

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR- ANNABA



جامعة باجي مختار-عناابة

FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIORAT

DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE

MEMOIRE DE MASTER

DOMAINE SCIENCES ET TECHNIQUES

FILIERE HYDRAULIQUE

OPTION HYDRAULIQUE URBAINE

Thème

MODELISATION DE LA DEMANDE EN EAU
DU RESEAU D'AEP CAS DE LA VILLE D'EL BOUNI

Présenté par :

SAOU YOUCEF

Dirigé par :

M. CHABI MONCEF

Jury de soutenance :

Président :

- M.HAMMAR YAHIA M C A HYDRAULIQUE U. ANNABA

Examineurs :

- SAADANE NACEUR M A A HYDRAULIQUE U. ANNABA

- LAOUACHRIA FARES M A A HYDRAULIQUE U. ANNABA

- CHABI MONCEF M A A HYDRAULIQUE U. ANNABA

Promotion : JUINE 2018

DEDICACES

- Je dédie ce modeste travail :

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

À Mes très chères sœurs et frères : Anis Mokhtari, Mehdi, Sabri, Imed, Mohamed El Amine, Oulfa, Abir, Nihel, Imène, Houda, Yesr, Karim, Housseem.
Et à Toute la promotion 2017-2018 du département option Hydraulique Urbaine.

À Toute ma famille, mes oncles, cousins.

Que ce travail soit un témoignage de ma gratitude et mon profond respect à mes professeurs : CHABI MONCEF et LAOUACHRIA FARES et SAADANE NACEUR et M. HAMMAR YAHIA.

SAOU YUCEF

SOMMAIRE

Remerciement	
Dédicace	
Résumé	
Liste des figures	
Listes des tableaux	
Sommaire	
Introduction générale	

CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

1-1 DESCRIPTIONS DE LA ZONE D'ETUDE	1
1-1-1 SITUATION REGIONALE	1
1-1-2 PRESENTATIONS DE LA ZONE D'ETUDE	2
1-1-3 SITUATION TOPOGRAPHIQUE ET MORPHOLOGIQUE	3
1-1-4 CLIMATOLOGIE	3
1-2 RESSOURCES ET BESOINS EN EAU	4
1-2-1 RESSOURCES EN EAU	4
1-2-2 BILAN DE PRODUCTION	5
1-2-3 LES RESERVOIRS DES STOCKAGES DE LA COMMUNE D'ELBOUNI	5
1-2-4 LE SCHEMAS DE RESEAU D'ADDUCTION DE LA COMMUNE	10
1-3 CONDUITES DE DISTRIBUTIONS D'AEP D'ELBOUNI.....	12
CONCLUSION	13

CHAPITRE 2 : ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

1-2 ESTIMATION DES BESOINS EN EAU.....	14
1-2-1 INTRODUCTION	14
1-2-3 ESTIMATION DES POPULATION.....	14
1-2-3 ESTIMATION DU DEBIT MOYEN JOURNALIER	14
1-2-4 CONSOMMATION DOMESTIQUE	15
2-2 ETUDE DE VARIATIONS DES DEBITS	15

2-2-1 DEBET MAXIMAL JOURNALIER	16
2-2-2 DEBIT MAX HORAIRE	16
3-2 LES EQUIPEMENTS	17
3-2-1 BESOIN EN EAU SANITAIRE	17
3-2-2 BESOIN SCOLAIRE	17
3-2-3 BESOINS ADMNISTRATIFS	18
3-2-4 BESOINS SOCIAUX CULTURELS ET SPORTIFS	18
CONCLUSION	19

CHAPITRE 3 : SECTORISATION DU RESEAU D’AEP DE LA COMMUNE EL BOUNI

1-3 DEFINITION	20
2-3 OBJECTIFS DE LA SECTORISATION.....	20
3-3 DIFFERENTS TYPES DE SECTORISATION	20
3-4 ARCHITECTURE DES SECTEURS D’EL BOUNI	21
a- SECTEUR SONA 1 (DN 500)	21
b- SECTEUR SONA 2 (DN 200)	24
c- SECTEUR CAPC (DN 400)	25
d- SECTEUR SONA-REF (DN 400)	27

CHAPITRE 4 : MODELISATION DE RESEAU VIA EPANET

1-4 INTRODUCTION	29
2-4 HISTORIQUE DU LOGICIEL EPANET	29
3-4 PRÉSENTATION DU LOGICIEL EPANET	29
4-4 CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DU LOGICIEL.....	31
5-4 CONSTRUCTION DU MODELE DE RESEAU D’ELBOUNI PAR (EPANET)..	31
6-4 LES DONNEES NECESSAIRES POUR LA MODELISATION DU RESEAU ...	32
7-4 CONSTRUCTION DU RESEAU SOUS EPANET	37
8-4 ETUDE CRITIQUE DU RESEAU.....	37
8-4-1 SIMULATIONS AVEC LA METHODE «DEN ».....	38
8-4-2 SIMULATION AVEC METHODE «DPS ».....	43

8-4-3 SIMULATION AVEC METHODE «DPH ».....47

CONCLUSION.....50

CONCLUSION GENERALE51

INTRODUCTION GENERALE

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

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

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

La disponibilité de plus en plus de modèles fiables de gestion et de conception des infrastructures hydriques permet à ces buts d'être entièrement atteints plus que jamais avant. Dans la littérature de la modélisation des réseaux d'eau, nous trouvons plusieurs modèles, malgré que les uns se différencient par rapport aux autres par leurs formulations mathématiques, algorithmes, domaines d'application, facilités d'utilisations, mais à la fin tous les programmes de modélisation des réseaux de conduites sont similaires. Chaque programme détermine la répartition des débits dans le réseau et le calcul des pressions, les pertes de charge dans les conduites en plus tous les programmes sont basés sur une résolution matricielle des équations qui régissent les phénomènes hydriques.

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre travail dont l'objectif est l'élaboration d'un modèle de calcul de la demande en eau pour le réseau d'AEP de la ville D'ANNABA (Commune D'ELBOUNI) et de gérer son fonctionnement à l'aide de l'environnement EPANET.

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

Dans ce travail, on se propose de modéliser le réseau d'AEP de la ville d'Annaba de la commune d'Elbouni en se servant des environnements EPANET. Les erreurs relatives au tracé du réseau disponible sur l'environnement Auto CAD (fourni par les autorités locales) sont minimisées en utilisant l'outil Google Earth et MapInfo. Aussi, les données manquantes, relatives aux différentes cotes du réseau sont acquises en utilisant les outils disponibles dans les susdits environnements. A la fin, une étude critique du réseau actuel de l'AEP d'Elbouni a été élaborée. Le travail a été scindé en quatre chapitres :

- CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.
- CHAPITRE 2 : ESTIMATION DES BESOINS EN EAU.
- CHAPITRE 3 : SECTORISATION DU RESEAU D'AEP DE LA COMMUNE EL BOUNI.
- CHAPITRE 4 : MODELISATION DE RESEAU VIA EPANET.

CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

1-1 DESCRIPTIONS DE LA ZONE D'ETUDE :

1-1-1 SITUATION REGIONALE :

La région de Annaba est située au nord-est algérien sur la totalité de la frange tellienne entre les latitudes $36^{\circ}30'$ Nord et $37^{\circ}03'$ et les longitudes $7^{\circ}20'$ est et $8^{\circ}40'$. Elle occupe une position stratégique sur le littoral septentrional de la méditerranée. Elle s'étend sur une superficie de 1412 km^2 , sa population est de 600.000 habitants environ, soit une densité de 425 hab/km^2 . Elle est limitée : au nord par la mer méditerranéenne, au sud la wilaya de Guelma, à l'est la wilaya de Tarf et à l'ouest par la wilaya de Skikda.

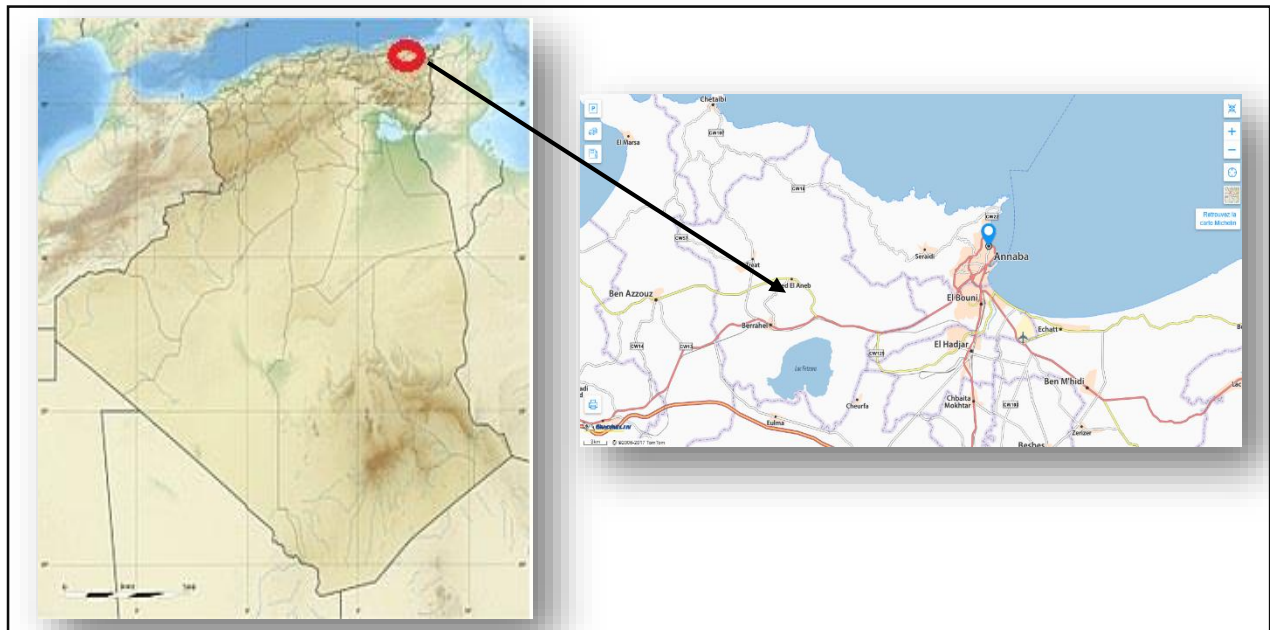


Figure 1 : la carte de la situation géographique de la wilaya d'Annaba

1-1-2 PRESENTATIONS DE LA ZONE D'ETUDE :

L'agglomération urbaine de la commune d'EL BOUNI est située au périphérique Sud-ouest de la métropole d'Annaba a la limite des communes adjacentes d'Annaba et de Boukhadra 3 est limitée :

- ✚ Au Nord par la commune d'Annaba .
- ✚ Au Sud par la commune d' El-Hadjar et Sidi Amar .
- ✚ A l'Est par la commune Boukhadra .
- ✚ A l'Ouest par la commune de Berrahal .

Elle s'étend sur superficie de 94,24 Km² et concentre une population de 35518 habitants (2017).



Figure 2 : carte de la commune d'elbouni (Zone d'étude)

1-1-3 SITUATION TOPOGRAPHIQUE ET MORPHOLOGIQUE :

La zone de commune représente un relief accidenté sur tout aux extrémités de la ville.



Le terrain qui fait l'objet de notre étude, présente une morphologie variée, allant des pentes douces au centre, aux pentes raides aux extrémités.

De cela constate plusieurs catégories des pentes de 0% à 35%.

1-1-4 CLIMATOLOGIE :

Le climat de la commune d'EL BOUNI est identique à celui de la plaine d'Annaba qui est du type méditerranéen avec deux tendances bioclimatiques liées à la topographie, à la mer et à la végétation.

En général sur les hauteurs règne un climat subhumide et sur les parties basses (plaine) un climat subhumide chaud. Il se caractérise par deux saisons :

-  Une saison hivernale douce et humide allant d'Octobre à Avril avec 86% des précipitations et une température moyenne de 14,3 °C.
-  Une saison estivale chaude et sèche allant de Mai à Septembre avec 14% des précipitations et une température moyenne de 24 °C.

Une étude synthétique :

La zone d'ELBOUNI est située au Sud de la wilaya d'Annaba caractérisées par deux saisons :

Une température minimale de 11 °C au mois de janvier, une température maximale de 25 °C au mois d'août et d'une précipitation annuelle d'environ 288.3 mm.

Un terrain très accidenté des formations géologiques alluvionnaire d'origine laguno-marine et de formation métamorphiques.

Les hauteurs des pluies enregistrées durant la période (2001 – 2010) dans la station de Séraïdi est illustré dans le tableau, la distribution des précipitations moyennes mensuelles.

Tableau 1 : Hauteur Moyennes Mensuelles de Précipitation de la station de Séraïdi.

Mois	J	F	M	A	M	J	JT	AT	S	O	N	D
Séraïdi	200	130.8	63	115.6	55	13.51	4.1	20.9	71.5	105	198	214.5

Source : ANRH Annaba

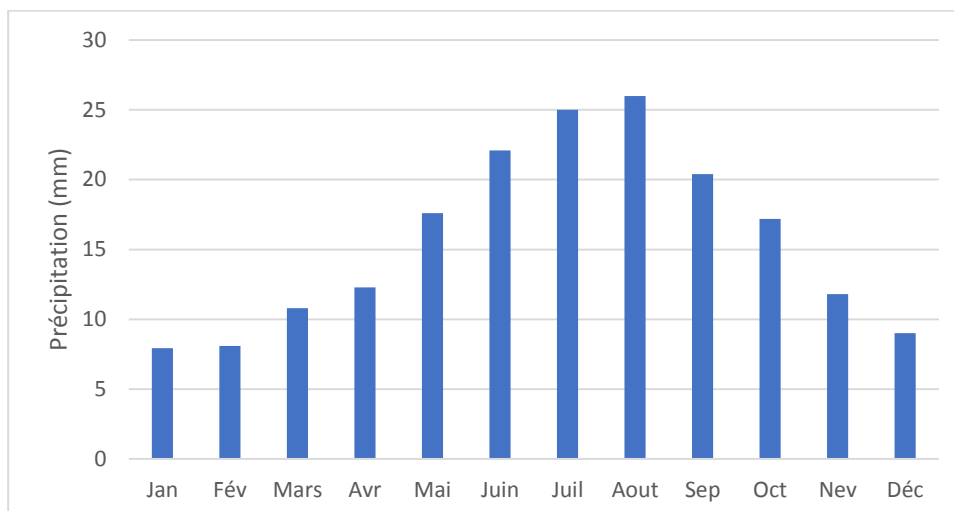


Figure 3 : Hauteur moyenne mensuelle de précipitation (mm)

Les plus basses températures s’observent en Janvier, Février, le mois de janvier est le plus froid.

Tableau 2 : Températures Moyennes Mensuelles en C °(2001-2010)

Mois	J	F	M	A	M	J	JT	AT	S	O	N	D
S éraïdi	7.93	8.1	10.8	12.28	17.6	22.1	25	26	20.4	17.2	11.8	9

Source : ANRH Annaba

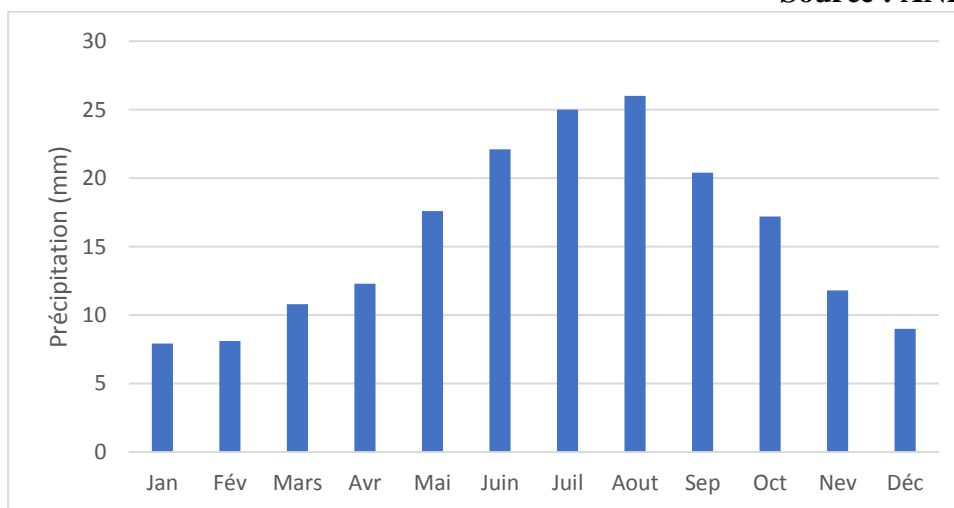


Figure 4 : température moyennes mensuelle

1-2 RESSOURCES ET BESOINS EN EAU :

1-2-1 RESSOURCES EN EAU :

La ville d’Annaba est alimentée par la combinaison de ressources superficielles à partir des barrages de Cheffia et Mexa et de ressources souterraines provenant des champs de captage de Bouteldja, Salines et Pont Bouchet.

- ✓ Le Barrage Cheffia, d'un volume régularisable de 95 HMm³/ans, assure l'alimentation en eau d'Annaba et l'irrigation du périmètre Bouna moussa (16500 ha).
- ✓ Le Barrage Mexa d'un volume régularisable de 44 Hm³/ans, assure l'alimentation en eau de la wilaya d'El Tarf et de la willaya d'Annaba. Il permet (Barrage Mexa) la Mobilisation de 16 millions de m³/ans Pour Annaba.
- ✓ Les champs de captage sont composés de 32 Forages a Bouteldja Produisant 28000m³/j, 9 Forage aux Salines dont 7 forages fonctionnant 24h/24h assurent 10000 m³/j et 6 forages à Pont Bouchet pouvant assurer 3000 m³/j.

1-2-2 BILAN DE PRODUCTION :




Le Tableau n°3 suivant montre la quantité d'eau mobilisable à travers les ressources disponibles et son affectation d'après ADE (L'ALGRIENNE DES EAUX).

Tableau 3 : Bilan de la production d'eau (m³/j) (D'après ADE)

Ressources	Soutirages	Affectation (annaba)
Barrage Cheffia	130 000	90 000
Barrage Mexa	550 00	28000
Nappe Bouteldja	360 00	20100
Nappe Salines	7000	7000
Nappe pont Bouchet	1000	1000
Total (m ³ /j)	229 000	146 100

1-2-3 LES RESERVOIRS DES STOCKAGES DE LA COMMUNE D'ELBOUNI :

Les réservoirs d'eau potable jouent un rôle prépondérant pour :

-  Maintenir la pression dans les réseaux.
-  Assurer l'approvisionnement en eau pendant les heures de pointe.
-  Assurer un stockage de secours en cas d'arrêt de la production.

Réservoir d'adduction :

Au nouveau de stockage il y'a deux (2) différents réservoirs dans le réseau d'El Bouni pour l'adduction et tous les réservoirs sont semi-enterrés.

❖ Réservoir de Boukhadra POS :

Ce réservoir de Boukhadra alimente le réservoir d'APC comme renforcement mais aussi alimente celui du Sidi Salem, Dont les exploitants de ADE.

Les Caractéristiques de Réservoir :

- Altitude : 105 m
- Volume : 5 000 m³
- Demande en eau à l'aval : 6 270 m³/j
- La réalisation de réservoir: 2007
- Origin de l'eau : SP Boukhadra et nouvelle adduction de chaiba.
- La zone de service : les nouveaux quartiers en course de construction du POS 3 et des autres POS secteur.

❖ Réservoir de CAP 2*2500m³ :

Ce nouveau réservoir viendra renforcer les moyens de stockage de Bouni qui sont notoirement insuffisants ; il correspondra à l'ouest de la zone aux développements urbains de Bouzarourah.

Les Caractéristiques de Réservoir :

- Altitude : 100 m.
- Volume : 5 000 m³.
- Ech éance de réalisation : 2010.
- Origine de l'eau : piquage sur la nouvelle adduction de chaiba.
- Demande en eau à l'aval : 4 427 m⁰/j.
- La zone de service : Bouzarourah ;boussedra

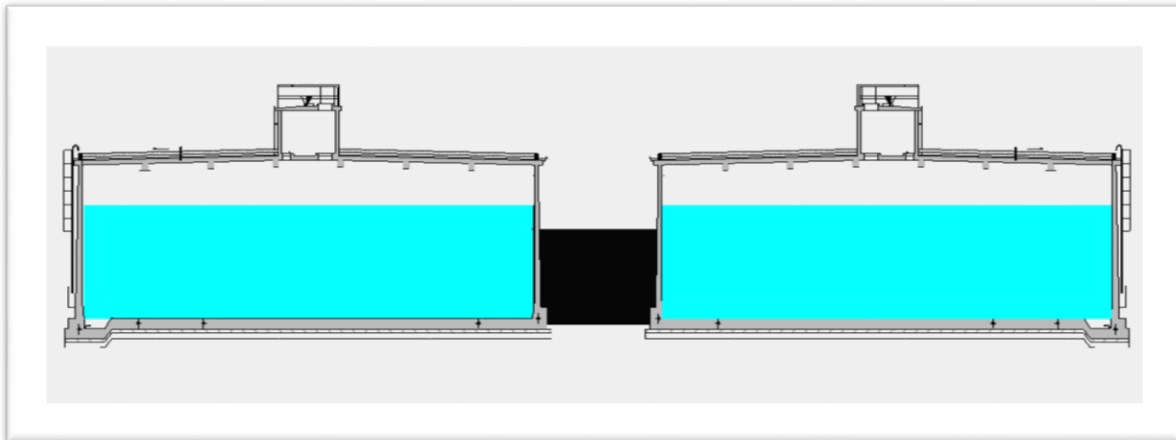


Figure 5 : Schéma synoptique de l'ouvrage (Réservoir 2*2 500 m³)



Figure 6 : Image satellite de l'ouvrage

❖ Réservoir 3 000 m³ : (Bouni)

La capacité actuelle de ce réservoir n'est pas suffisante vu la taille de la zone de service.

Les Caractéristiques de Réservoir :

- Altitude : 76 m.
- Volume : 3 000 m³.
- Demande en eau : 13 417 m³/j.
- Échéance de réalisation : 2010.
- Origine de l'eau : la SP Boukhadra et l'adduction nouvelle Chaiba.
- H min : 0,5 m et H max : 6,0 m
- La zone de service : El Bouni CHEF LIEU.

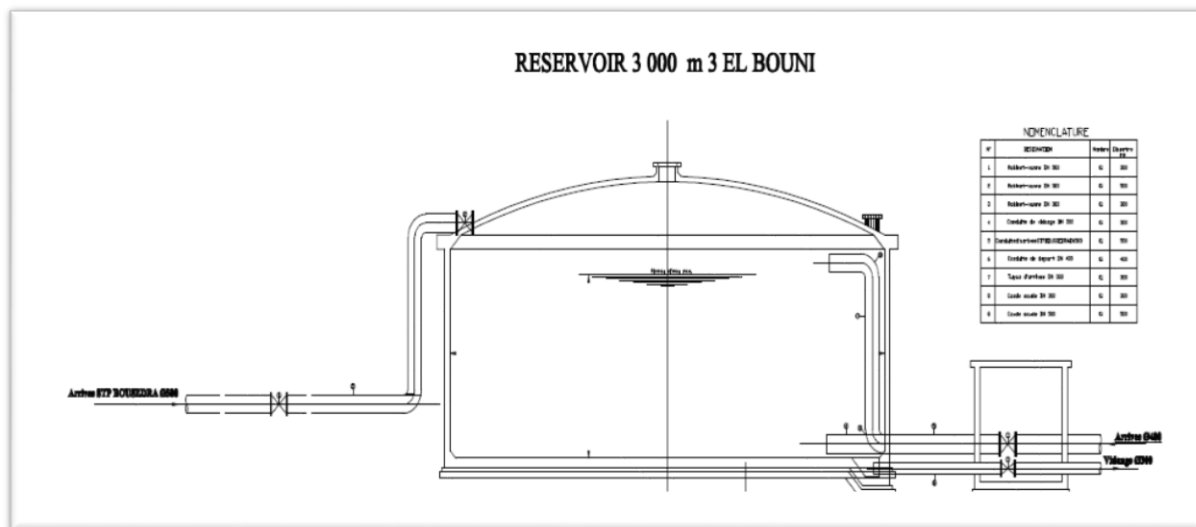


Figure 7 : Schéma synoptique de l'ouvrage (Réservoir 3 000 m³)



Figure 8 : Image satellite de l'ouvrage

❖ **Réservoir 2*2000 m³ (SONATIBA) :**

Ce réservoir alimenter gravitairement le réservoir de Bussedra zone base.

Les Caractéristiques de Réservoir :

- Altitude : 94 m
- Volume : 4 000 m³
- Demande en eau : 10 401m⁰/j
- Echéance de réalisation : 2010
- Origine de l'eau : La nouvelle SP Bouzarourah et l'adduction de Chaiba.
- H min : 0,5 m et H max : 3,5 m
- La zone de service : les quartiers de Bouni de l'étage moyen.

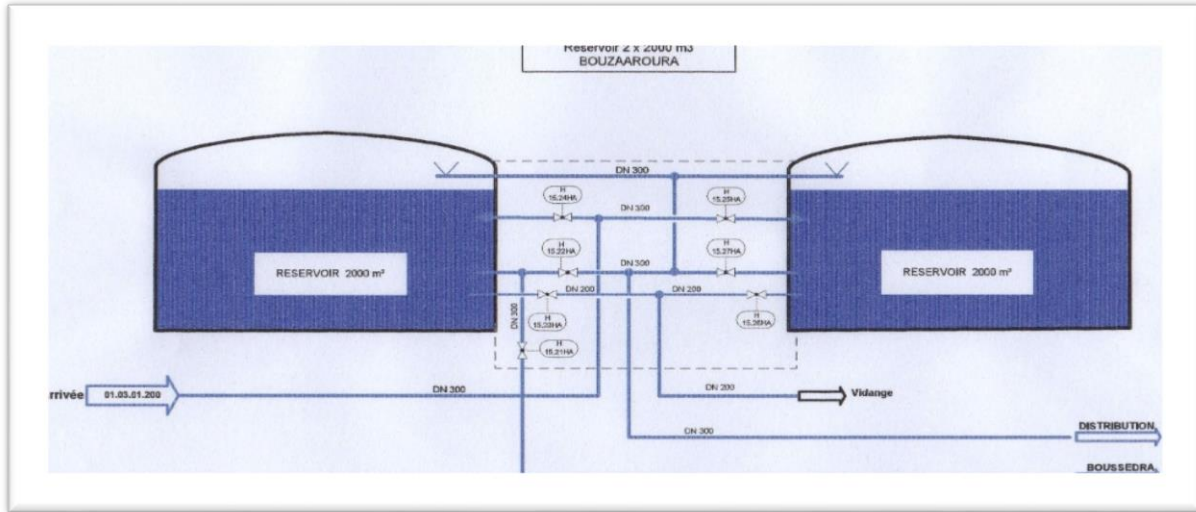


Figure 9 : Schéma synoptique de l'ouvrage (Réservoir 2*2 000 m³)



Figure 10 : Image satellite de l'ouvrage

1-2-4 Le Schémas de Réseau D'adduction de la commune :

Dans le schéma directeur de la Ville d'Annaba, la commune d'elbouni se situe à la première position pour le renforcement ou zone a problème alors de cette faite beaucoup de solution ont été envisag é mais le plus approprié sont dans figure suivante, cette technique a une ingéniosité remarquable de l'alimentation de la commune ou l'alimentation se fait du réservoir en réservoir et la sectorisation par zone le plus haute au plus bas.

Différents schémas d'adduction d'eau potable, remplissage de réservoir.

- Ancienne chaine de réseau d'adduction de la commune d'elbouni :

Les deux réservoirs celui de 3000 m³ et 2*2000 m³ s'alimentent par le suppresseur DN 300 mm qui a un piquage sur le conduit d'amener de 900 mm qui vient de station de chaiba et ravitaillé successivement toutes les semi-enterré de D'APC 3000 m³ et se s'éparer avec une autre conduite de 400 mm au réservoir de somatisa (2*2000m³).

- A défaut d'accomplissement de la chaine tracer par le bureau d'étude de 2010 Ils ont temporairement modifié à installer deux réservoirs avec celui de boukhadra3 et celui de Bussedra qui ravitaillés les 2 réservoirs de distribution de 3000m³ et 4000m³.

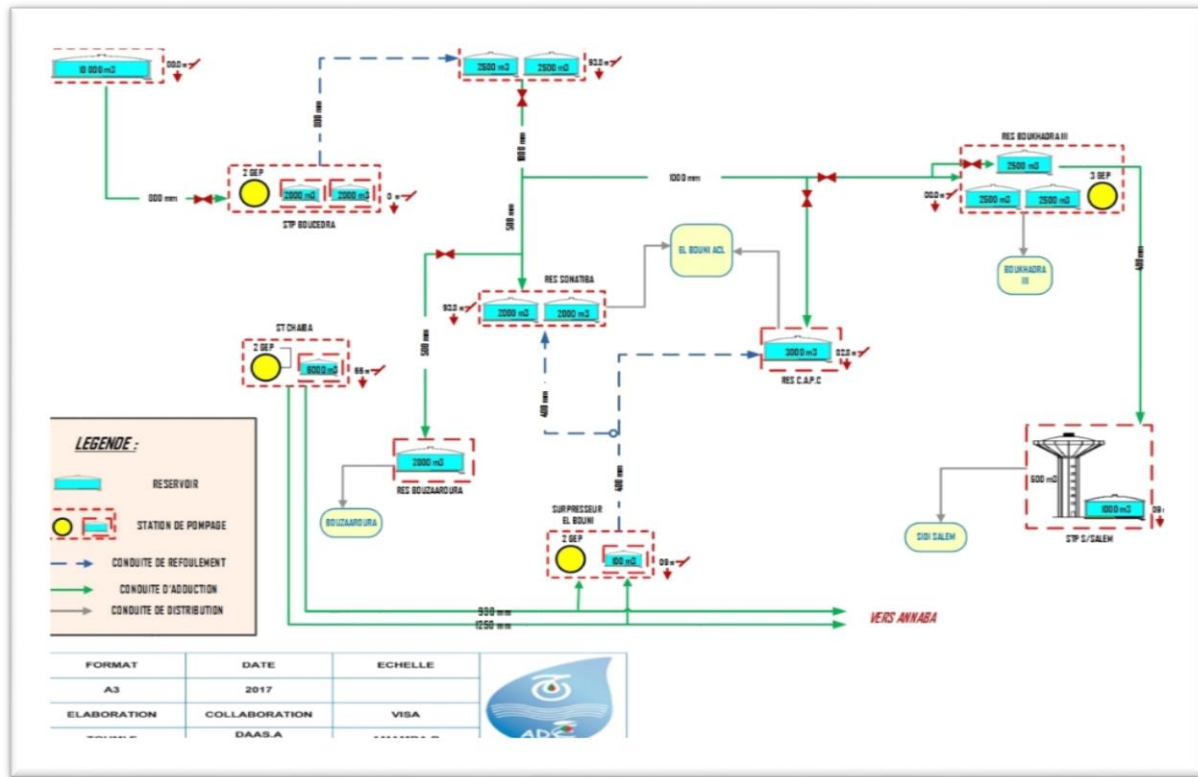


Figure 11 : SCHEMA SYNOPTIQUE D'AEP DE LA WILAYA D'ANNABA DE LA COMMUNE EL BOUNI

1-3 CONDUITES DE DISTRIBUTIONS D'AEP D'ELBOUNI :

Le réseau de la commune d'elbouni centre très âgés et très complexes et elle est composée d'environ 25911,28m de canalisation distribuant un volume d'eau environ 23818m³/j.

Le tableau 04 et la figure N°12 ci-dessous représentent la répartition des longueurs du réseau en fonction de leur nature de construction.

Tableau N°4 : Répartition linéaire des conduites selon leurs matériaux.

Matériaux	Longueur de canalisation	Pourcentage
PEHD	14,80 km	52,32%
PVC	9,68 km	34,22%
ACIER	2,89 km	10,22%
FD	0,92 km	3,25%

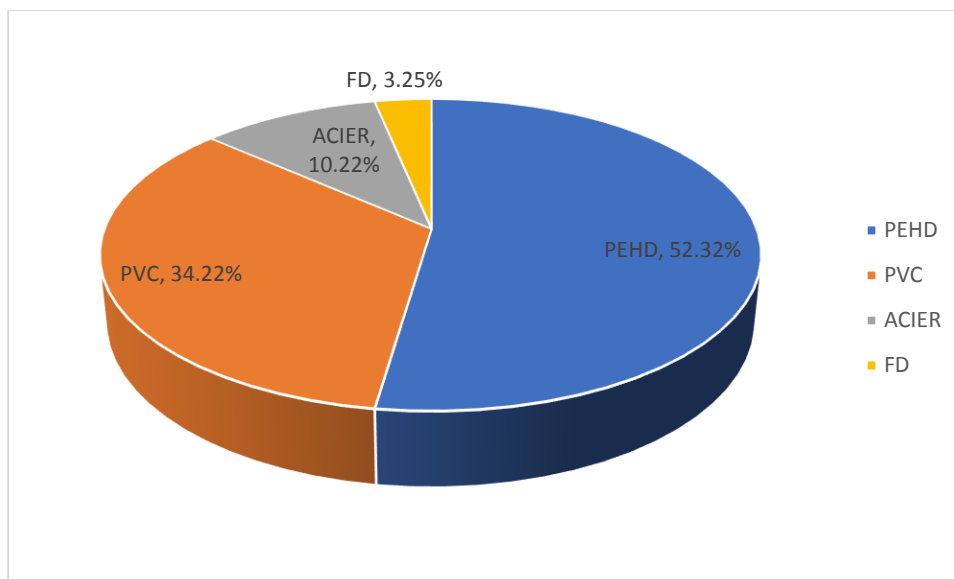


Figure N°12 : Répartition linéaire des conduites selon leurs matériaux.

- **CONCLUSION :**

Dans ce chapitre, nous avons défini les données nécessaires concernant notre zone d'étude du point de vue topographique, démographique et zones d'extension, par suite nous dimensionnement du réseau d'AEP de l'agglomération de EL BOUNI CENTRE.

CHAPITRE 2 : ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

1-2 ESTIMATION DES BESOINS EN EAU :

1-2-1 INTRODUCTION :

Dans ce chapitre en va estimer les besoins en eau potable de l'agglomération de la zone LA ZONE D'ETUDE (EL BOUNI). Le réseau d'eau D'EL BOUNI doit satisfaire les besoins en eau de la population concernée qui varient considérablement en fonction des conditions locales, du niveau de vie et de l'importance des équipements.

1-2-3 ESTIMATION DES POPULATIONS :

Les ouvrages de l'hydraulique Qu'on envisage d'utiliser dans le domaine de la distribution dans le milieu urbain doivent pouvoir répondre aux besoins de la population pendant un certain période appelle durée d'utilisation.

On peut calculer la population future à partir de la Formula d'accroissement exponentielle :

$$P_f = P_0 * (1 + T)^N$$

- P_f : population future.
- P_0 : population actuelle.
- T : taux d'accroissement annuel de la population.
- N : nombre d'année 20 ans.

TABLEAU N 5 : Estimation de la population pour différents horizons

Année	2018	2023	2028	2033	2038
Nombre d'habitants	35518	38 263	41 220	44 406	47 838

L'estimation de la population pour différent horizon est indiquée dans le tableau avec un taux d'accroissement de 1.5% d'après office national de la statistique algérienne (ONS).

1-2-3 ESTIMATION DU DEBIT MOYEN JOURNALIER :

Le débit moyen journalier est défini comme étant le produit de la dotation journalière par le nombre d'habitants :

$$Q_{\text{moyj}} = P_f * N/1000$$

- Q_{moyj} : Débit moyen journalier.
- P_f : nombre d'habitants.
- N : Dotation journalière.
- Nous divisions par miles ce juste pour la convertissions.

1-2-4 CONSOMMATION DOMESTIQUE :

Le tableau ci-dessous nous donne la consommation d'eau de consommation actuelle et future.

TABLEAU N 6 : Consommation moyen journalière

Année	Nombre d'habitants	Dotation (L/j/hab)	Consommation moyen journalière (m ³ /j)
2018	35518	160	5682.88
2038	47 838	160	7654.08

(Source : ADE ELBOUNI)

En Raison des pertes et des fuites d'eau dans le réseau, de 12% la consommation journalière

TABLEAU N 7 : Consommation moyen journalière après majoration

Année	Consommation en (m ³ /j)	Majoration 12%	Consommation après majoration en (m ³ /j)
Besoins Domestiques 2018	5682.88	681.95	6364.83
Besoins Domestiques 2035	7654.08	918.5	8572.58

(Source : ADE ELBOUNI)

2-2 ETUDE DE VARIATIONS DES DEBITS :

Le réseau de distribution doit être en mesure de fournir, des pressions acceptables, des débits et des volumes d'eau requis, pour que ces performances soient satisfaisantes, en tout temps, au cours de sa durée de sa vie utile.

Les différentes consommation mensuelles, journalières sont les causes principales de la variation du débit.

- Variation annuelle : Dépend du niveau de vie de la population
- Variation mensuelle : selon l'importance de la ville
- Variation horaire

2-2-1 DEBET MAXIMAL JOURNALIER :

L'ingénieur doit dimensionner les réservoirs et calculer les débits à pomper en se basant sur le Principe d'assurer l'eau au consommateur pendant la journée la plus chargée de l'année.

$$Q_{J \max} = Q_{j \text{ moy}} * K_{j \max}$$

- $Q_{j \max}$: Débit maximal journalier
- $Q_{j \text{ moy}}$: Somme des besoins journalière
- $K_{j \max}$: Coefficient de variation journalière maximale (1.1 - 1.3).

Pour notre projet nous adoptons le coefficient de variation journalière maximale : $K_{J \max} = 1.3$

DONC ON à :

$$Q_{j \max} = 8572.58 * 1.3 = 11144.354 \text{ m}^3/\text{j}$$

2-2-2 DEBIT MAX HORAIRE :

D'habitude le débit maximal horaire est déterminé à partir de :

$$Q_{h \max} = K_{h \max} * Q_{j \max} / 24$$

$K_{h \max}$ est le coefficient de variation horaire maximale.

$$K_{h \max} = \alpha_{\max} * \beta_{\max}$$

$$\alpha_{\max} = 1.2-1.4$$

On admet : 1,4

β_{\max} : Coefficient tenant compte du nombre d'habitant (voir le tableau).

TABLEAU N° 8 : les différentes valeurs de β_{\max} en fonction de population

Nombre D'habitants par 1000	1	2	2.5	4	6	9	20-40	50
β_{\max}	2	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.15

Pour une population de 35518 hab. on a :

$$\beta_{\max} = 1.2$$

$$K_{h \max} = 1.4 * 1.2 = 1.68$$

$$Q_{H \max} = (1.68 * (11144.354 / 24)) = 780.10 \text{ m}^3/\text{h}$$

Le débit max horaire est en fonction de nombre d'habitants, le débit horaire d'une agglomération est variable selon l'importance de cette dernière.

3-2 LES EQUIPEMENTS :

3-2-1 BESOIN EN EAU SANITAIRE :

On attend par besoin sanitaire les quantités d'eau demandent par les polycliniques et le centre de santé de la commune elbouni.

Tableau N 9 : Détermination des besoins sanitaire

Désignations	Consumation moyen journalière (m³/j)
Centre de Sante	26.25
Polyclinique	21.345
Hôpital	20.4
TOTAL	67.995

(Source : ADE Annaba -ELBOUNI)

3-2-2 BESOIN SCOLAIRE :

Tableau N 10 : Détermination des besoins SCOLAIRE

Désignations	Consumation moyen journalière (m³/j)
(8) ECOLE	165
(3) CEM	75.54
(3) Lycée	112.50
TOTAL	353.04

(Source : ADE Annaba -ELBOUNI)

3-2-3 BESOINS ADMINISTRATIFS :

Tableau N 11 : Détermination des besoins ADMINISTRATIFS

Types de besoins	Consommation moyenne journali ère (m ³ /j)
Edilitaire (gendarmerie, la police)	123.22
Siege APC	55
DAIRA APC	62.12
TOTAL	240.34

(Source : ADE Annaba -ELBOUNI)

3-2-4 BESOINS SOCIAUX CULTURELS ET SPORTIFS :

Tableau N °12 : D etermination des besoins SOCIAUX CULTURELS ET SPORTIFS

Types de besoins	Consommation moyenne journali ère (m ³ /j)
Centre culturel	16
Maison de jeune	8
Equipement sportif	48.55
TOTAL	72.55

(Source : ADE Annaba -ELBOUNI)

Tableau N °13 : D etermination des besoins totaux

TYPE DE BESOINS	Consommation moyenne journali ère (m ³ /j)	Consommation moyenne journali ère (L/s)
ADMNISTRATIFS	240.34	2.78
SOCIAUX CULTURELS ET SPORTIFS	72.55	0.84
SCOLAIRE	353.04	4.09
SANITAIRE	67.995	0.8
DOMESTIQUES	11144.354	128.986
	BESOINS TOTAUX DE RESEAU D'ELBOUNI CHEF-LIEU	137.5

(Source : ADE Annaba ELBOUNI)

- CONCLUSION :

L'objectif de ce travail est de vérifier si le réseau actuel alimentant cette agglomération est bien dimensionné et peut répondre aux besoins de cette agglomération. Pour critiquer le réseau actuel, à des simulations avec un débit de base de $5682.88 \text{ (m}^3/\text{j)}$. Ce débit, bien sûr ne pourra assurer les 160 l/j/hab que si la demande est uniforme dans le temps.

CHAPITRE 3 : SECTORISATION DU RESEAU D'AEP DE LA COMMUNE EL BOUNI

1-3 DEFINITION

La sectorisation est d'écoupage du réseau en secteurs (ou Mailles) qui seront éventuellement divisés en sous-secteurs s'ils sont grands. Chaque secteur ou sous secteur doit pouvoir être isolé facilement du reste du réseau.

Les quantités d'eau entrant dans chaque maille doivent pouvoir être mesurées ; de même celles consommées par les clients doivent être quantifiées.

Le principe est de découper le réseau de la zone d'ELBOUNI en sous-Réseau pour lesquels les volumes mis en distribution et/ou les débits sont suivis en permanence ou de façon temporaire. Et il s'agit de suivre l'évolution des débits de suivre l'évolution des débits de nuit transitant dans les secteurs parallèlement à l'évolution des volumes journaliers distribués.

De l'analyse de ces données on peut définir le secteur le plus fuyard.

2-3 OBJECTIFS DE LA SECTORISATION :

Les principaux Objectifs à atteindre ici sont :

- ✚ L'Isolément Rapide des fuites pas la fermeture d'une ou de deux vannes.
- ✚ La Recherche plus efficace des fuites.
- ✚ Mieux connaître l'état de la consommation en temps réel.
- ✚ Faciliter l'alimentation par secteur.
- ✚ Mieux cibler le réparation et travaux effectués son réseau.
- ✚ La Réduction des pertes d'eau à l'occasion des interventions sur réseau (fuite ; raccordement Ext).
- ✚ Une meilleure maîtrise du réseau.

3-3 Différents types de sectorisation :

Ils existent deux (2) familles des sectorisations à savoir :

- Sectorisation permanente.
- Sectorisation provisoire.

Il peut être utile d'effectuer une sectorisation permanente sur les secteurs qui présentent des risques des fuites les plus élevés.

2-3 ARCHITECTURE DES SECTEURS D'EL BOUNI :

La réalisation d'un diagnostic de réseau nécessite la mise en place d'une démarche progressive. Ce diagnostic de réseau peut s'inscrire dans un contexte plus global d'étude du système d'alimentation en eau potable incluant. Les matériaux représentés dans les différents secteurs sont signalés par des numéros comme il nous montre le tableau suivant :

Tableau N°14 : Signalisation des matériaux de construction des conduites

N°MATERIAU	MATERIAU
119	AMIANTE CIMENT
120	BETON
122	ACIER
123	GALVA
127	PVC
128	PEHD
130	FG
135	FD

La région d'el bouni comprend quatre secteurs, une explication détaillée de chacun sera présentée comme suit :

a- SECTEUR SONA 1 (DN 500) :

Le secteur SONA 1 est alimenté via une conduite (DN 500) en acier elle sort de la chambre de vannes de réservoir (2*2000 m³).

Il se décompose en 5 sous-secteur :


-  **Step 1** : Le step 1 secteur SONA1 est alimenté via une conduite (DN 500) en acier jusqu'à son arrivée à la cité el bouni 1.

Tableau N°15 : Répartition linéaire des conduites selon leurs diamètres et matériaux dans SONA1(STEP 1)

SECTEUR	STEP	DIAMETRE	MATERIEL	LINEAIRE(ML)
SONA 1	1	40	127	280,29
SONA 1	1	63	127	1231,38
SONA 1	1	90	127	355,86
SONA 1	1	110	127	1367,59
SONA 1	1	125	127	199,24
SONA 1	1	200	127	406,25

SONA 1	1	400	135	286,35
SONA 1	1	500	135	312,28
SONA 1	1	500	122	369,39

✚ **Step 2** : Le step 2 secteur SONA 1 est alimenté via une conduite (DN 110) en PVC, Elle est définie comme la nourrisse de 160 logements Bouzaaroura.

Tableau N°16 : Répartition linéaire des conduites selon leurs diamètres et matériaux dans SONA 1(STEP 2)

SECTEUR	STEP	DIAMETRE	MATERIEL	LINEAIRE(ML)
SONA 1	2	40	127	1214,38
SONA 1	2	63	127	279
SONA 1	2	63	128	381,08
SONA 1	2	90	127	742,42
SONA 1	2	110	127	449,97
			LINEAIRE TOTAL	3066,85

✚ **Step 3** : Le step 3 secteur SONA 1 est alimenté via une conduite (DN 200) en PVC, Elle définit comme la nourrisse de 208 logement Bouzaaroura.

Tableau N°17 : Répartition linéaire des conduites selon leurs diamètres et matériaux dans SONA 1(STEP 3)

SECTEUR	STEP	DIAMETRE	MATERIEL	LINEAIRE(ML)
SONA 1	3	63	127	1170,47
SONA 1	3	90	127	1004,15
SONA 1	3	110	127	56,65
SONA 1	3	200	127	249,74
			LINEAIRE TOTAL	2484,01

✚ **Step 4** : step 4 secteur SONA 1 est alimenté via une conduite (DN 500) en Acier.

Tableau N°18 : Répartition linéaire des conduites selon leurs diamètres et matériaux dans SONA 1(STEP 4)

SECTEUR	STEP	DIAMETRE	MATERIEL	LINEAIRE(ML)
SONA 1	4	40	127	132,06
SONA 1	4	110	127	91,53
SONA 1	4	110	128	526,05
SONA 1	4	300	135	117,26
SONA 1	4	500	122	95,12
			LINEAIRE TOTAL	962,02

- Step 5 : step 5 secteur SONA 1 est alimenté via un conduit (DN 350) en FD, Elle définit comme la nourrisse de 1230 logements jusqu'à son arrivée à l'université d'EL BOUNI.

Tableau N°19 : Répartition linéaire des conduites selon leurs diamètres et matériaux dans SONA 1 (STEP 5)

SECTEUR	STEP	DIAMETRE	MATERIEL	LINEAIRE(ML)
SONA 1	5	40	122	99,58
SONA 1	5	40	128	250,83
SONA 1	5	63	127	275,64
SONA 1	5	63	128	467,72
SONA 1	5	90	127	488,67
SONA 1	5	90	128	514,31
SONA 1	5	110	127	685,16
SONA 1	5	110	128	1176,57
SONA 1	5	350	135	1061,4
			LINEAIRE TOTAL	5019,88


Tableau N°20 : LISTE DES VANNES DE SECTEUR 1

SECTEUR	STEP	N°	OBJET	DIAMETRE
SONA1-CAPC	-	68	SECT	200
SONA1-CAPC	-	67	SECT	300

Tableau N°21 : LISTE DES VANNES DE STEP (sons secteur)

SECTEUR	STEP	N°	OBJET	DIAMETRE
SONA1	2-3	168	STEP	80
SONA1	4-5	58	STEP	500
SONA1	1-4	56	STEP	500
SONA1	1-5	57	STEP	300
SONA1	1-3	101	STEP	125
SONA1	1-2	102	STEP	100

Le secteur SONA1 et les sous-secteurs représentés par les tableaux précédents sont illustrés sous la figure suivante (**FIGURE N°13**)

- STP 1 
- STP 2 
- STP 3 
- STP 4 
- STP 5 

b- SECTEUR SONA 2 (DN 200) :

Le secteur SONA 2 est alimenté via une conduite (DN 200) en Acier elle sort de la chambre de vannes de réservoir 2*2000 m³.

✚ **Step 1** : Le step 1 secteur SONA 2 est alimenté via une conduite (DN 200)

En acier ; elle est la nourrisse de BOUSSEDRA.

Tableau N °22 : Répartition linéaire des conduites selon leurs diamètres et matériaux dans SONA 2

SECTEUR	STEP	DIAMETRE	MATERIEL	LINEAIRE(ML)
SONA 2	1	60	127	3211,46
SONA 2	1	90	127	825,75
SONA 2	1	110	127	2121,67
SONA 2	1	160	127	480
SONA 2	1	200	127	1400
SONA 2	1	200		430
			LINEAIRE TOTAL	8468,88

- Le secteur SONA2 représentant les tableaux précédents sont illustrés sous la figure suivante : **(FIGURE N °14)**

c- **SECTEUR CAPC (DN 400) :**

Le secteur CAPC est alimenté via une conduite (DN 400) en Acier. Elle sort de la chambre de vannes de réservoir 3000m³.

Il se décompose en 2 sous-secteur :

Step 1 : le Step 1 secteur CAPC est alimenté via une conduite (DN 400) en Acier.


Step 2 : le Step 2 secteur CAPC est alimenté via une conduite (DN 400) en FD.

 **Step1** : Le step 1 secteur CAPC est alimenté via une conduite (DN 400)

En Acier.

Tableau N 23 : Répartition linéaire des conduites selon leurs diamètres et matériaux dans CAPC (STEP 1)

SECTEUR	STEP	DIAMETRE	MATERIEL	LINEAIRE(ML)
CAPC	1	40	127	130
CAPC	1	63	127	540
CAPC	1	80	122	680
CAPC	1	90	127	180
CAPC	1	90	128	375
CAPC	1	110	127	930
CAPC	1	110	128	990
CAPC	1	160	127	440
CAPC	1	300	135	570
CAPC	1	300	122	535
CAPC	1	400	122	360
			LINEAIRE TOTAL	5730

 **Step2** : Le step 2 secteur CAPC est alimenté via une conduite(DN400)

En FD.

Tableau N 24 : Répartition linéaire des conduites selon leurs diamètres et matériaux dans CAPC (STEP 2)

SECTEUR	STEP	DIAMETRE	MATERIEL	LINEAIRE(ML)
CAPC	2	40	128	552
CAPC	2	40	127	92
CAPC	2	63	127	204
CAPC	2	63	128	530
CAPC	2	90	127	85,15
CAPC	2	90	128	767
CAPC	2	110	127	1890
CAPC	2	110	128	1410
CAPC	2	160	127	800
CAPC	2	160	128	920
CAPC	2	200	127	50,37
CAPC	2	200	135	66,95
CAPC	2	300	135	268,9
CAPC	2	400	135	556,35
			LINEAIRE TOTAL	8192,72

- Le secteur CAPC et les sous-secteurs représentant les tableaux précédents sont illustrés sous la figure suivante : **(FIGURE N 15)**

d- SECTEUR SONA-REF (DN 400)

Le secteur SONA-REF est alimenté via une conduite DN 400 en FD. Elle sort de la chambre de vannes de la station de pompage d'EL Bouni.

Step 1 : le step 1 secteur SONA-REF est alimenté via une conduite DN400 en Acier. Elle est la nourrisse de :

- La cité les crête 1 et les crête 2.
- Le réservoir 3000m³.
- L'université d'EL Bouni.

✚ **Step 1** : Le step 1 secteur SONA-REF est alimenté via une conduite(DN400)

En FD.



Tableau N 25 : Répartition linéaire des conduites selon leurs diamètres et matériaux dans SONA-REF

SECTEUR	STEP	DIAMETRE	MATERIEL	LINEAIRE(ML)
SONA-REF	1	40	127	1199,82
SONA-REF	1	63	128	322,93
SONA-REF	1	63	127	768,58
SONA-REF	1	90	127	145,63
SONA-REF	1	110	127	433,23
SONA-REF	1	200	127	137,64
SONA-REF	1	200	135	1673,47
SONA-REF	1	400	135	2077,48
			LINEAIRE TOTAL	6758,78

- Le secteur SONA-REF représenté dans le tableau précédent est illustré la figure ci-dessous (FIGURE N° 16)

Conclusion :

La sectorisation est l'un des diagnostic les plus utilisés pour le réseau de distribution et contribue de façon très positives à l'amélioration de réseau de distribution d'eau potable et aussi l'un de plus utilise pour la gestion de réseau d'alimentation en eau potable, mais elle est aussi très utilisés pour la quantification des fuites.

CHAPITRE 4 : MODELISATION DE RESEAU VIA EPANET

1-4 INTRODUCTION :

La modélisation du réseau vise à écrire le comportement hydraulique des différents dispositifs du réseau ; l'intérêt est de reproduire ce qui se déroule en réalité dans le réseau à l'aide d'un modèle hydraulique.

Le modèle hydraulique permet la simulation du comportement d'un réseau d'eau potable quel que soit la saison ou l'heure ; la représentation et la précision du modèle sont tributaires des objectifs du service de l'eau et des analyses escomptées.

2-4 HISTORIQUE DU LOGICIEL EPANET :

EPANET est un logiciel servant à l'analyse de systèmes de distribution d'eau potable. Cette analyse comprend la simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression (conduites).

On sait qu'un réseau est un composé de tuyaux, nœuds, pompes, vannes, bâches et réservoirs. EPANET peut calculer différentes variables comme la pression à chaque nœud, le niveau d'eau dans les réservoirs, ainsi que la concentration en substances chimiques dans les différentes parties du système.

Le logiciel EPANET est né suite à une initiative du congrès des États-Unis qui visait à protéger les ressources naturelles du pays. L'EPA (environmental protection agence) a été chargée de développer des techniques permettant de mieux appréhender les écoulements et les transformations de l'eau dans un réseau d'adduction d'eau potable.

Depuis 1993, le logiciel est disponible gratuitement pour tous les bureaux d'études et les sociétés qui souhaitent l'utiliser.

Le logiciel EPANET permet également d'afficher directement les résultats sur le réseau à l'aide d'un code couleur. En effet, en se plaçant sur l'option "Map" nous pouvons choisir quel paramètre afficher pour les nœuds et quel paramètre pour les conduites. Si la simulation a été réalisée sur une longue période, il est possible de faire une animation pour montrer l'évolution de pression, du débit ou de la qualité de l'eau dans les conduites ou aux nœuds de demande

<http://hmf.enseeiht.fr/travaux/beiepe/book/export/html/1002>

3-4 Présentation du logiciel Epanet :

Le logiciel EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau dans les réseaux d'eau potable.

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

Pour tracer un réseau nous devons utiliser la barre d'outils suivante (Figure 13) :

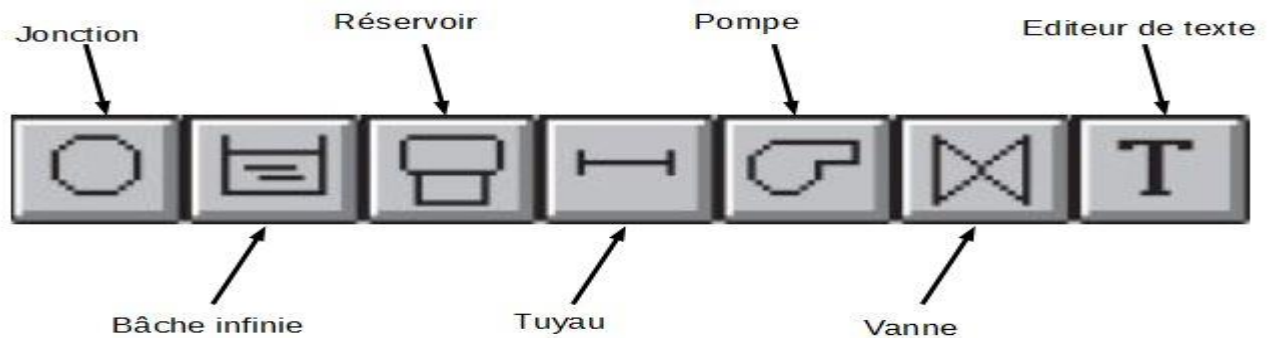


Figure 17 : Barre d'outils d'Epanet

-Chaque élément possède ses propres caractéristiques et a une utilité particulière :

- **Jonction (ou Noeud de demande)** : Ce sont des points du réseau où les arcs se rejoignent. Ce sont des points d'entrée ou de sortie d'eau et peuvent ne pas avoir de débit.
Les données d'entrée minimales pour les nœuds de demande sont : l'altitude au-dessus d'un plan de référence (généralement le niveau de la mer), la demande en eau et la qualité de l'eau initiale.
- **Bâche infinie** : Ce sont des nœuds représentant une source externe de capacité infinie permettant de modéliser des lacs, des couches d'aquifère ou encore des arrivées d'eau extérieures.
Les données de base pour la bâche infinie sont la charge totale et la qualité initiale de l'eau.
- **Réservoir** : Ce sont des nœuds avec une capacité de stockage, dont le volume d'eau stocké peut varier au cours du temps.
Les données de base pour les réservoirs sont : l'altitude du radier, le diamètre, le niveau initial, minimal et maximal de l'eau et la qualité initiale de l'eau.
- **Tuyau** : Ce sont des arcs qui transportent l'eau d'un point du réseau à un autre. EPANET suppose que tous les tuyaux sont peints à tout instant. L'eau s'écoule alors de l'extrémité qui a la charge hydraulique la plus élevée à celle qui a la charge hydraulique la plus faible.
Les données de base pour les tuyaux sont : les nœuds initial et final, le diamètre, la longueur, le coefficient de rugosité et l'état (ouvert, fermé ou avec clapet anti-retour).

- **Pompe :** Les pompes sont des arcs qui ajoutent de l'énergie à un fluide et augmentent ainsi sa charge hydraulique.
Les principaux paramètres d'entrée sont : ses nœuds d'aspiration et de décharge et sa courbe caractéristique. Si on n'utilise pas de courbe caractéristique, la pompe est représentée comme un élément qui fournit une puissance constante au fluide pour toutes les combinaisons.
- **Vanne :** Les vannes sont des arcs qui limitent la pression ou le débit en un point précis du réseau.
Les principaux paramètres d'entrée sont : les nœuds d'entrée et de sortie, le diamètre, le type de vanne, la consigne de fonctionnement et l'état de la vanne.

Le logiciel présente tous les outils pour remplir les objectifs suivants :

- ✚ Régulation des pressions dans le réseau.
- ✚ Détection des zones de fonctionnement déficitaire.
- ✚ Dimensionnement de réseaux.
- ✚ Amélioration de la gestion des équipements d'eau

4-4 CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DU LOGICIEL

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

5-4 CONSTRUCTION DU MODELE DE RESEAU D'ELBOUNI PAR (EPANET) :

Les différentes activités pour la construction d'un modèle sont :

- Schéma du réseau.
- Saisie des propriétés et les caractéristiques des différents éléments du réseau.

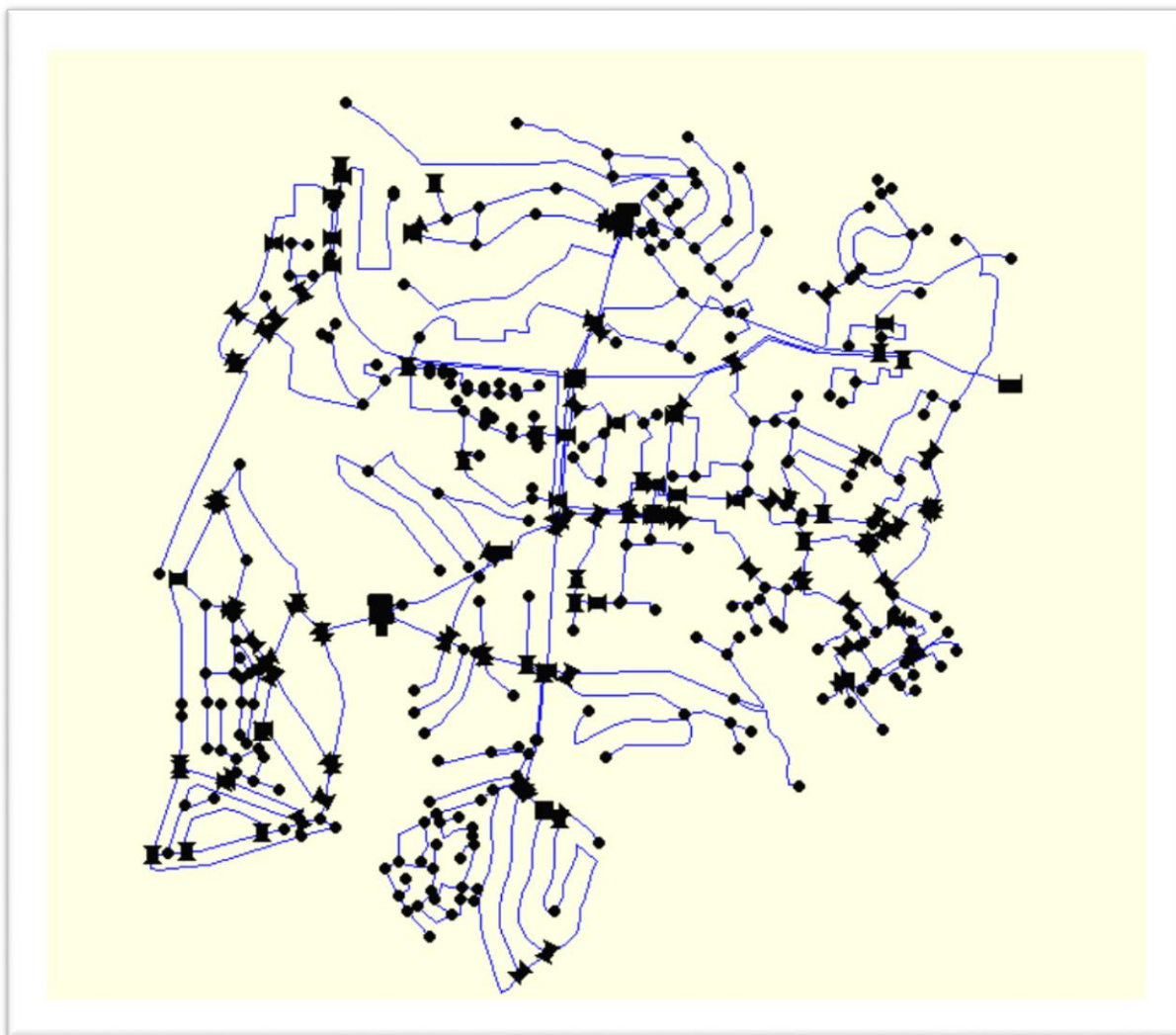


Figure 18 : Modélisation de réseau d'elbouni sur l'EPANET

6-4 LES DONNEES NECESSAIRES POUR LA MODELISATION DU RESEAU :

La première étape de saisie du réseau a été de diviser la commune en divers secteurs et sous-secteurs d'attribuer un code aux différents nœuds et différents tronçons. il était ainsi plus facile de se repérer dans le réseau ; au final le réseau est constitué de 518 nœuds et 450 tuyaux.

Données physiques	Objet
Plan d'ensemble du réseau	Numérotations des nœuds
Plan topographique	Altitudes des nœuds
Plan détaillé de réseau	Longueur et diamètre de tuyau
Caractéristiques physique	Coefficient de pertes de charge

6-4-1 Linéaire de conduites :

L'unité de longueur utilisée pour les tuyaux est le millimètre. La construction du réseau a été facilitée par le fait qu'il m'a été possible d'importer un fichier représentant le

réseau sur fichier AUTOCAD en format DXF puis on a passé à la conversions par logiciel EPACAD plus facilement représenter le réseau.

6-4-2 Les rugosités :

La rugosité permet de refléter l'état intérieur du conduit ; ce paramètre variant suivant l'âge, la nature de la canalisation et les sollicitations subies par les conduites.

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

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

La formule de Hazen-Williams est la formule de perte de charge la plus utilisée aux Etats-Unis. Elle ne peut pas être utilisée pour des liquides autres que l'eau et a été initialement développé uniquement pour les écoulements turbulents. La formule de Darcy-Weisbach est théoriquement la plus correcte et est la plus largement utilisée en Europe. Elle s'applique à tous les régimes d'écoulement et à tous les liquides. La formule de Chezy-Manning est généralement utilisée pour les écoulements dans les canaux découverts et pour les grands diamètres.

La formule de Darcy-Weisbach est sélectionnée par défaut.

Chaque formule utilise l'équation suivante pour calculer la perte de charge entre les nœuds de début et de fin du tuyau : $h_L = Aq^B$

Dans laquelle h_L est la perte de charge (en unités de longueur), q le débit (Volume/Temps), A le coefficient de résistance, et B l'exposant du débit. Le tableau 3.1 donne une vue d'ensemble des expressions des coefficients de résistance et des valeurs de l'exposant d'écoulement pour chacune des formules. Chaque formule utilise un coefficient de rugosité différent qui doit être déterminé empiriquement. Le tableau 3.2 donne les intervalles généraux de ces coefficients pour différents types de matériaux de tuyaux neufs. Il est important de noter que le coefficient de rugosité d'un tuyau peut changer considérablement avec son âge.

Pour la formule de Darcy-Weisbach, EPANET utilise différentes méthodes pour calculer le facteur de friction f selon le régime d'écoulement :

- ✚ La formule de Hagen-Poiseuille est utilisée pour un écoulement laminaire ($Re < 2000$).
- ✚ L'approximation de Swamee et Jain dans l'équation de Colebrook-White est utilisée pour un écoulement entièrement turbulent ($Re > 4000$).
- ✚ L'interpolation cubique du diagramme de Moody est utilisée pour un écoulement transitoire ($2000 < Re < 4000$).

Tableau 26 : Formules de perte de charge totale pour toute la longueur de la canalisation en charge

(La perte de charge est exprimée en m.c.e et le débit en m³/s)

	Perte de charge totale (A)	Exposant du débit (B)
Hazen-Williams	$10,674 C^{-1.852} d^{-4.871} L$	1.852
Darcy-Weisbach	$0.0827 f(\nu, d, q) d^{-5} L$	2
Chezy-Manning	$10,294 n^2 d^{-5.33} L$	2
<p>Explication des symboles : C = coefficient de rugosité Hazen-Williams α = coefficient de rugosité Darcy-Weisbach (m) f = facteur de friction (dépend de ν, d, et q) n = coefficient de rugosité Manning d = diamètre du tuyau (m) L = longueur du tuyau (m) q = débit (m³/s)</p>		

Coefficients de Rugosité pour les tuyaux neufs

Matériau	Coeff. Hazen-Williams (universel)	α de Darcy-Weisbach (m)	(n) de Manning (Universel)
Fonte revêtu	130 – 140	0,25	0,012 – 0,015
Béton ou Revêtu de Béton	120 – 140	0,3 – 3,0	0,012 – 0,017
Fer Galvanisé	120	0,15	0,015 – 0,017
Plastic	140 – 150	0,0015	0,011 – 0,015
Acier	140 – 150	0,03	0,015 – 0,017
Céramique	110	0,3	0,013 – 0,015

Tableau N°26 de correspondance entre les différents coefficients :

Coeff. Hazen-William	95	106	116	130	136	141	145	146,5
Darcy-Weisbach en mm	2	1	0,5	0,2	0,1	0,0	0,025	0

6-4-3 COURBE DE MODULATION:

Une courbe de modulation est un ensemble de multiplicateurs qui peuvent être appliqués à une valeur de base pour lui permettre d'évoluer au cours du temps ; On peut assigner des courbes de modulation à la demande d'un nœud, et aussi est un outil qui permet au logiciel EPANET de calculer les variations journalières des pressions et des débits sur l'ensemble du réseau ; Elle représente la consommation dans un détail précis.

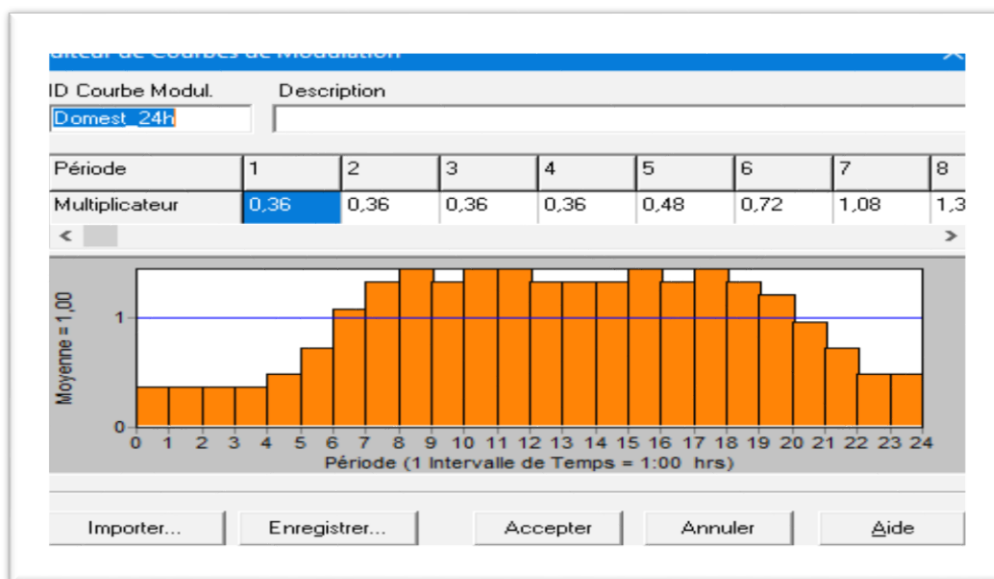


Figure19 : Courbe de modulation du réseau (domestique 24H)

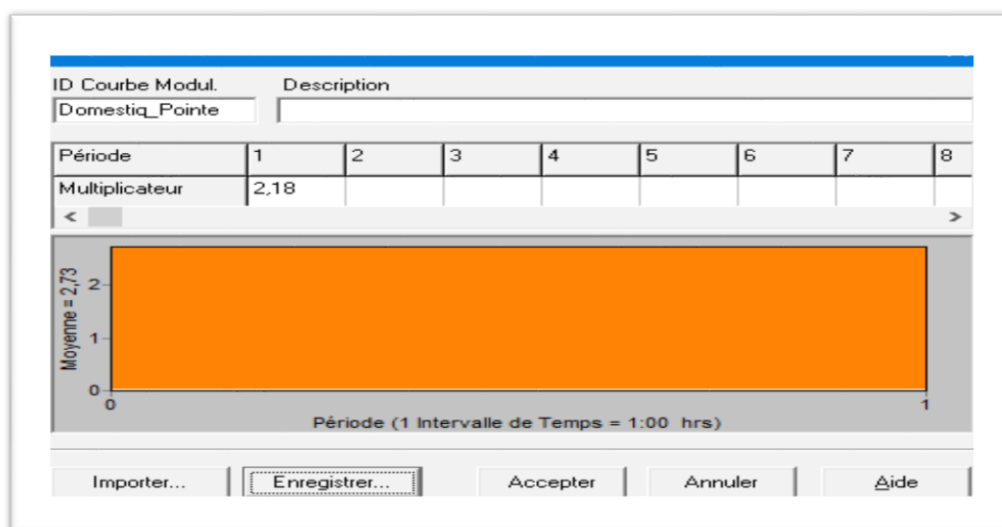


Figure 20 : Courbe de modulation du réseau (domestique pointe)

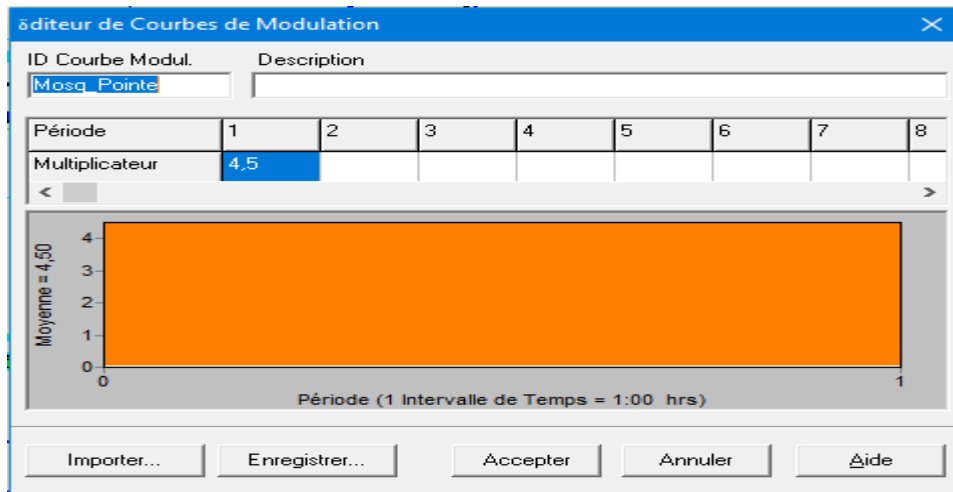


Figure 21 : Courbe de modulation du réseau (Mosquée Pointe)

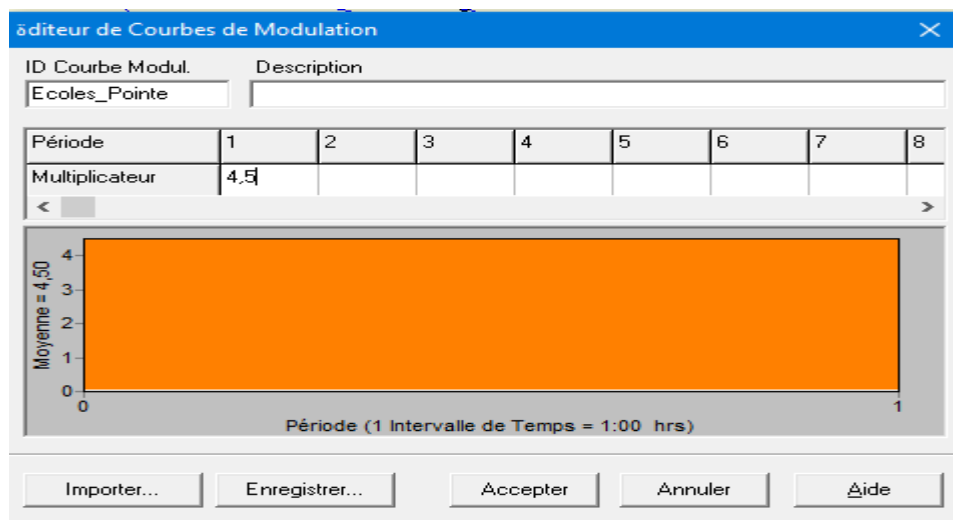


Figure 22 : Courbe de modulation du réseau (Ecoles Pointe)

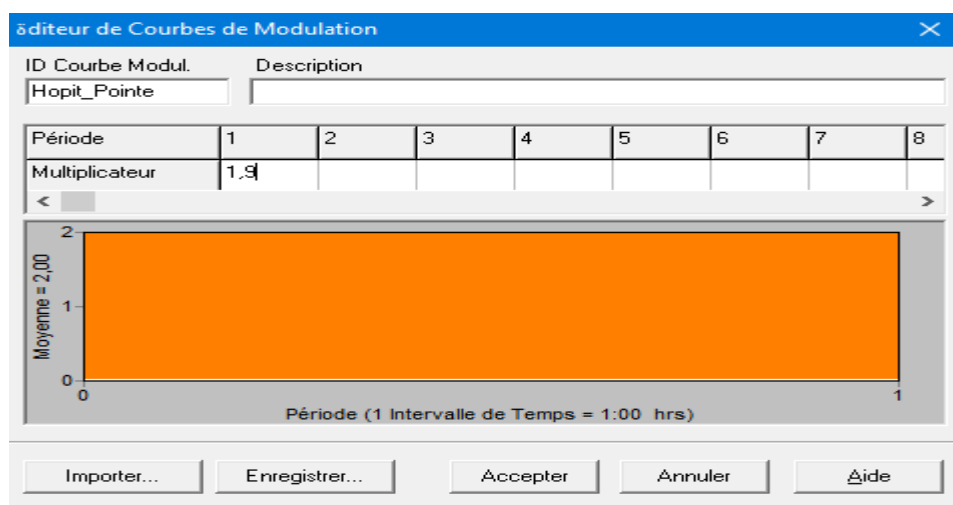


Figure 23 : Courbe de modulation du réseau (Hôpital Pointe)

7- 4 CONSTRUCTION DU RESEAU SOUS EPANET :

L'exportation du réseau modélisé sous AUTO CAD vers logiciel EPANET a été réalisée par une procédure assez complexe et délicate. En effet, l'un des principaux désavantages de l'EPANET est que ce dernier n'est pas conçu pour exploiter aisément les informations modélisées sous AUTO CAD. La figure 24 montre le réseau d'AEP de la ville d'El Bouni importé sous Epanet. Les détails concernant les longueurs, les diamètres et les rugosités des tronçons sont donnés en annexe C.

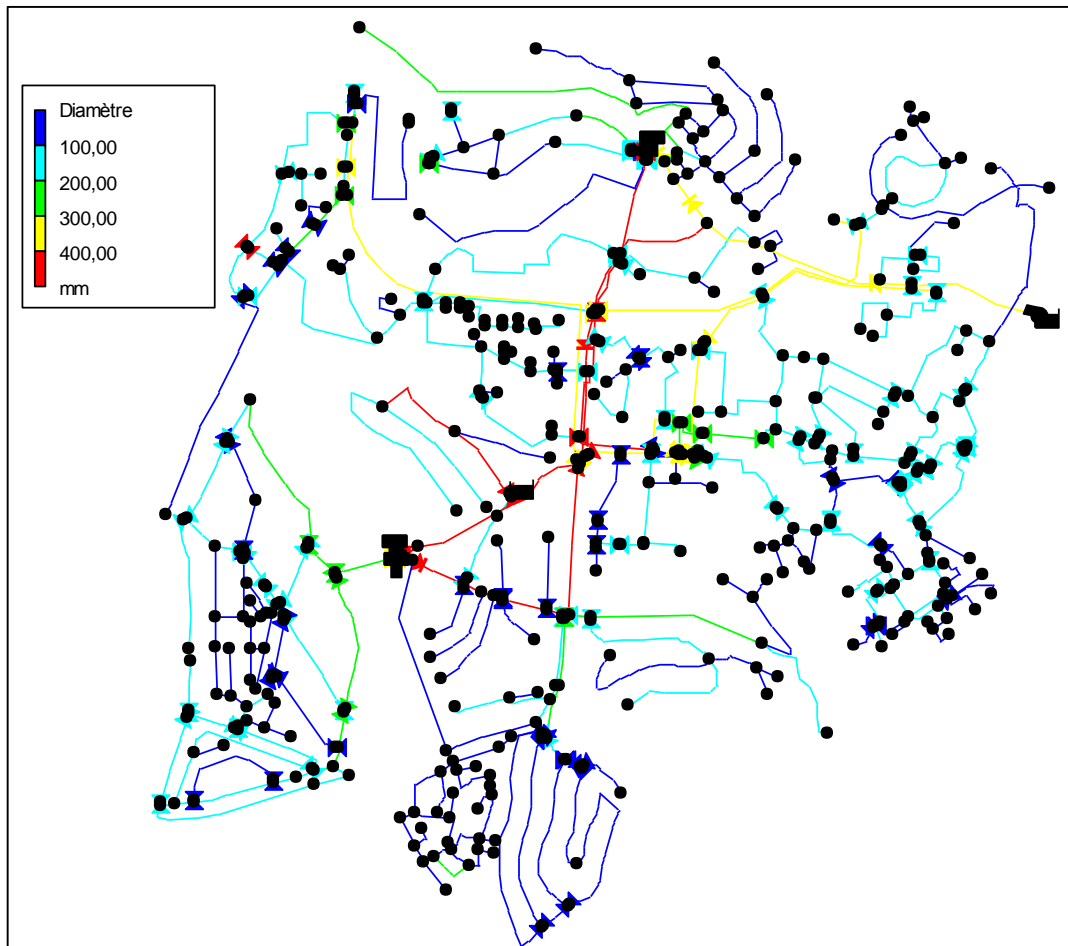


Figure 24: Le réseau d'AEP d'El Bouni modélisé sous Epanet.

Le réseau est supposé être alimenté à partir de deux réservoirs 3000 m³ et 2x 000 m³ situé à une cote de 75 m et 95 m respectivement. Il est composé de 429 tronçons dont les diamètres sont compris entre 40 mm et 500 mm avec des différents matériaux. A priori, Il peut être avancé que ce réseau est sous dimensionné et ne pourra en aucun cas satisfaire convenablement les besoins de la population actuels et futures de la ville d'El Bouni.

8-4 ETUDE CRITIQUE DU RESEAU

Dans cette étude, le réseau d'AEP est simulé avec un débit de 137,5 l/s calculé en chapitre II et qui correspond à une dotation de 160 l/j/hab en tenant comptes des fuites. En effet, cette valeur ne satisfait pas les exigences des moments de pointes où un coefficient de pointe

supérieur à l'unité devrait être adopté. En effet, les simulations qui seront effectuées avec 160 l/s ne refléteront qu'une consommation idéale uniformément réparties. Nous faisons remarquer que le terme fuite est utilisé pour désigner le déficit entre la quantité d'eau injectée au réseau et la quantité d'eau facturée par les services de l'ADE. Donc, les fuites doivent tenir compte, entre autres, des fuites dues à la détérioration des installations, des piquages illicites et à la sous-estimation de la facturation forfaitaire.

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

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

8-4-1 SIMULATIONS AVEC LA METHODE « DEN »

Pour cette méthode, on a distribué le besoin de 137,5 l/s uniformément sur les 360 nœuds principaux de distribution soit une dotation de $137,5/360 = 0.38194$ l/s/nœud. En effet, cette méthode simulera le comportement du réseau avec une bonne précision seulement dans le cas où la population et les nœuds de distribution sont uniformément repartis sur toute la surface desservie. Néanmoins, à défaut de données précises relatives à la répartition exacte de la distribution, cette méthode peut prévoir approximativement le comportement du réseau et servir de vérification aux méthodes DPS et DPH qui sont par suite.

a- Simulation avec les données actuelles du réseau

La simulation du réseau actuel tel que constitué sous AUTO CAD et EPANET avec un débit de 0.38194 l/s/nœud a donné les résultats montrés en figure 25 et figure 26.

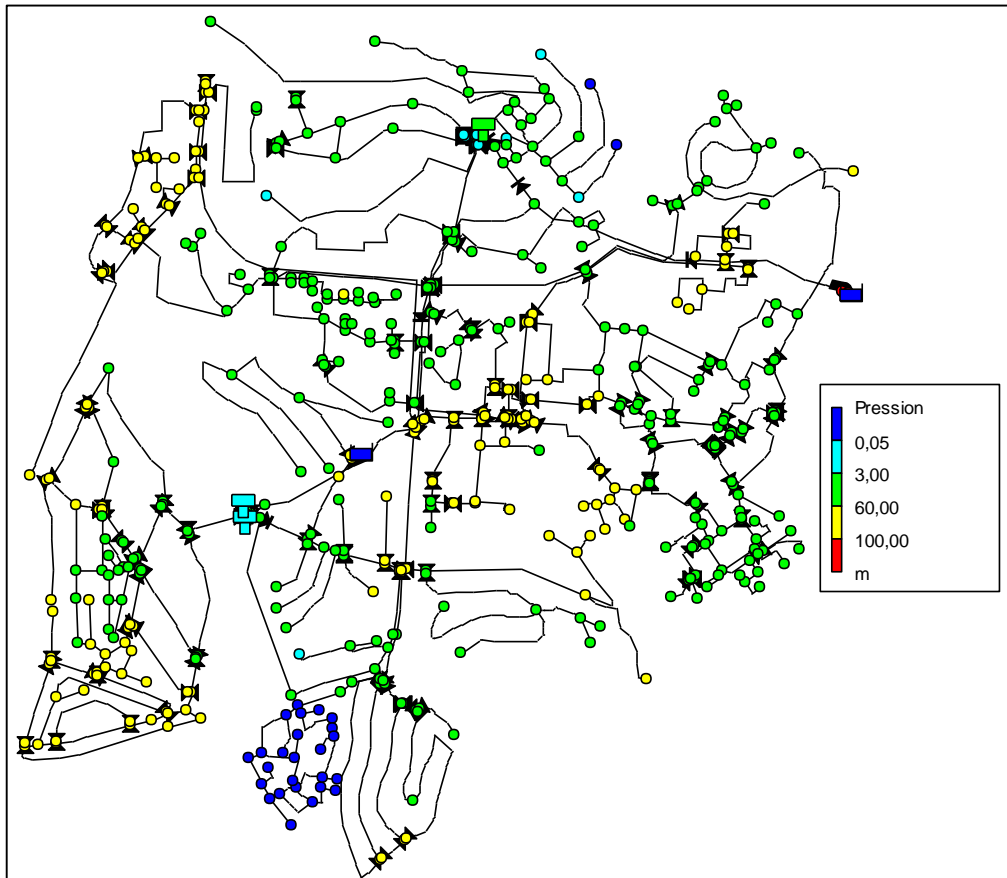


Figure 25 : Distribution des pressions pour le réseau actuel estimé par la méthode DEN.

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

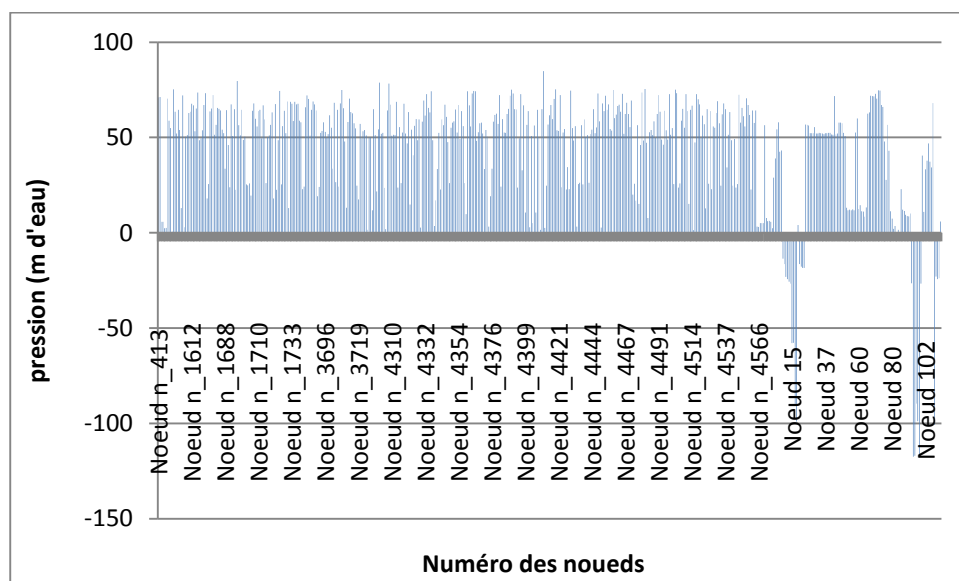


Figure 26 : Pression au niveau des nœuds pour le réseau actuel estimé par la méthode DEN.

La figure 26 montre clairement qu'un secteur des nœuds sont à pression négative donc en réalité seuls les nœuds sous pression reçoivent de l'eau. Pour prédire la situation exacte de la distribution actuelle il faut faire des simulations correctives en éliminant graduellement les nœuds en dépression.

La représentation des vitesses dans les différents tronçons du réseau, montré en figure IV-9, révèle qu'une grande majorité des canalisations acheminent des débits avec des vitesses hors normes (inférieures à 0,5 m/s et supérieures à 1,5 m/s). Ainsi, la plus grande vitesse est de 10,68 m/s au niveau de la conduite 74. Cette conduite, reliant le tronçon 125 et le tronçon 129 de 400 mm de diamètres, a un diamètre de 63 mm.

Une des propositions pour améliorer le réseau est de changer les diamètres des conduites pour régler la vitesse selon les normes (0,3 m/s et 2 m/s).

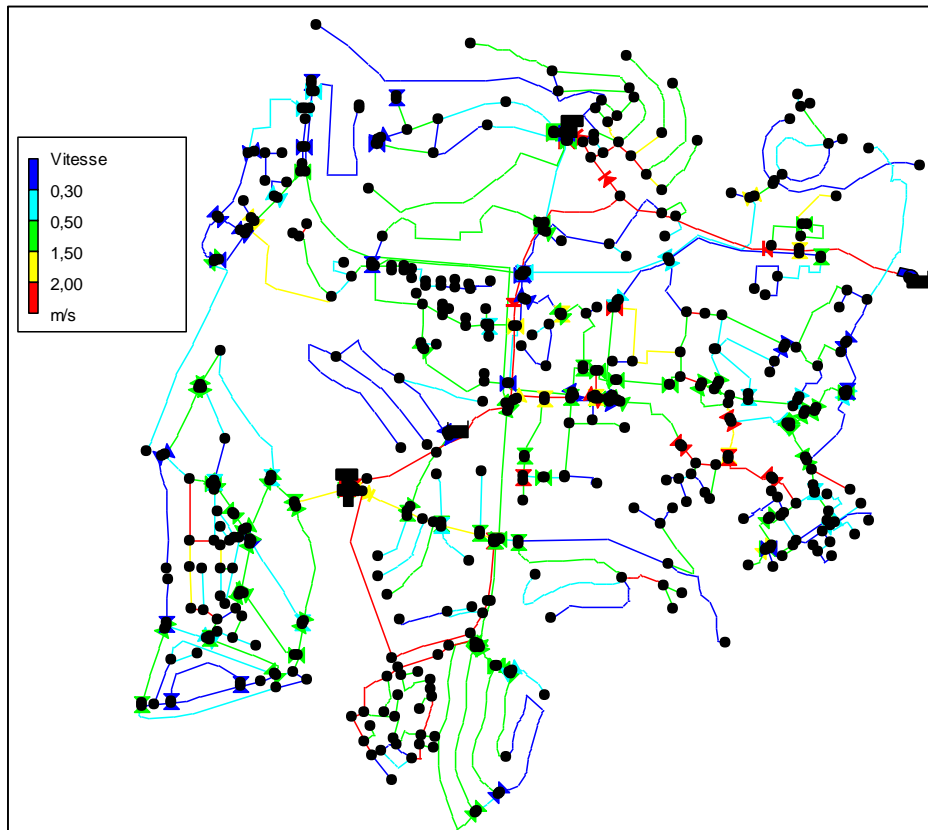


Figure 27 : Distribution des vitesses pour le réseau actuel estimé par la méthode DEN

b- Simulation avec le réseau amélioré

Les modifications proposées en section (a) contribuent, sans doute, à l'amélioration des performances du réseau. Nous proposons donc de changer les diamètres des conduites pour régler la vitesse selon les normes (0,3 m/s et 2 m/s).

Après avoir effectuées modifications le réseau se comporte d'une manière acceptable avec la majorité des nœuds se trouvant avec des pressions positives (cf. figure 28). Les nœuds se trouvent relativement dans les normes entre 3 m et 60 m voire figure 29.

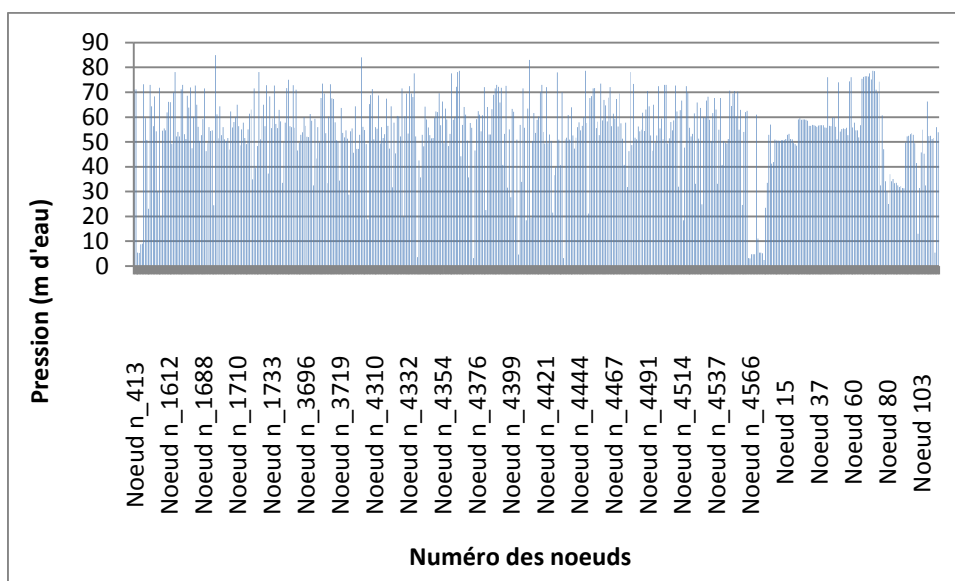


Figure 28 : Distribution des pressions estim ée par la m éthode DEN pour le r éseau modifi é

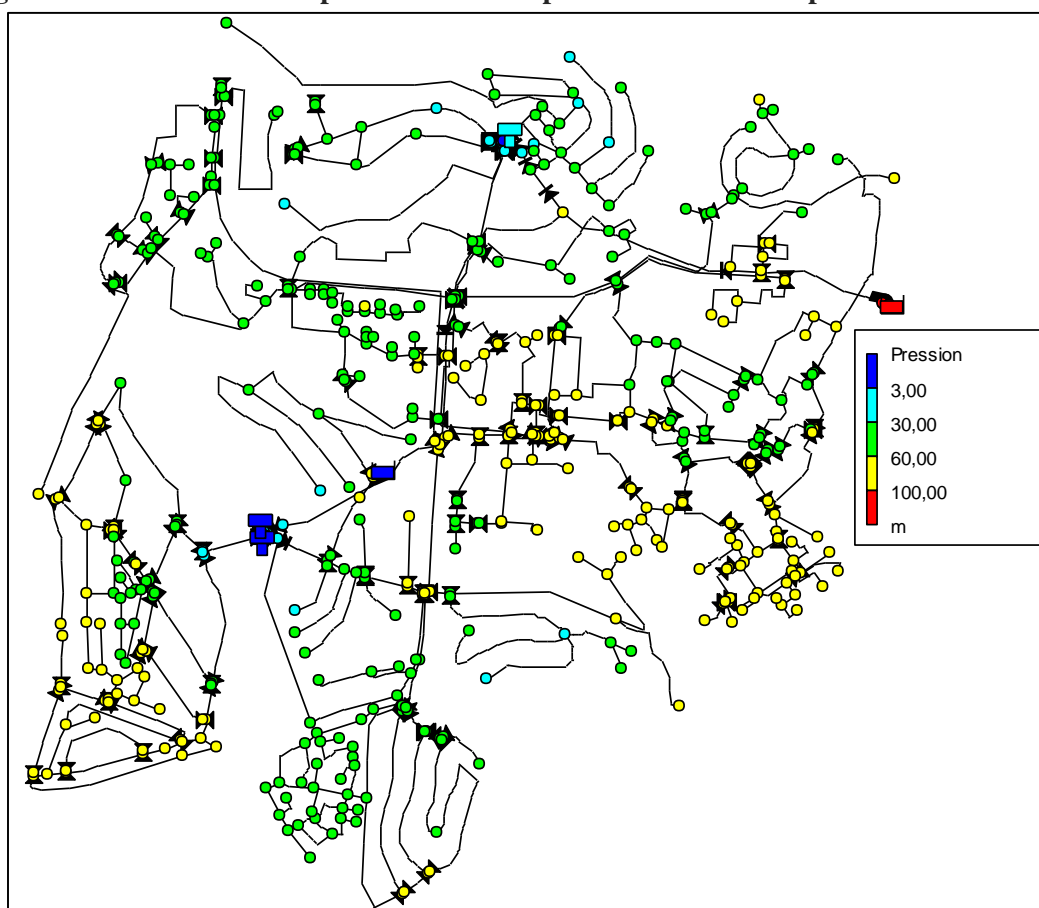


Figure 29 : Pression au niveau des nœuds estim ée par la m éthode DEN pour le r éseau am élior é

Cependant, comme indiqu é en figure 30, les vitesses dans quelques conduites de diam ètres 40 mm restent inf érieures à 0.3 m/s ce qui les expose au risque de d éterioration rapide par les d ép ôts. Par contre, les conduites majoritairement se trouvent avec des vitesses variantes entre 0.3 et 2 m/s, ces conduites sont acceptables par rapport aux normes.

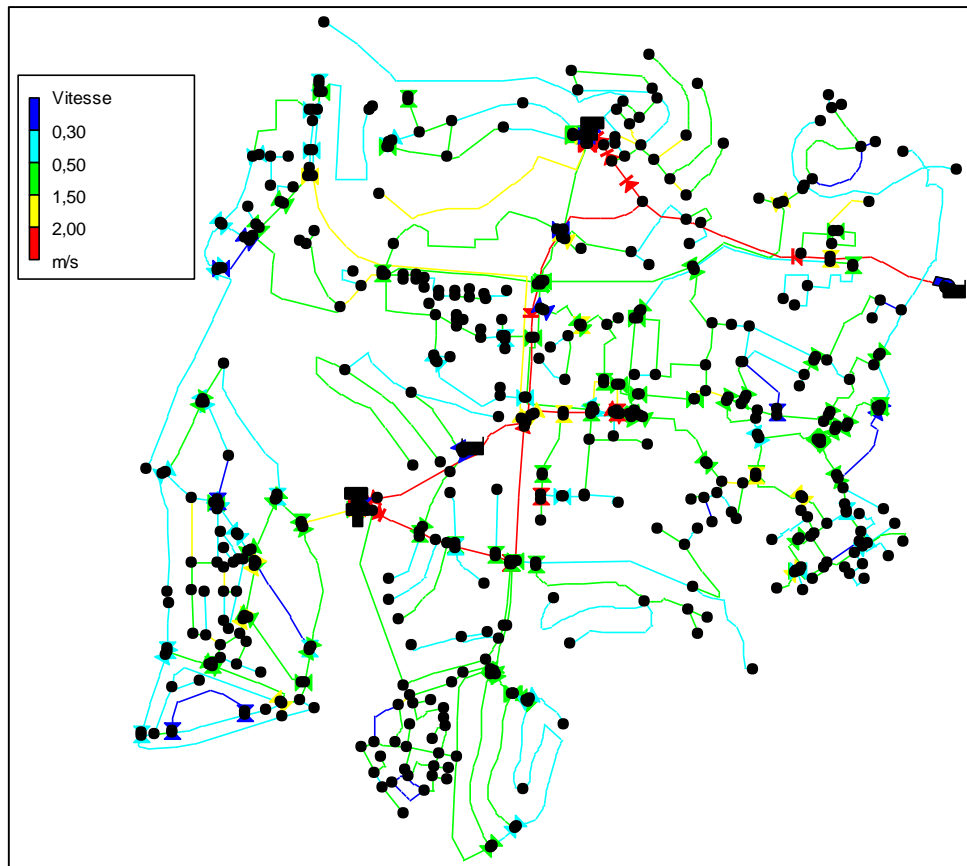


Figure 30 : Distribution des vitesses estimée par la méthode DEN pour le réseau aménagé

8-4-2 SIMULATION AVEC METHODE « DPS »

Pour cette méthode, on a estimé en se servant de l'environnement AUTO CAD, la superficie totale desservie par le réseau et on a évalué le débit d'alimentation en l/s/km². Les nœuds ont été ensuite superposés sur les différents quartiers à alimenter et enfin une dotation proportionnelle aux surfaces des quartiers a été attribuée aux différents nœuds (cf. Tableau 27).

Tableau 27 : Affectation des débits aux différents nœuds selon la méthode DSP

Quartiers	Surface (Km ²)	Débit Spécifique (L/s)	Débit par surface	Nœud par surface	Débit de Nœud (l/s)
SONA1	1,10	137,5	49,283	148	0,33
SONA2	0,30	137,5	13,44	64	0,21
CAPC	0,96	137,5	43,011	108	0,4
SONA-REF	0,709	137,5	40	40	0,8

a- Simulation avec les données actuelles du réseau

La distribution de la pression obtenue par cette méthode est presque identique à celle estimée par la méthode DEN en figure 25. Toute la population de la zone Sud de la ville d'El Bouni se trouve privé d'eau comme le montre la figure 31.

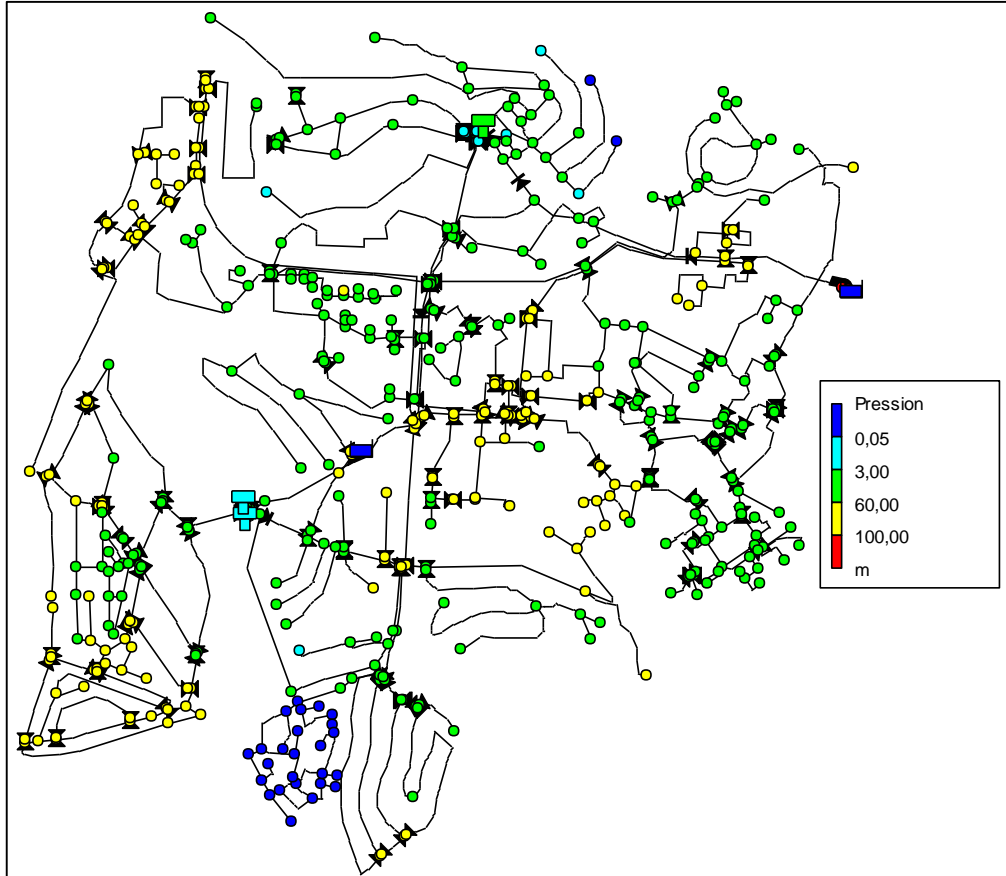


Figure 31 : Distribution des pressions pour le réseau actuel estimée par la méthode DPS.

Le graphe de la figure 32 montre que le modèle de la distribution des pressions dans les différents nœuds obtenus par la présente méthode DPS est presque l'identique à celui de la figure 26 obtenu par la méthode DEN.

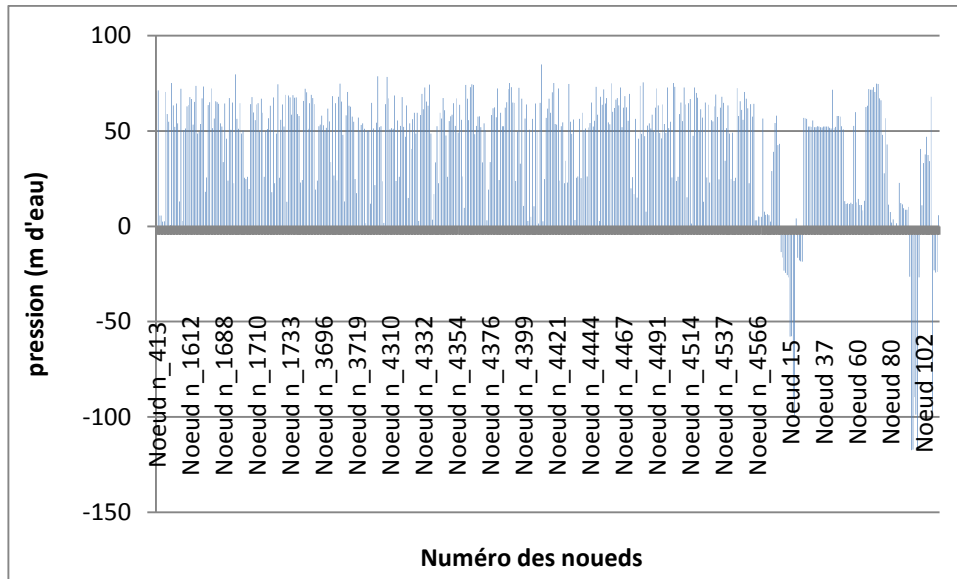


Figure 32 : Pression au niveau des nœuds pour le réseau actuel estimée par la méthode DPS

b- Simulation avec le réseau amélioré

Après plusieurs simulations en analysant la distribution des pressions et vitesses, on a pu améliorer le réseau actuel. Cette méthode a montré qu'il faudrait raccorder le zone sud (secteur SONA 1) avec la zone opposée (secteur STP2) dans le réseau proposé par la méthode DEN soit à une charge de 90 m au lieu de 15 m et modifier en plus la conduite Cnd_329 de 90 mm et de 41 m de long par une conduite de 90 mm de diamètre. Avec ces modifications le réseau se comporte beaucoup mieux où les pressions des nœuds sont toutes positives avec une pression entre 4 m et 80 m. Selon cette méthode, le comportement du réseau ainsi modifié se comporte beaucoup mieux que celui modifié précédemment selon les prédictions de la méthode DEN. En effet, tous les nœuds de distribution se trouvent avec une pression positive entre 4 et 80 m (cf. figure 33).

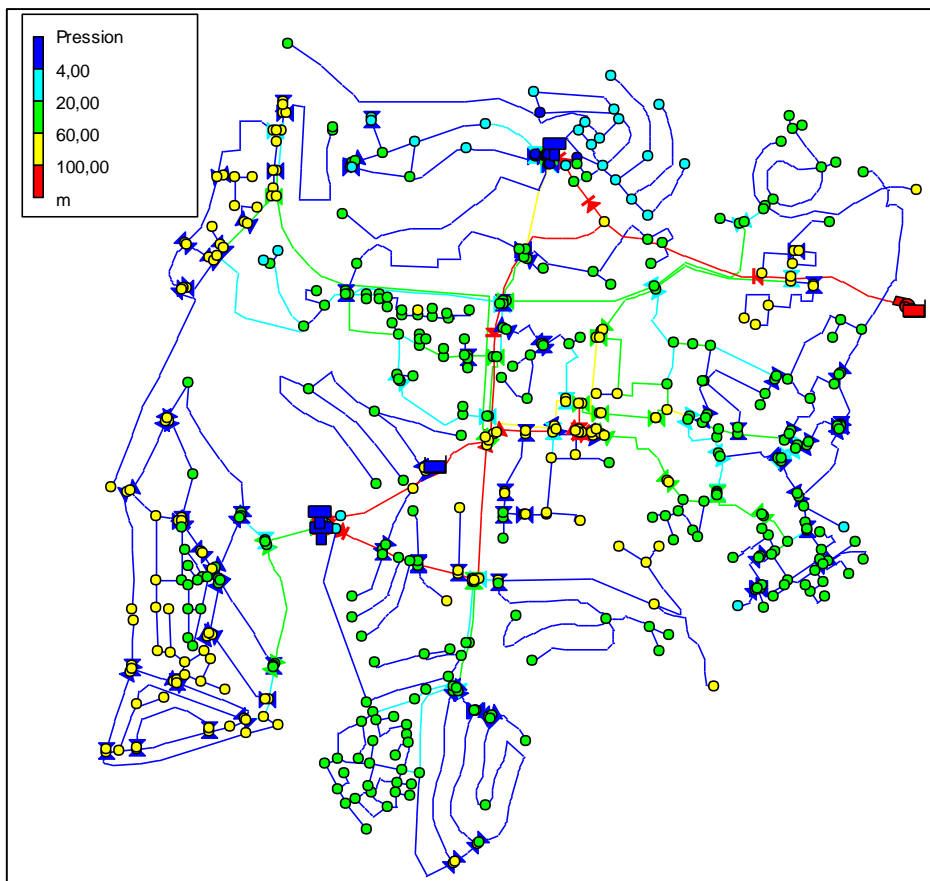


Figure 33 : Distribution des pressions estim ée par la m éthode DPS pour le r éseau modifi é

Le model de distribution des pressions obtenu (figure 34) est meilleur en comparaison avec celui de la m éthode DEN donn é en figure 28. En effet, la majorit é des n œuds de distribution se trouvent à une pression sup érieure à 4 m et inf érieure à 80 m.

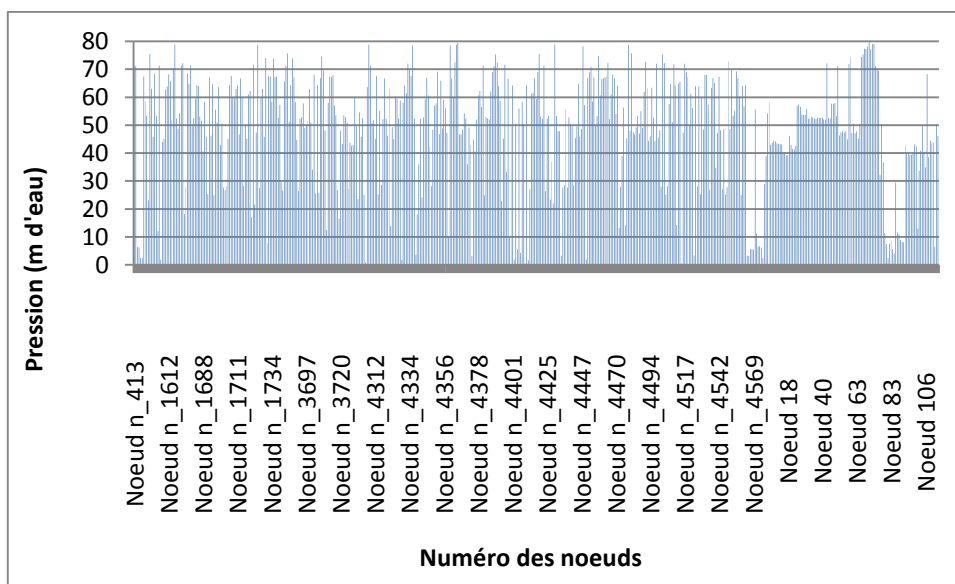


Figure 34 : Pression au niveau des n œuds estim ée par la m éthode DEN pour le r éseau am élior é

8-4-3 SIMULATION AVEC METHODE « DPH »

a- Simulation avec les données actuelles du réseau

D'une manière similaire à la méthode « DPS » la dotation de 160 l/s a été répartie sur les 360 nœuds de distribution proportionnellement à la densité de la population. Les résultats obtenus par cette méthode pour les données actuelles du réseau sont représentés dans la figure 35. A la différence des deux autres modèles, ce modèle révèle que les populations de la zone sud de la ville sont privées d'eau.

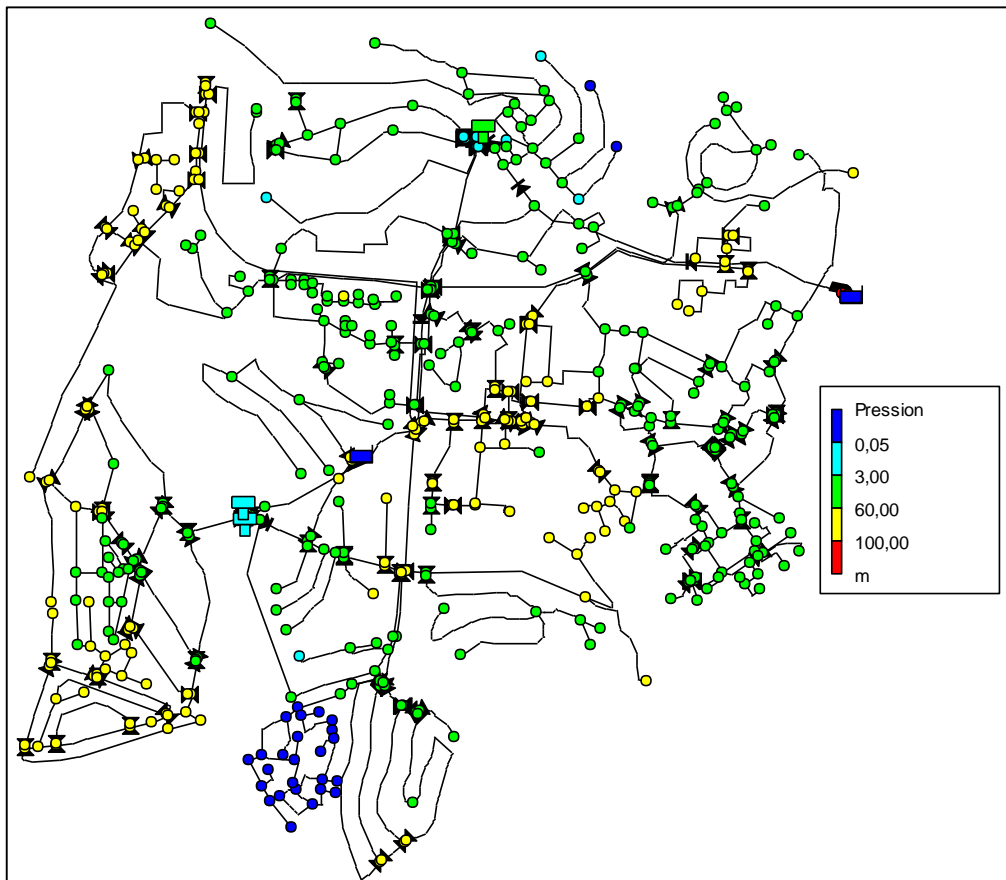


Figure 35 : Distribution des pressions estimée par la méthode DPH pour le réseau actuel.

b- Simulation avec le réseau amélioré

Différentes simulations ont été effectuées pour atteindre l'excellente distribution des pressions donnée en figure 36. Les conduites données ont été échangées par des conduites de diamètres plus élevés.

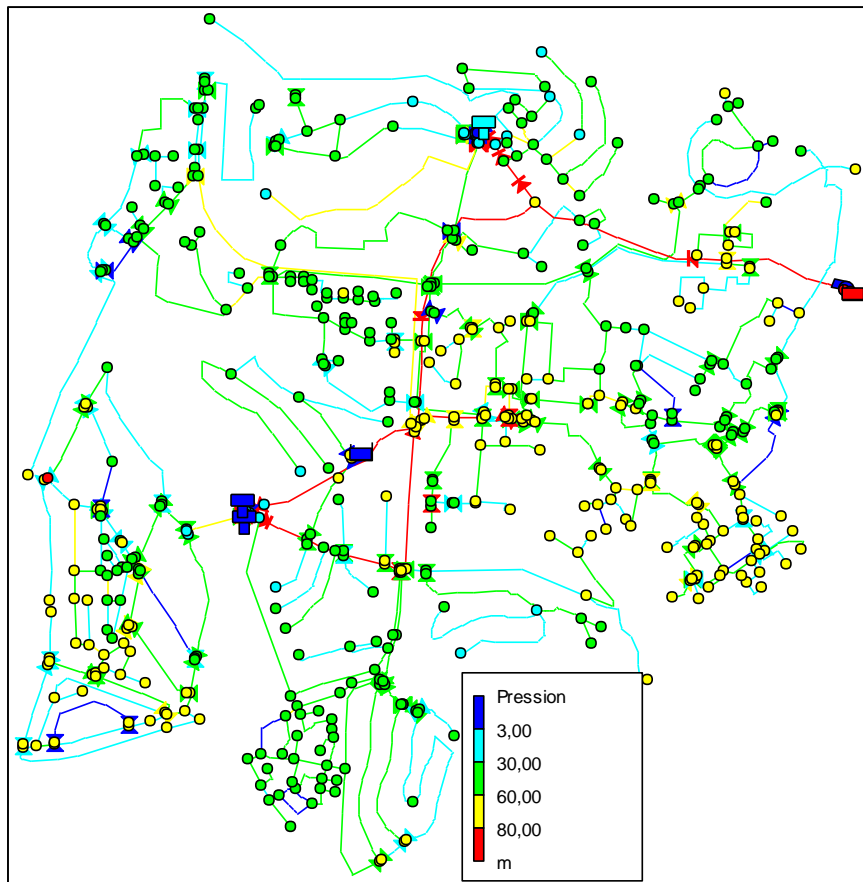


Figure 36 : Distribution des pressions estimée par la méthode DPH pour le réseau aménagé

Les modifications recommandées ci-haut ont largement amélioré le comportement du réseau du point de vue distribution des pressions que du point de vue répartition des vitesses dans les différents tronçons. Néanmoins, ils demeurent quelques conduites de diamètres inférieurs à 110 mm qui desservent les nœuds avec des vitesses relativement élevées de l'ordre de 1,85 m/s tel qu'illustré par la figure 37.

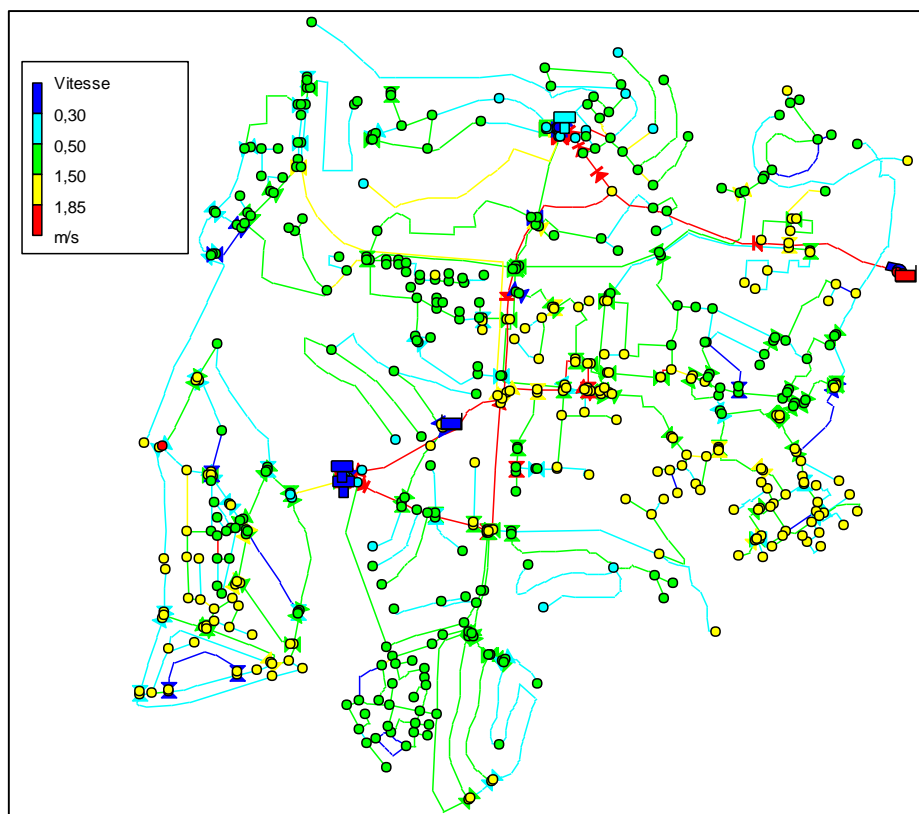


Figure 37 : Distribution des vitesses estimée par la méthode DPH pour le réseau amélioré

CONCLUSION

En se basant sur les analyses faites sur le réseau d'AEP de la ville d'El Bouni, quelques propositions ont été faites pour améliorer l'alimentation en eau potable au niveau de la ville d'El Bouni. Les différentes simulations ont été conduites selon trois méthodes différentes. Les deux premières méthodes (méthode DEN et méthode DPS) ne sont réalistes que dans le cas d'une réparation de la population uniforme. Le troisième modèle (méthode DPH) est celui qui représente mieux la population de la ville d'El Bouni. Pour mettre au point ce dernier, il a fallu procéder à des visites à travers toute la ville et recenser la densité de la population par quartiers. Ce modèle à notre sens révèle mieux les défauts du réseau actuel et en effectuant plusieurs simulations il s'est avéré que le réseau d'AEP d'El Bouni peut être équilibré en remplaçant quelques tronçons du réseau par des diamètres plus élevés.

Enfin, pour assurer les prévisions futures (216 l/s pour des besoins moyens à raison de 160 l/j/hab) estimés en chapitre II, nous pensons qu'il faudrait procéder à une rénovation entière du réseau actuel. Ce dernier a été certainement conçu dans le passé sans tenir compte de l'accroissement de la population et des exigences de plus en plus croissantes de la part du consommateur.

CONCLUSION GENERALE

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

Vu la complexité du réseau d'AEP de la ville D'ANNABA (LA COMMUNE EL BOUNI) et la difficulté de prévoir les phénomènes hydrauliques qui s'y déroulent, la gestion informatisée est devenue une opération indispensable.

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