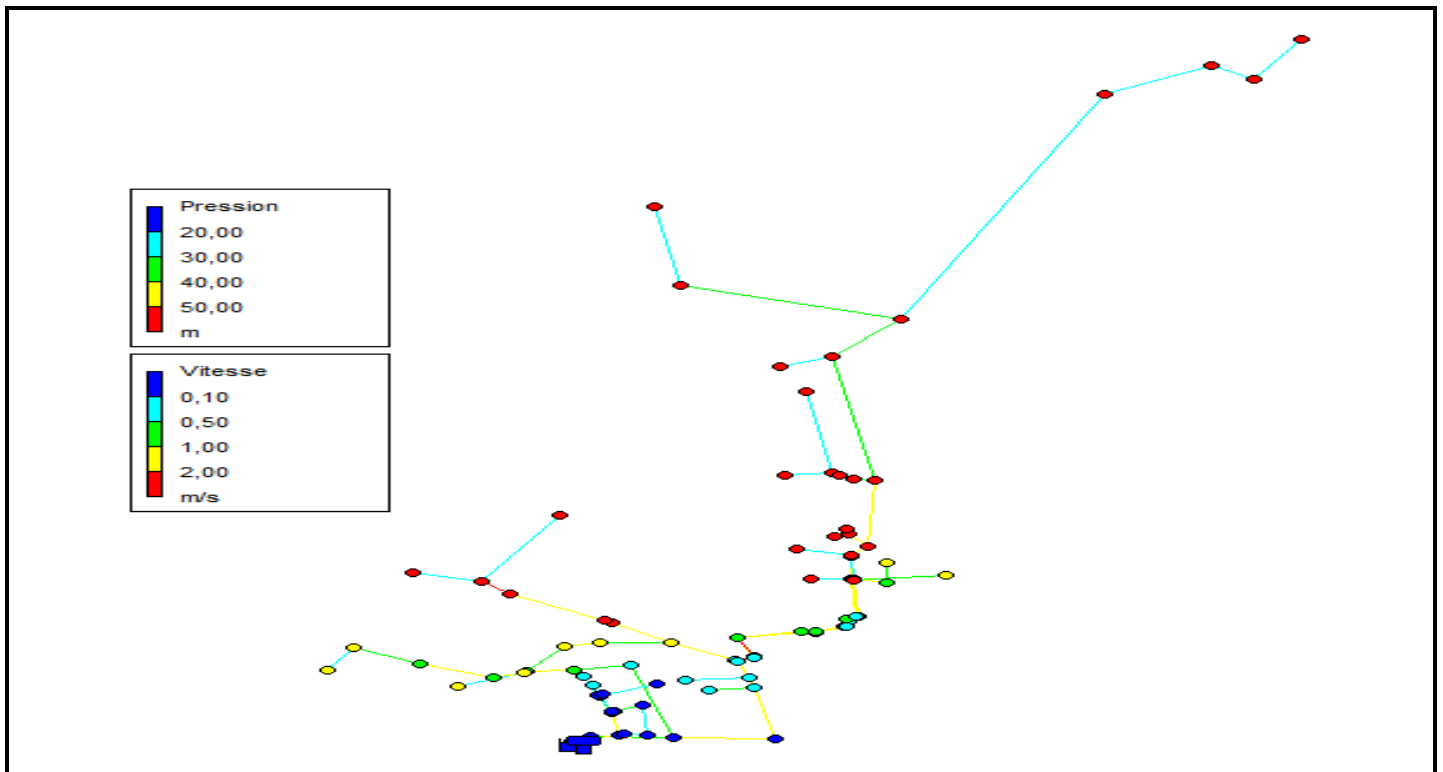


Figure III-19 : Distribution des pressions et vitesses du réseau Sidi Tahar à 10 heures.48

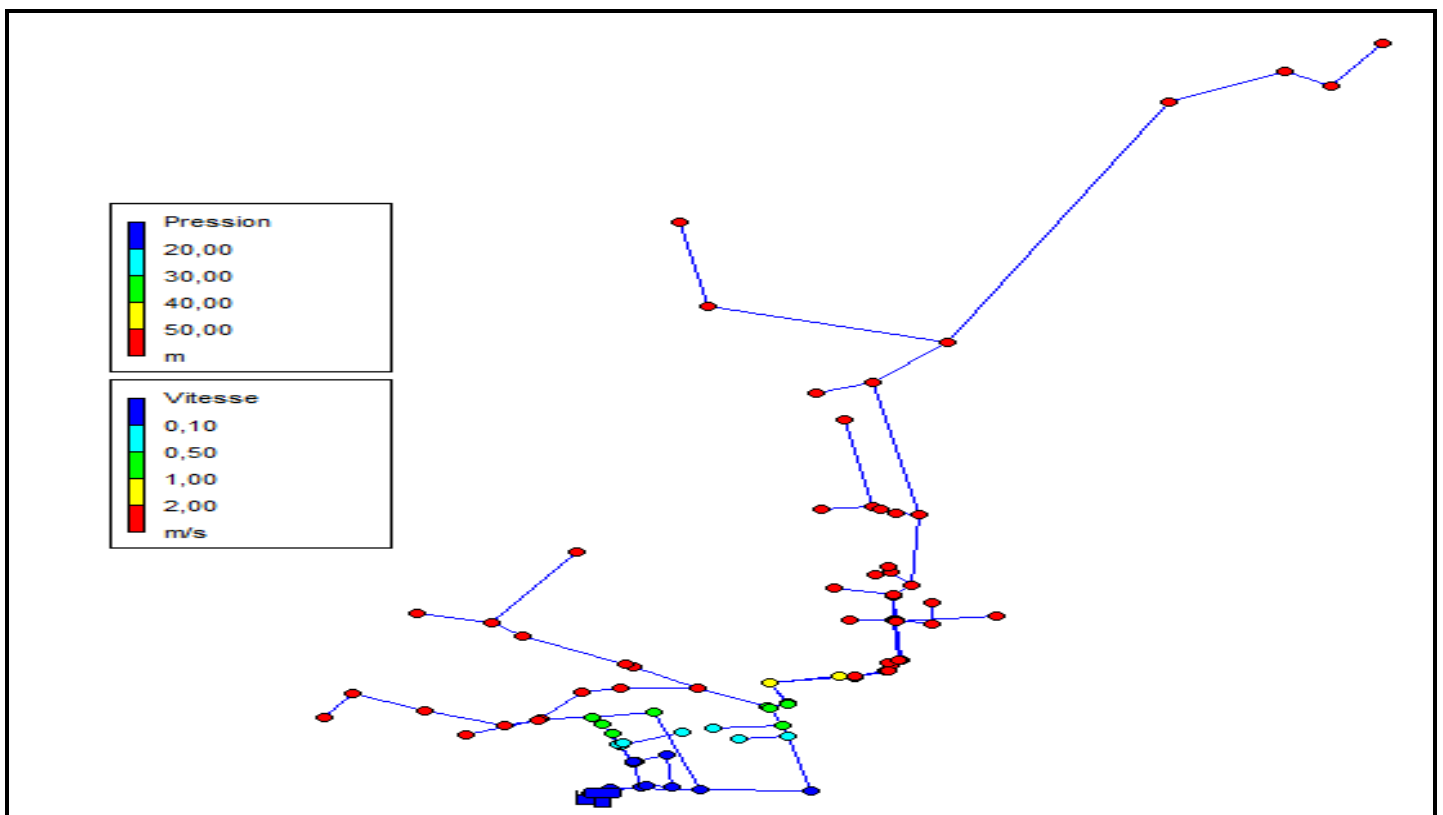
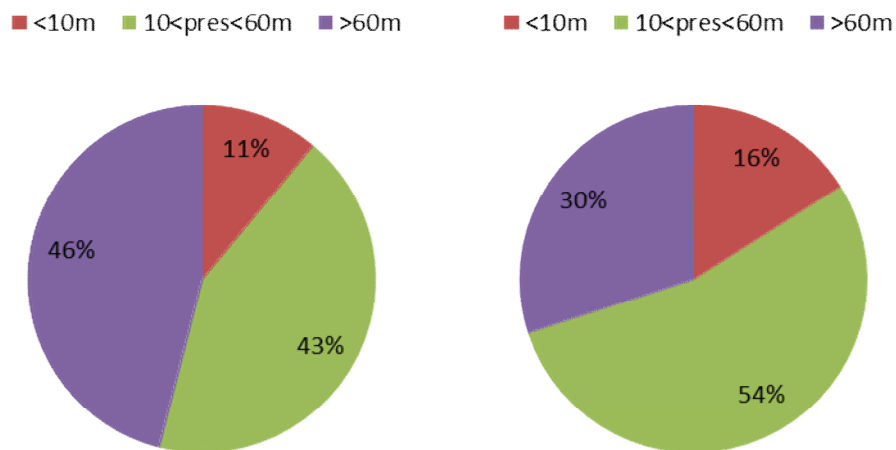


Figure III-20 : Distribution des pressions et vitesses du réseau Sidi Tahar à 03 heures.

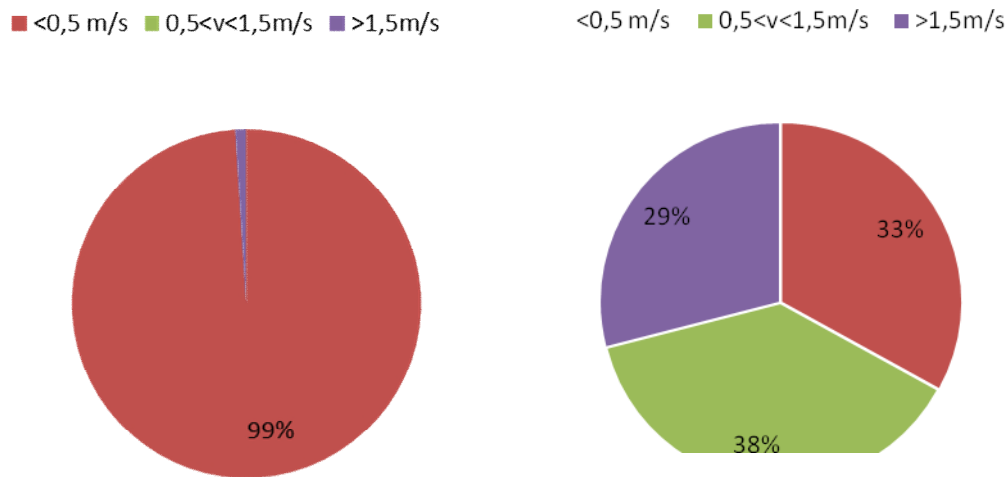
D'après les résultats de la simulation sur le réseau en situation actuelle en période de pointe 10 heure et 03 heure (figure III.19 et figure III.20 respectivement), on remarque que la valeur de la pression est supérieure la valeur recommandée de 6 bars pour un nombre élevé de nœuds de connexion dans le réseau de distribution. Les figures III.21 et III.22 représentent les distributions des pressions du réseau de distribution de Sidi Tahar en période de pointe actuelle, en fonction des normes établies pour des réseaux d'alimentation en eau potable. Après analyse des valeurs de pressions pour ces périodes, on observe une différence de pression pour les deux périodes. Le nombre de points à pression dépassant 6 bars est supérieur dans le cas à faible consommation en heure creuse (03 heures) par rapport à l'heure à forte consommation (10 heures). Les points à pressions comprises entre 1 bar et 6bars, leurs valeurs sont plus élevées dans le cas à consommation forte (10 heures), par rapport à l'heure de consommation faible (03 heures). Les points à pression inférieure à 1 bar représentent 11% et 16% pour les périodes de pointes creuse et à forte consommation respectivement. La différence dans les valeurs de pressions dépassants 6 bars, est le résultat des dénivelées dans le site d'étude.



**Figure.III.21** : Distributions des pressions à 03h.      **Figure.III.22** : Distributions des pressions à 10h.

Pour les vitesses, la simulation du réseau en situation actuelle en période de pointe 10 heure et 03 heure (figure III.19 et figure III.20 respectivement) montre que les vitesses sont globalement faibles en situation de pointe à faible consommation (03 h) et aucune vitesse ne dépasse la valeur de 0,1 m/s. En situation de pointe à consommation maximale (10 h), les vitesses maximales avoisinent 2 m/s pour une faible part de conduites. Les figures III.23 et III. 24 représentent les pourcentages des vitesses pour les différents intervalles. Les vitesses dont la valeur inférieure à 0,5 m/s est de 99% de la masse de conduites du réseau de distribution dans le cas situation de pointe à faible consommation et les vitesses supérieures à 1,5 m/s ne représentent Que 1%, (cf figure III.23). Les vitesses en période de pointe à forte consommation sont de 33% de vitesses inférieures à

0,5 m/s, de 29% supérieures 1,5 m/s et les vitesses préconisées ( $0,5 < v < 1,5$ ) dans les conduites de distributions représentent 38% de la masse des conduites du réseau (cf figure III.24).



**Figure.III.23** : Distributions des vitesses à 03h.

**Figure.III.24** : Distributions des vitesses à 10h.

### III.8. Conclusion

Dans le présent chapitre, nous avons en premier lieu présenté l'outil informatique utilisé, le logiciel Epanet. Ce dernier permet d'étudier à travers une simulation le comportement hydraulique du réseau du site d'étude localisé sur les hauteurs du groupement urbain de Tlemcen (GUT).

La modélisation du réseau de distribution actuel met en évidence que :

- La pression de service reste élevée et dépasse 6 bars du coté nord du site,
- Les vitesses de l'écoulement de l'eau dans les canalisations sont faibles et ne dépassent pas 1 m/s. Donc en conclusion le réseau de distribution actuel est bien dimensionné pour face à la consommation.

# Conclusion générale



# Conclusion générale

L'Algérie est un pays semi aride, souffre d'une pénurie d'eau. Donc dans le domaine d'alimentation en eau potable de la population, les réseaux de distribution d'eau potable devront reposer sur une gestion technique fiable de réseau pour livrer aux consommateurs une eau répondant aux normes de quantité et de qualité, 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 services.

Dans le projet étudié, nous avons mis le point de l'état de fonctionnement du réseau d'AEP de la partie sud de la ville de Tlemcen, constituées de plusieurs quartiers (El Kalaa ; Riat El Hamar ; Sidi Taher ; Sidi Boumedienne ; Birouana ; El Hartoun et sidi Chaker). Les résultats obtenus ont montré que le réseau d'AEP de la zone étudiée est complexe et présente beaucoup d'anomalies.

Suite à l'analyse des résultats du réseau, des phénomènes de surpressions sont observés sur la quasi-totalité de la zone étudiée, nous avons procédé à l'analyse de deux quartiers du secteur qui sont : Birouana et sidi Taher. Pour les deux quartiers en question, nous avons déterminé leurs performances, en analysant les pressions aux nœuds et les vitesses de circulation de l'eau dans les conduites des réseaux. Pour se faire, nous avons fait appel au SIG qui nous a permis de récupérer les données numérisées des quartiers choisis pour la simulation et de les exporter vers le modèle de simulation EPANET. L'analyse des résultats de simulations des réseaux de distribution actuelle de l'eau, dans les deux quartiers en périodes normale et de pointe, ont révélé que : les pressions de service restent élevées et dépasses les 6 bars du cote nord du site d'étude et les vitesses de l'écoulement de l'eau dans les canalisations sont faibles et ne dépassent pas la valeur de 1 m/s.

Les pressions dépassant les 6 bars sont observées dans les zones à basse altitude due à la topographie du site d'étude. Ces pressions peuvent posées des désagréments au confort des usagers. Pour réguler ces fortes pressions, la mise en place des réducteurs de pression est souhaitée, afin de maintenir des pressions dans la fourchette des normes requises.

# Références bibliographiques

---

## **Bibliographie**

- [1] **Dupont A., (1979).** Hydraulique urbaine, Tome 2, Edition Eyrolles, 484 p
- [2] **Valiron F., (1994).** Mémento du gestionnaire de l'alimentation en eau potable et De l'assainissement, Tome 1, 2, 3, Edition Lavoisier, 1262 p
- [3] **Brière. F,** 2009, Distribution et collecte des eaux, 2e édition, Presses Internationales Polytechnique, Québec. 399 p.
- [4] **ChouxB.,(1990).**Modélisation des réseaux d'eau potable, compatibilité avec la Cartographie informatisée, L'eau –L'industrie –Les nuisances N°141, pp.48 – 50
- [5] **AbdelbakiC.,AllalM.,DjelloulSmirS.M.,(2012).**Une démarche qualité pour la Gestion des réseaux d'alimentation en eau potable; cas du groupement urbain de Tlemcen(Algérie),6ème conférence international des ressources en eau dans le bassin méditerranéen 10 –12 Oct. 2012, Sousse, Tunisie
- [6] **KHERBOUCHE Zakarya & SOUFI Mohammed Walid (2016).** Etude des indicateurs de performance des services des réseaux d'AEP, Cas du groupement urbain de Tlemcen(Thèse de Master) .
- [7] **Lales G,** méthodologie pour l'amélioration du rendement du réseau d'eau potable de la communauté de strasbourg, mémoire de fin d'étude, 2011, 15 p
- [8] **Boukli, H.** (2015). Cours de distribution de M1 TTE. Université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen.
- [9] **Cherif FZ ., (2015).** Etude critique et modélisation du réseau d'AEP du chef-lieu de Chetouane (Thèse de Master)
- [10] **Blindu I., (2004).** Outils d'aide au diagnostic du réseau d'eau potable pour la ville de Chisin au par analyse spatiale et temporelle des dysfonctionnements hydrauliques. (Thèse de doctorat).France
- [11] **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. Master hydraulique Université Abou BakrBelkaid-Tlemcen.
- [12] **Abdelbaki, 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.
- [13] **ZaouiS.,BiemontC.etMeguenniK.,(2007).**Approche épidémiologique du diabète en milieux urbain et rural dans la région de Tlemcen (Ouestalgérien),CahiersSanté, vol.17, p.15-21
- [14] **BensaoulaF.,DerniI.etAdjimM.,(2012).**Trente années de prospection et de mobilisation des ressources en eau souterraine, par forages dans la wilaya de Tlemcen, Larhyss Journal, 2012 ,N°10, p.91-99

- [15] **Bensaoula F., Adjim M., Bensalah M.**, (2007). L'importance des eaux karstiques dans l'approvisionnement en eau de la population de Tlemcen, Larhyss journal, N°6, 57-64.
- [16] **Ali Nehari**. (2013). Etude de la sécurisation de l'alimentation en eau potable de groupement urbain de Tlemcen. Projet de fin d'étude. Université Abou Bakr Belkaid - Tlemcen.
- [17] **Office National de météorologie.**, (2011). Extrait de synthèse des données météorologiques.
- [18] **François, G.** (2000). Distribution et collecte des eaux 2ed. Presses internationales Polytechnique.
- [19] **Gomella C**, Guide de l'alimentation en eau dans les agglomérations urbaines et rurales  
Tome I : La distribution, Edition Eyrolles, Paris, 1985, 227 p
- [20] **Office National des statistiques**, (2008), Données de recensement de la population.
- [21] **CTH PDAU** (avril 2007), rapport finale étude de révision de PDAU groupement de Tlemcen Mansourah, Chtouane et Beni Mester
- [22] **Rossman, L.** (2000). Epanet 2 User's Manual. USA: Environmental Protection Agency - Cincinnati.
- [23] **Générale des eaux.** (2003). Epanet 2.0, Simulation Hydraulique et Qualité pour les Réseaux d'Eau sous Pression. Manuel de l'Utilisateur.

# ANNEXES

**ANNEXE A**  
(Réseau actuel)

## État des Noeuds du Réseau à 0:00 Heures

ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud 754	932,971	0,00	946,23	13,26
Noeud 755	937,325	0,00	946,22	8,90
Noeud 756	930,717	0,0875	946,22	15,50
Noeud 757	931,177	0,325	946,22	15,04
Noeud 758	927,892	0,1375	946,21	18,31
Noeud 759	927,980	0,0625	946,21	18,23
Noeud 760	924,340	0,05	946,21	21,87
Noeud 761	924,747	0,05	946,21	21,46
Noeud 762	923,193	0,125	946,21	23,01
Noeud 763	918,390	0,0125	946,19	27,80
Noeud 764	907,049	0,1125	946,19	39,14
Noeud 765	907,310	0,0375	946,19	38,88
Noeud 766	923,580	0,0625	946,21	22,63
Noeud 767	917,367	0,0125	946,22	28,85
Noeud 768	928,850	0,0125	946,22	17,37
Noeud 769	923,139	0,1625	946,41	23,27
Noeud 770	927,950	0,00	946,21	18,26
Noeud 771	927,949	0,00	946,21	18,26
Noeud 772	927,149	0,00	946,21	19,06
Noeud 773	920,139	0,00	946,20	26,06
Noeud 774	926,444	0,1375	946,20	19,76
Noeud 775	919,527	0,1125	946,20	26,67
Noeud 777	919,157	0,00	946,19	27,03
Noeud 778	906,567	0,1	946,16	39,60
Noeud 779	902,449	0,0625	946,16	43,71
Noeud 780	913,643	0,075	946,15	32,51
Noeud 781	906,161	0,05	946,33	40,17
Noeud 782	904,631	0,00	946,17	41,54



ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud 783	906,015	0,0875	946,17	40,16
Noeud 784	889,464	0,0125	944,81	55,35
Noeud 785	890,861	0,05	946,15	55,29
Noeud 786	822,434	0,1625	944,81	122,37
Noeud 787	894,340	0,075	946,15	51,81
Noeud 788	888,075	0,275	946,19	58,12
Noeud 789	865,689	0,00	946,05	80,36
Noeud 790	866,592	0,00	945,88	79,29
Noeud 791	863,274	0,00	945,88	82,61
Noeud 792	861,252	0	946,35	85,10
Noeud 793	858,024	0,1375	946,31	88,28
Noeud 794	869,086	0,25	946,31	77,22
Noeud 795	857,307	0,45	946,27	88,96
Noeud 796	854,825	0	946,25	91,42
Noeud 798	843,637	0,825	946,16	102,52
Noeud 800	854,075	0,375	945,99	91,91
Noeud 805	849,048	0,5125	946,32	97,27
Noeud 806	839,900	0,3125	946,32	106,42
Noeud 808	839,648	0,0875	946,10	106,45
Noeud 809	839,786	0,15	946,10	106,31
Noeud 815	834,928	0	946,13	111,20
Noeud 816	842,601	0,2	946,10	103,50
Noeud 817	838,069	0,4625	946,10	108,03
Noeud 819	840,437	0	946,16	105,73
Noeud 820	847,764	0,125	946,33	98,57





ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud 821	864,805	0	946,39	81,59
Noeud 822	853,071	0,00	946,46	93,39
Noeud 823	900,000	0,00	946,15	46,15
Noeud 827	899,931	0,11	946,15	46,22
Noeud 828	899,250	0,00	946,15	46,90
Noeud 829	900,670	0,05	946,15	45,48
Noeud 834	938,725	0,00	946,46	7,73
Noeud 867	880,612	0,6	946,17	65,55
Noeud 868	868,362	0,6	946,19	77,83
Noeud 873	851,270	0,6	946,46	95,19
Noeud 874	855,849	0,6	946,46	90,61
Noeud 876	852,486	0,6	946,46	93,97
Noeud 878	847,465	0,75	896,52	49,06
Noeud 880	843,095	0,75	896,52	53,43
Noeud 881	836,931	0,75	946,32	109,39
Noeud 882	840,972	0,175	946,32	105,35
Noeud 883	839,221	0,00	896,52	57,30
Noeud 884	837,505	0,275	896,52	59,02
Noeud 885	836,973	0,00	946,32	109,35
Noeud 886	834,521	0,00	896,52	62,00
Noeud 887	834,910	0,25	896,59	61,68
Noeud 888	833,643	0,00	896,59	62,95
Noeud 889	833,987	0,00	896,59	62,60
Noeud 890	834,262	0,00	896,59	62,33
Noeud 891	831,317	0,00	896,52	65,20
Noeud 892	840,793	0,75	946,30	105,51
Noeud 893	835,463	0,00	896,52	61,06



ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud 894	834,330	0,00	896,52	62,19
Noeud 895	831,237	0,00	896,52	65,28
Noeud 896	832,157	0,00	896,52	64,36
Noeud 897	828,833	0,15	896,59	67,75
Noeud 898	830,561	0,0625	896,59	66,03
Noeud 899	827,148	0,125	896,59	69,44
Noeud 900	826,293	0,0625	896,59	70,30
Noeud 901	828,336	0,125	896,59	68,26
Noeud 902	839,838	0,2375	946,32	106,48
Noeud 903	826,704	0,125	903,24	76,54
Noeud 904	828,460	0,0875	903,24	74,78
Noeud 905	826,492	0,125	903,24	76,75
Noeud 906	825,054	0,0625	903,29	78,23
Noeud 907	825,806	0,0875	903,24	77,44
Noeud 908	824,279	0,1625	896,54	72,26
Noeud 909	826,565	0,4375	896,54	69,98
Noeud 910	821,620	0,4375	896,59	74,97
Noeud 911	820,955	0,0125	896,59	75,64
Noeud 913	813,459	0,025	896,59	83,13
Noeud 914	824,324	0,1375	896,59	72,27
Noeud 915	824,009	0,00	896,59	72,58
Noeud 916	824,270	0,00	896,59	72,32
Noeud 917	823,806	0,0125	896,59	72,79
Noeud 918	818,831	0,0375	896,59	77,76
Noeud 919	824,179	0,0125	898,16	73,98
Noeud 920	819,421	0,2125	896,59	77,17
Noeud 922	816,665	0,0125	896,59	79,93
Noeud 923	814,969	0,00	896,59	81,62
Noeud 924	811,840	0,00	896,59	84,75



ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud 925	817,293	0,075	896,52	79,23
Noeud 1009	839,956	0,75	946,07	106,11
Noeud 1010	813,267	0,1375	896,60	83,33
Noeud 1011	806,106	0,00	896,60	90,49
Noeud 1014	799,193	0,00	897,13	97,94
Noeud 1015	808,199	0,00	896,87	88,68
Noeud 1016	806,833	0,2375	896,87	90,04
Noeud 1017	809,407	0,00	896,66	87,26
Noeud 1018	808,109	0,15	896,64	88,53
Noeud 1019	804,941	0,1	896,62	91,68
Noeud 1020	807,391	0,1125	896,61	89,22
Noeud 1021	578,168	0,00	896,66	318,50
Noeud 1022	809,079	0,1125	896,64	87,56
Noeud 1023	813,071	0,05	896,61	83,54
Noeud 1025	817,745	0,025	896,61	78,86
Noeud 1026	816,249	0,0375	896,61	80,36
Noeud 1027	816,205	0,025	896,62	80,42
Noeud 1029	799,310	0,9	897,13	97,82
Noeud 1030	797,288	0,00	897,13	99,85
Noeud 1031	796,446	0,1125	896,11	99,67
Noeud 1032	800,076	0,2375	897,13	97,06
Noeud 1033	812,957	0,00	896,59	83,63
Noeud 1034	814,201	0,00	896,59	82,39
Noeud 1035	814,452	0,00	896,59	82,14
Noeud 1036	813,913	0,00	826,00	12,09
Noeud 1037	814,235	0,00	897,13	82,90
Noeud 1038	814,820	0,0125	826,00	11,18
Noeud 1039	815,311	0	896,59	81,28
Noeud 1040	815,469	0	897,13	81,67



ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud 1041	815,974	0	896,59	80,61
Noeud 1042	813,492	0	828,25	14,76
Noeud 1043	816,505	0,0125	897,13	80,63
Noeud 1044	816,901	0,00	844,00	27,10
Noeud 1046	812,676	0,05	826,00	13,32
Noeud 1048	811,007	0,0375	896,59	85,59
Noeud 1049	814,989	0,0875	896,60	81,62
Noeud 1050	809,373	0,125	896,59	87,22
Noeud 1051	824,862	0,2125	896,60	71,74
Noeud 1052	827,593	0,01	896,59	69,00
Noeud 1053	832,144	0,00	897,14	65,00
Noeud 1055	831,965	0,00	896,42	64,45
Noeud 1056	832,268	0,00	902,66	70,40
Noeud 1057	828,480	0,075	902,56	74,08
Noeud 1058	830,239	0,125	903,32	73,08
Noeud 1059	828,064	0,0875	903,29	75,23
Noeud 1060	828,317	0,125	903,24	74,93
Noeud 1061	814,792	0,075	896,00	81,21
Noeud 1062	814,298	0,2	896,00	81,70
Noeud 1063	814,813	0,31	896,00	81,19
Noeud 1064	813,823	0,00	896,00	82,18
Noeud 1065	807,493	0,625	896,12	88,63
Noeud 1067	810,420	0,35	896,00	85,58
Noeud 1068	804,893	0,00	896,01	91,12
Noeud 1069	799,848	0,00	825,99	26,15
Noeud 1072	800,266	0,1125	895,99	95,73
Noeud 1073	802,930	0,1875	825,99	23,06
Noeud 1203	803,682	0,175	931,31	127,63
Noeud 1204	804,540	0,00	896,03	91,49



ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud 1205	801,791	0,3125	895,99	94,20
Noeud 1274	800,629	0,00	931,30	130,67
Noeud 1275	798,059	0,1375	931,29	133,24
Noeud 1276	795,817	0,225	931,29	135,48
Noeud 1277	795,944	0,125	931,29	135,35
Noeud 1278	791,238	0,0875	931,29	140,05
Noeud 1279	793,834	0,275	931,29	137,46
Noeud 1284	800,313	0,2125	931,21	130,89
Noeud 1285	797,446	0,95	931,17	133,73
Noeud 1286	798,643	0,2125	931,21	132,56
Noeud 1287	802,908	0,0625	931,29	128,38
Noeud 1288	807,778	0,0625	931,29	123,51
Noeud 1292	821,766	0,00	932,48	110,71
Noeud 1293	820,469	0,0125	932,35	111,88
Noeud 1294	819,871	0,00	930,17	110,30
Noeud 1295	814,650	-18,1250	931,34	116,69
Noeud 1296	821,255	0,05	932,48	111,23
Noeud 1297	941,871	0,00	946,46	4,59
Noeud 1298	941,138	0,00	946,46	5,32
Noeud 1300	941,356	0,00	946,42	5,07
Noeud 1301	941,250	1,6875	946,44	5,19
Noeud 1302	942,549	0,00	946,46	3,91
Noeud 1303	940,733	0,00	946,46	5,73
Noeud 1304	936,144	0,00	946,38	10,23
Noeud 1305	936,535	0,6	946,41	9,88
Noeud 1307	936,891	0,00	946,46	9,57
Noeud 1308	927,991	0,00	944,44	16,45
Noeud 1311	911,796	0,00	944,17	32,37



ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud 1313	913,674	0,00	944,22	30,54
Noeud 1316	916,290	0,5375	944,17	27,88
Noeud 1317	901,138	0,00	943,92	42,78
Noeud 1318	904,697	0,00	944,01	39,31
Noeud 1319	884,531	0,0875	943,70	59,17
Noeud 1320	890,476	0,1	943,70	53,23
Noeud 1321	895,650	0,0875	943,78	48,13
Noeud 1322	902,436	0,125	943,92	41,48
Noeud 1323	907,814	0,3375	944,01	36,19
Noeud 1324	896,138	0,125	943,78	47,65
Noeud 1325	887,866	0,05	943,70	55,84
Noeud 1326	887,767	0,1375	943,70	55,93
Noeud 1327	910,185	0,00	939,85	29,66
Noeud 1328	895,491	0,00	935,23	39,74
Noeud 1329	882,444	0,00	943,58	61,14
Noeud 1330	881,709	0,0125	943,58	61,87
Noeud 1331	879,902	0,0375	943,56	63,66
Noeud 1332	872,036	0,0375	943,09	71,06
Noeud 1333	864,997	0,025	942,72	77,72
Noeud 1334	865,311	0,00	942,70	77,39
Noeud 1335	867,846	0,0375	943,09	75,25
Noeud 1336	851,689	0,05	942,72	91,03
Noeud 1337	871,061	0,0125	901,63	30,57
Noeud 1338	863,508	0,0375	942,72	79,21
Noeud 1339	856,564	0,05	942,72	86,15
Noeud 1340	840,375	0,0625	942,72	102,34
Noeud 1341	840,298	0,05	942,72	102,42
Noeud 1342	852,246	0,0375	942,72	90,47
Noeud 1343	865,196	0,025	942,54	77,35



ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud 1344	838,949	0,0875	942,72	103,77
Noeud 1345	832,917	0,025	943,15	110,23
Noeud 1346	847,142	0,2625	942,91	95,77
Noeud 1347	828,363	0,0375	943,15	114,79
Noeud 1348	821,382	0,025	943,15	121,77
Noeud 1349	864,298	0,0375	942,70	78,40
Noeud 1350	860,272	0,0375	943,37	83,10
Noeud 1351	862,366	0,00	943,37	81,00
Noeud 1352	840,202	0,0375	942,91	102,71
Noeud 1353	827,471	0,00	935,31	107,84
Noeud 1354	818,698	0,2375	935,03	116,33
Noeud 1355	847,926	0,25	935,30	87,38
Noeud 1356	829,805	0,00	936,84	107,03
Noeud 1357	872,208	0,075	943,49	71,28
Noeud 1358	879,533	0,05	943,49	63,96
Noeud 1359	882,654	0,025	943,52	60,87
Noeud 1360	889,287	0,0375	943,56	54,27
Noeud 1363	920,910	0,1	946,41	25,50
Noeud 1364	913,828	0,075	946,40	32,57
Noeud 1365	917,802	0,3	946,41	28,60
Noeud 1366	912,221	0,075	946,39	34,17
Noeud 1367	908,817	0,0375	946,39	37,57
Noeud 1368	910,266	0,05	946,39	36,12
Noeud 1369	910,826	0,075	946,39	35,56
Noeud 1370	909,805	0,3875	946,41	36,60
Noeud 1372	912,808	0,375	946,41	33,60
Noeud 1373	907,214	0,0875	946,40	39,19
Noeud 1374	895,347	0,0875	946,40	51,05



ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud 1375	915,088	0,0875	946,40	31,31
Noeud 1376	836,494	0,175	946,40	109,91
Noeud 1377	892,110	1,0125	941,95	49,84
Noeud 1378	878,458	0,15	941,95	63,49
Noeud 1379	874,991	0,075	946,15	71,16
Noeud 1380	877,522	0,0125	946,15	68,63
Noeud 1381	875,353	0,00	941,95	66,60
Noeud 1382	877,837	0,0375	941,95	64,11
Noeud 1383	865,006	0,05	941,35	76,35
Noeud 1384	875,646	0,05	941,69	66,05
Noeud 1385	850,666	0,075	906,63	55,96
Noeud 1386	846,660	0,00	907,95	61,29
Noeud 1387	850,498	0,00	940,99	90,49
Noeud 1388	868,899	0,075	941,20	72,30
Noeud 1389	865,651	0,15	941,20	75,55
Noeud 1390	843,055	0,75	907,94	64,88
Noeud 1391	830,331	0,00	903,32	72,99
Noeud 1392	832,787	0,00	903,32	70,53
Noeud 1393	830,366	0,00	903,32	72,95
Noeud 1394	831,727	0,1125	903,33	71,60
Noeud 1395	833,076	0,1125	903,33	70,25
Noeud 1396	830,354	0,00	902,66	72,31
Noeud 1397	854,070	0,00	906,42	52,35
Noeud 1398	893,361	0,00	901,64	8,28
Noeud 1399	891,529	0,00	901,64	10,11
Noeud 1400	893,890	0,00	901,64	7,75
Noeud 1401	886,781	0,4125	901,62	14,84
Noeud 1402	895,804	0,00	901,65	5,84
Noeud 1404	895,264	0,0625	901,64	6,37





ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud 1405	899,658	0,00	901,65	1,99
Noeud 1407	899,839	0,00	946,45	46,61
Noeud 1408	908,876	0,075	946,45	37,57
Noeud 1409	900,789	0,00	946,45	45,66
Noeud 1410	899,682	0,1625	946,43	46,75
Noeud 1411	896,716	0,00	946,44	49,72
Noeud 1412	903,004	0,00	946,44	43,43
Noeud 1413	895,806	0,175	946,43	50,62
Noeud 1414	891,223	0,225	946,43	55,20
Noeud 1415	895,554	0,175	946,43	50,88
Noeud 1416	899,415	0,00	946,45	47,03
Noeud 1417	900,038	0,00	901,65	1,61
Noeud 1418	899,646	0,1375	920,28	20,64
Noeud 1419	898,576	0,00	946,45	47,87
Noeud 1420	898,748	0,1125	946,45	47,70
Noeud 1421	898,105	0,00	920,28	22,18
Noeud 1422	897,830	0,0375	946,44	48,61
Noeud 1423	897,103	0,025	946,44	49,34
Noeud 1424	897,379	0,3625	920,28	22,90
Noeud 1425	885,864	0,0625	946,44	60,58
Noeud 1426	886,187	0,025	946,44	60,26
Noeud 1427	885,536	0,0125	946,44	60,91
Noeud 1428	878,428	0,0125	946,44	68,01
Noeud 1429	877,910	0,0875	946,44	68,53
Noeud 1430	878,059	0,00	946,44	68,38
Noeud 1431	878,873	0,0375	946,44	67,57
Noeud 1432	876,166	0,0875	946,44	70,27
Noeud 1433	874,775	0,1	920,28	45,50
Noeud 1434	872,858	0,05	946,44	73,58



ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud 1435	868,749	0,05	946,44	77,69
Noeud 1436	898,889	0,775	920,28	21,39
Noeud 1437	874,444	0,3625	920,28	45,84
Noeud 1438	873,361	0,1	920,28	46,92
Noeud 1439	876,878	0,1625	920,27	43,39
Noeud 1440	847,433	0,1125	920,79	73,35
Noeud 1441	841,805	0,1	920,88	79,07
Noeud 1442	849,554	0,2625	920,29	70,74
Noeud 1443	839,346	0,3375	920,86	81,51
Noeud 1444	833,235	0,15	920,28	87,05
Noeud 1445	827,753	0,3375	920,28	92,53
Noeud 1450	808,066	0,00	920,28	112,21
Noeud 1451	808,296	0,00	920,27	111,98
Noeud 1452	807,863	0,0125	920,27	112,41
Noeud 1906	940,934	0,00	946,45	5,52
Noeud 1908	932,125	1,0625	946,41	14,28
Noeud 1911	919,420	0,1875	946,40	26,98
Noeud 1916	903,596	0,0625	946,19	42,59
Noeud 1917	905,438	0,0625	946,19	40,75
Noeud 1918	902,585	0,025	946,17	43,58
Noeud 1919	907,552	0,0875	946,40	38,85
Noeud 1920	906,543	0,1	946,35	39,81



ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud 1921	864,845	0,00	911,87	47,03
Noeud 1922	896,077	0,15	901,63	5,56
Noeud 1925	899,95	0,0375	901,64	1,69
Noeud 1926	898,99	0,0875	901,64	2,65
Noeud 1927	896,881	0,3125	901,63	4,75
Noeud 1928	901,329	0,00	946,45	45,12
Noeud 1929	897,092	0,00	946,45	49,36
Noeud 1930	875,573	0,05	943,52	67,95
Noeud 1931	890,438	0,00	946,43	55,99
Noeud 1932	883,834	0,1125	946,44	62,61
Noeud 1933	898,140	0,0875	946,44	48,30
Noeud 1934	828,378	0,5625	926,44	98,06
Noeud 1935	818,609	0,3	931,56	112,95
Noeud 1936	844,736	0,4125	920,46	75,73
Noeud 1937	871,917	0,125	920,33	48,42
Noeud 1938	846,607	0,2125	922,31	75,71
Noeud 1939	852,508	0,025	920,27	67,77
Noeud 1940	852,671	0,00	920,27	67,60
Noeud 1941	853,132	0,0875	920,27	67,14
Noeud 1942	852,406	0,175	920,27	67,87
Noeud 1943	849,827	0,025	920,28	70,45
Noeud 1944	853,220	0,025	920,28	67,06
Noeud 1945	850,990	0,00	920,28	69,29
Noeud 1946	852,376	0,025	920,28	67,90
Noeud 1947	856,686	0,1125	920,28	63,59
Noeud 1948	855,900	0,1375	920,28	64,38
Noeud 1949	868,899	0,0625	920,28	51,38
Noeud 1950	869,257	0,025	920,28	51,02
Noeud 1951	867,997	0,0625	920,28	52,28



ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud 1952	868,607	0,075	920,28	51,67
Noeud 1956	818,506	0,075	931,32	112,82
Noeud 1958	807,083	0,3	895,99	88,91
Noeud 2203	820,920	0,00	933,18	112,26
Noeud 2204	835,889	0,2625	934,29	98,40
Noeud 2205	822,530	0,00	935,23	112,70
Noeud 2206	827,959	0,075	942,70	114,74
Noeud 2207	838,340	0,075	940,15	101,81
Noeud 2208	846,748	0,0625	943,15	96,40
Noeud 2209	837,007	0,0625	943,15	106,14
Noeud 2210	836,539	0,00	935,23	98,69
Noeud 2336	917,554	0,075	946,21	28,65
Noeud 2345	892,282	0,2125	946,17	53,89
Noeud 2346	858,642	0,00	935,23	76,59
Noeud 2762	940,000	0,0	946,28	6,28
Noeud 2764	945,775	0,00	946,43	0,66
Noeud 2766	944,697	0,00	946,45	1,75
Noeud 5207	815,500	0,00	931,32	115,82
Noeud 5229	873,100	0,00	901,63	28,53
Noeud 5230	870,500	0,0375	901,63	31,13
Noeud 5257	809,900	0,00	896,60	86,70
Noeud 5258	814,400	0,3	896,60	82,20
Noeud 7805	918,400	0,0875	946,19	27,79
Noeud 7806	828,900	0,1375	896,59	67,69
Noeud 7808	865,800	0,075	920,36	54,56
Noeud 7810	827,800	0,00	935,93	108,13
Noeud 7811	901,700	0,00	946,44	44,74
Noeud 7834	843,500	0,00	946,32	102,82
Noeud 7837	889,300	0,0625	946,16	56,86



ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud 7838	825,000	0,075	898,33	73,33
Noeud 7841	888,400	0,0875	946,15	57,75
Noeud 7842	816,500	0,4125	896,56	80,06
Noeud 7843	843,000	0,1125	920,32	77,32
Noeud 7844	853,100	0,0625	920,27	67,17
Noeud 7848	818,500	0,1	896,61	78,11
Noeud 7850	811,500	0,00	897,12	85,62
Noeud 7874	874,800	0,00	943,78	68,98
Noeud 7878	854,400	0,15	920,28	65,88
Noeud 7896	860,400	0,75	946,34	85,94
Noeud 7899	864,400	0,0625	946,15	81,75
Noeud 7900	868,900	0,1	941,28	72,38
Noeud 7911	840,500	0,00	942,91	102,41
Noeud 7932	795,800	0,075	931,29	135,49
Noeud 7934	836,500	0,00	896,52	60,02
Noeud 7943	828,000	0,00	897,14	69,14
Noeud 7944	837,900	0,2375	904,77	66,87
Noeud 7945	820,200	0,075	896,59	76,39
Noeud 7948	847,000	0,00	935,23	88,23
Noeud 7949	876,700	0,15	946,11	69,41
Noeud 7985	836,700	0,00	946,46	109,76
Noeud 7986	824,200	0,00	946,46	122,26
Noeud 7987	825,000	0,00	896,52	71,52
Noeud 7988	836,300	0,00	896,52	60,22
Noeud 7989	812,500	0,00	896,60	84,10
Noeud 7990	815,400	0,00	896,60	81,20
Noeud 7994	802,100	0,25	897,13	95,03
Noeud 7995	802,600	0,0875	897,13	94,53
Noeud 9008	884,300	0,00	946,46	62,16



ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud 9015	829,300	0,00	918,09	88,79
Noeud 9020	869,400	0,75	946,33	76,93
Noeud 9055	813,300	0,1625	896,59	83,29
Noeud 53470	900,000	0,00	946,15	46,15
Réservoir 10010	943,46	Sans Valeur	946,46	3,00
Réservoir 10050	943,46	Sans Valeur	946,46	3,00
Réservoir 10110	899,9	Sans Valeur	901,65	1,75
Réservoir 10150	823	Sans Valeur	826,00	3,00
Réservoir 10180	854,85	Sans Valeur	856,35	1,50



**ANNEXE B**  
(Réseau Birouana)

## État des Noeuds du Réseau à 0:00 Heures

ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud 769	923,139	0,05	941,23	18,09
Noeud 781	906,161	0,05	941,23	35,07
Noeud 784	889,464	0,05	941,23	51,76
Noeud 786	822,434	0,05	941,23	118,79
Noeud 903	826,704	0,05	941,20	114,50
Noeud 904	828,460	0,05	941,20	112,74
Noeud 906	825,054	0,05	941,21	116,15
Noeud 1053	832,144	0,05	941,22	109,08
Noeud 1056	832,268	0,05	941,21	108,95
Noeud 1057	828,480	0,05	941,21	112,73
Noeud 1058	830,239	0,05	941,21	110,98
Noeud 1059	828,064	0,05	941,21	113,15
Noeud 1292	821,766	0,05	941,20	119,44
Noeud 1293	820,469	0,05	941,20	120,73
Noeud 1304	936,144	0,05	941,23	5,09
Noeud 1305	936,535	0,05	941,23	4,70
Noeud 1308	927,991	0,05	941,23	13,24
Noeud 1311	911,796	0,05	941,23	29,43
Noeud 1313	913,674	0,05	941,23	27,56
Noeud 1316	916,290	0,05	941,23	24,94
Noeud 1317	901,138	0,05	941,23	40,09
Noeud 1318	904,697	0,05	941,23	36,53
Noeud 1319	884,531	0,05	941,23	56,70
Noeud 1320	890,476	0,05	941,23	50,75
Noeud 1321	895,650	0,05	941,23	45,58
Noeud 1322	902,436	0,05	941,23	38,79





ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud 1323	907,814	0,05	941,23	33,42
Noeud 1324	896,138	0,05	941,23	45,09
Noeud 1325	887,866	0,05	941,23	53,36
Noeud 1326	887,767	0,05	941,23	53,46
Noeud 1327	910,185	0,05	941,23	31,04
Noeud 1328	895,491	0,05	941,23	45,74
Noeud 1329	882,444	0,05	941,23	58,79
Noeud 1330	881,709	0,05	941,23	59,52
Noeud 1331	879,902	0,05	941,23	61,33
Noeud 1332	872,036	0,05	941,23	69,19
Noeud 1333	864,997	0,05	941,23	76,23
Noeud 1334	865,311	0,05	941,23	75,92
Noeud 1335	867,846	0,05	941,23	73,38
Noeud 1336	851,689	0,05	941,23	89,54
Noeud 1338	863,508	0,05	941,23	77,72
Noeud 1339	856,564	0,05	941,23	84,66
Noeud 1340	840,375	0,05	941,23	100,85
Noeud 1341	840,298	0,05	941,23	100,93
Noeud 1342	852,246	0,05	941,23	88,98
Noeud 1343	865,196	0,05	941,23	76,03
Noeud 1344	838,949	0,05	941,23	102,28
Noeud 1345	832,917	0,05	941,23	108,31
Noeud 1346	847,142	0,05	941,22	94,08
Noeud 1347	828,363	0,05	941,23	112,86
Noeud 1348	821,382	0,05	941,23	119,84
Noeud 1349	864,298	0,05	941,23	76,93
Noeud 1350	860,272	0,05	941,23	80,95
Noeud 1351	862,366	0,05	941,23	78,86
Noeud 1352	840,202	0,05	941,22	101,02



ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud 1353	827,471	0,05	941,21	113,74
Noeud 1354	818,698	0,05	941,21	122,51
Noeud 1355	847,926	0,05	941,21	93,28
Noeud 1356	829,805	0,05	941,21	111,41
Noeud 1357	872,208	0,05	941,23	69,02
Noeud 1358	879,533	0,05	941,23	61,69
Noeud 1359	882,654	0,05	941,23	58,57
Noeud 1360	889,287	0,05	941,23	51,94
Noeud 1363	920,910	0,05	941,23	20,32
Noeud 1364	913,828	0,05	941,23	27,40
Noeud 1365	917,802	0,05	941,23	23,43
Noeud 1366	912,221	0,05	941,22	29,00
Noeud 1367	908,817	0,05	941,21	32,40
Noeud 1368	910,266	0,05	941,21	30,95
Noeud 1369	910,826	0,05	941,21	30,39
Noeud 1370	909,805	0,05	941,23	31,42
Noeud 1372	912,808	0,05	941,23	28,42
Noeud 1373	907,214	0,05	941,23	34,02
Noeud 1374	895,347	0,05	941,23	45,88
Noeud 1375	915,088	0,05	941,23	26,14
Noeud 1376	896,494	0,05	941,23	44,73
Noeud 1377	892,110	0,05	941,23	49,12
Noeud 1378	878,458	0,05	941,23	62,77
Noeud 1381	875,353	0,05	941,23	65,88
Noeud 1382	877,837	0,05	941,23	63,39
Noeud 1383	865,006	0,05	941,22	76,22
Noeud 1384	875,646	0,05	941,23	65,58
Noeud 1385	850,666	0,05	941,22	90,56
Noeud 1386	846,660	0,05	941,22	94,56



ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud 1387	850,498	0,05	941,22	90,72
Noeud 1388	868,899	0,05	941,22	72,32
Noeud 1389	865,651	0,05	941,22	75,57
Noeud 1390	843,055	0,05	941,22	98,17
Noeud 1391	830,331	0,05	941,22	110,89
Noeud 1392	832,787	0,05	941,22	108,43
Noeud 1393	830,366	0,05	941,22	110,85
Noeud 1394	831,727	0,05	941,22	109,49
Noeud 1395	833,076	0,05	941,22	108,14
Noeud 1396	830,354	0,05	941,21	110,86
Noeud 1397	854,070	0,05	941,22	87,15
Noeud 1908	932,125	0,05	941,23	9,10
Noeud 1911	919,420	0,05	941,23	21,81
Noeud 1919	907,552	0,05	941,23	33,68
Noeud 1920	906,543	0,05	941,23	34,69
Noeud 1921	864,845	0,05	941,23	76,38
Noeud 1930	875,573	0,05	941,23	65,66
Noeud 2203	820,920	0,05	941,20	120,28
Noeud 2204	835,889	0,05	941,21	105,32
Noeud 2206	827,959	0,05	941,22	113,27
Noeud 2207	838,340	0,05	941,22	102,88
Noeud 2208	846,748	0,05	941,23	94,48
Noeud 2209	837,007	0,05	941,23	104,22
Noeud 7810	827,800	0,05	941,21	113,41
Noeud 7866	840,900	0,05	941,22	100,32
Noeud 7874	874,800	0,05	941,22	66,42
Noeud 7900	868,900	0,05	941,22	72,32
Noeud 7911	840,500	0,05	941,22	100,72
Noeud 7944	837,900	0,05	941,22	103,32



ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Bâche 1	945	Sans Valeur	945,00	0,00
Réservoir 10010	938,23	Sans Valeur	941,23	3,00



**ANNEXE C**  
(Réseau Sidi tahar)

## État des Noeuds du Réseau à 0:00 Heures

ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud 1354	818,698	0,1037	901,56	82,87
Noeud 1418	899,646	0,1037	901,65	2,00
Noeud 1419	898,576	0,1037	901,65	3,07
Noeud 1420	898,748	0,1037	901,65	2,90
Noeud 1421	898,105	0,1037	901,65	3,54
Noeud 1422	897,830	0,1037	901,64	3,81
Noeud 1423	897,103	0,1037	901,63	4,53
Noeud 1424	897,379	0,1037	901,65	4,27
Noeud 1425	885,864	0,1037	901,64	15,77
Noeud 1426	886,187	0,1037	901,64	15,45
Noeud 1427	885,536	0,1037	901,64	16,10
Noeud 1428	878,428	0,1037	901,64	23,21
Noeud 1429	877,910	0,1037	901,64	23,73
Noeud 1430	878,059	0,1037	901,64	23,58
Noeud 1431	878,873	0,1037	901,64	22,76
Noeud 1432	876,166	0,1037	901,63	25,47
Noeud 1433	874,775	0,1037	901,63	26,86
Noeud 1434	872,858	0,1037	901,64	28,78
Noeud 1435	868,749	0,1037	901,64	32,89
Noeud 1436	898,889	0,1037	901,64	2,76
Noeud 1437	874,444	0,1037	901,64	27,20
Noeud 1438	873,361	0,1037	901,64	28,28
Noeud 1439	876,878	0,1037	901,63	24,75
Noeud 1440	847,433	0,1037	901,62	54,18
Noeud 1441	841,805	0,1037	901,62	59,81
Noeud 1442	849,554	0,1037	901,63	52,08
Noeud 1443	839,346	0,1037	901,61	62,26
Noeud 1444	833,235	0,1037	901,62	68,39

ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud 1445	827,753	0,1037	901,62	73,87
Noeud 1446	808,866	0,1037	901,58	92,71
Noeud 1447	804,922	0,1037	901,57	96,65
Noeud 1448	791,859	0,1037	901,57	109,71
Noeud 1450	808,066	0,1037	901,59	93,53
Noeud 1451	808,296	0,1037	901,59	93,29
Noeud 1452	807,863	0,1037	901,59	93,72
Noeud 1453	802,118	0,1037	901,59	99,47
Noeud 1454	804,682	0,1037	901,56	96,88
Noeud 1455	809,515	0,1037	901,56	92,05
Noeud 1456	795,411	0,1037	901,58	106,17
Noeud 1457	795,160	0,1037	901,59	106,43
Noeud 1458	785,651	0,1037	901,58	115,93
Noeud 1459	792,479	0,1037	901,58	109,11
Noeud 1460	786,639	0,1037	901,57	114,94
Noeud 1461	786,596	0,1037	901,57	114,98
Noeud 1462	789,108	0,1037	901,57	112,47
Noeud 1463	773,260	0,1037	901,58	128,32
Noeud 1464	770,055	0,1037	901,58	131,52
Noeud 1465	767,615	0,1037	901,58	133,96
Noeud 1466	751,505	0,1037	901,57	150,07
Noeud 1467	742,243	0,1037	901,57	159,33
Noeud 1468	748,919	0,1037	901,57	152,65
Noeud 1469	730,274	0,1037	901,57	171,30
Noeud 1470	699,152	0,1037	901,52	202,37
Noeud 1476	653,898	0,1037	901,56	247,66
Noeud 1932	883,834	0,1037	901,64	17,80
Noeud 1933	898,140	0,1037	901,63	3,49
Noeud 1934	828,378	0,1037	901,58	73,20

ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud 1935	818,609	0,1037	901,57	82,96
Noeud 1936	844,736	0,1037	901,62	56,89
Noeud 1937	871,917	0,1037	901,64	29,72
Noeud 1938	846,607	0,1037	901,60	55,00
Noeud 1939	852,508	0,1037	901,60	49,10
Noeud 1940	852,671	0,1037	901,61	48,94
Noeud 1941	853,132	0,1037	901,61	48,48
Noeud 1942	852,406	0,1037	901,62	49,21
Noeud 1943	849,827	0,1037	901,60	51,78
Noeud 1944	853,220	0,1037	901,61	48,39
Noeud 1945	850,990	0,1037	901,60	50,61
Noeud 1946	852,376	0,1037	901,61	49,24
Noeud 1947	856,686	0,1037	901,63	44,94
Noeud 1948	855,900	0,1037	901,63	45,73
Noeud 1949	868,899	0,1037	901,64	32,74
Noeud 1950	869,257	0,1037	901,64	32,38
Noeud 1951	867,997	0,1037	901,63	33,64
Noeud 1952	868,607	0,1037	901,64	33,03
Noeud 1953	812,463	0,1037	901,57	89,11
Noeud 1954	688,373	0,1037	901,57	213,19
Noeud 1955	0,000	0,1037	901,57	901,57
Noeud 2200	716,097	0,1037	901,53	185,44
Noeud 2689	661,430	0,1037	901,56	240,13
Noeud 7801	812,500	0,1037	901,61	89,11
Noeud 7808	865,800	0,1037	901,64	35,84
Noeud 7843	843,000	0,1037	901,63	58,63
Noeud 7844	853,100	0,1037	901,61	48,51
Noeud 7875	773,000	0,1037	901,58	128,58
Noeud 7876	771,600	0,1037	901,58	129,98



ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud 7878	854,400	0,1037	901,62	47,22
Bâche 1	950	Sans Valeur	950,00	0,00
Réservoir 10110	899,9	Sans Valeur	901,65	1,75