

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



N° d'ordre :
N° de série :

UNIVERSITE DE GHARDAIA
FACULTE DE SCIENCE ET TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DE SCIENCE ET TECHNOLOGIE

Projet de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : Science et Technologie

Filière : Hydraulique

Spécialité : hydraulique urbaine

Par :

BOULAHIA Nadia

THEME :

**Diagnostic et simulation du fonctionnement
hydraulique d'un réseau d'alimentation en eau potable,
en utilisant le logiciel Epanet, cas de la ville de
Ghardaïa (Bouhraoua)**

Soutenu publiquement le :

Membre de Jury :

Mr. BOULMAIZ Tayeb

MCA

Univ Ghardaïa

Président

Mr. SELMANE Tahar

MAB

Univ Ghardaïa

Examineur

Mr. BOUTELLI. M .Hicham

MCB

Univ Ghardaïa

Encadrant

Mr. LACHEHEB Senna

MAB

Univ Ghardaïa

Co-Encadrant

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2023/2024

Table des matières

Remerciement.....	I
Dédicace	II
Résumé	III
Liste des tableaux	IV
liste des figures.....	V
Leste des abréviations.....	VI
Introduction générale.....	01

Chapitre I : Présentation de site de la ville

I.1.Introduction.....	.03
I.2.Présentation du site	03
I.2.1.Situation géographique	03
I.2.2.Présentation de la ville de bouhraoua	04
I.2.3.Situation géologique et hydrogéologique	04
I.2.3.1. Nappes phreatiques	05
I.2.3.2. La nappe du continental intercalaire (ci).....	05
I.2.3.3. La nappe du complexe terminal (ct).....	05
I.2.4.Situation climatologique	05
I.2.4.1. TEMPERATURE	06
I.2.4.2. Vents :.....	07
I.2.4.3.Humidité :.....	08
I.2.4.4.Pluviométrie :.....	08
I.3.Conclusion	09

Chapitre II : Estimation des besoins en eau

II.1.Introduction :.....	10
II.2. Estimation de la population	10
II.3.Evaluation des besoins en eau :.....	11
II.3.1. Système unitaire (consommation unitaire) :.....	11
II.3.2. Consommation moyenne journalière (Qmoy.j) :.....	11
II.3.3. Besoins en eau par catégorie :.....	12
II.3.3.1. Besoins domestiques :.....	12
II.3.3.2. Besoins administratifs :.....	13
II.3.3.3. besoins scolaires :.....	13
II.3.3.4. besoins sanitaires :	14

II.3.3.5. besoins socioculturels :	14
II.3.3.6. besoins d'arrosage :	15
II.3.3.7. Besoins commerciaux :	15
II.3.3.8. Récapitulation des boisions en eaux de la ville :	16
II.3.3.9. Calcul de la consommation journalière moyenne majorée :	16
II.4. Etude des changements de débit :	17
II.4.1. étude des coefficients de changement :	17
a)- coefficient de variation journalière k_j	17
b)- coefficient de variation horaire k_{hmax} :	18
c)- Le coefficient de consommation maximal k_{pte} :	19
II.4.2. Résultat de calcul des débits :	19
II.5.conclusion:	20

Chapitre III : Le réseau de distribution

III.1. Introduction :	21
III.2. Rôle du réseau:	21
III.3. Structure du réseau de distribution	21
III.4. Choix du type de matériaux :	21
III.5. Types de réseaux d'eau :	22
III.5.1. Réseau ramifié :	22
III.5.2. Réseau maillé :	22
III.5.3. Réseau mixte :	23
III.5.4. Réseaux étages :	23
III.6. Équipement du réseau de distribution :	23
III.6.1. Robinets vannes :	23
III.6.2. Bouches ou poteau d'incendie :	23
III.6.3. Clapets :	24
III.6.4. Ventouses :	24
III.6.5. Robinets de vidange :	24
III.6.7. Réducteurs de pression :	24
III.6.7. Calcul d'un réseau maillé -débits aux nœuds :	24
III.7. Calcul d'un réseau ramifié :	24
III.8. Etude de réservoir :	25
III.8.1. Définition du réservoir :	25
III.8.2. Rôle des réservoirs :	25
III.8.3. Choisir l'emplacement du réservoir :	25
III.8.4. Classification des réservoirs :	25
III.8.5. Types de réservoirs :	26
a)- réservoir sur tour (château d'eau) :	26
-avantage :	26
-inconvenients :	26

III.8.6.Capacite du réservoir :.....	26
III.9. Détermination des débits :.....	28
III.9.1. Débit spécifique :.....	28
III.9.2. Débit de tronçon :.....	28
a) Débit en nœud :.....	28
II.10.Conclusion :.....	29

Chapitre IV : Diagnostic du système actuel

IV.1. Introduction :.....	30
IV.2. Ressources en eau :	30
IV.2.1. ForageN3 (sonalgaz):.....	30
IV.3. Diagnostic du réseau de distribution :.....	32
IV.3.1. Réseau de distribution :.....	32
IV.4. Interprétation des résultats de calcul :.....	47
IV.5. Recommandations :.....	47
IV.5.1. Concernant les forages :.....	47
b)- Sur pompage :.....	48
c)- Pompage alterné :.....	48
d)-Développement par émulseur :.....	48
e)- Contrôle de la fin du développement :.....	48
IV.5.2. Concernant les adductions :.....	49
IV.5.3. Recommandation concernant les réservoirs :.....	49
IV.5.4. Concernant le réseau de distribution :.....	49
IV.6. Conclusion :.....	50

Chapitre V : Réhabilitation du système d'alimentation

V.1. Introduction :.....	49
V.2. 1 ^{ere} variante : changement de diamètre du conduit :.....	49
V.2.1. Discussion sur les résultats de 1 ère variant :.....	55
V.3. 2 ^{ere} variante : faire un réseau maille :.....	56
V.3.1. Discussion sur les résultats de2 ^{eme} variant :.....	62
V.4. 3 ^{eme} variante : alimentation séparée :.....	63
V.4.1. Discussion sur les résultats de 3eme variant :.....	69
V.5. 4 ^{eme} variante :raccordement de nouveau réservoir:.....	70
V.5.1. Discussion sur les résultats de 4eme variant :.....	76
V.6. Conclusion :.....	76
Conclusion générale :.....	78
Références bibliographiques :.....	78

Liste des tableaux

Tableau I.1. températures mensuelles en °c de la région Ghardaïa :.....	08
Tableau I.2. vitesse de vent en m/s de la région Ghardaïa :.....	09
Tableau I.3. précipitations mensuelles enregistrées dans de la région Ghardaïa :.....	10
Tableau II.1. besoins domestiques :.....	15
Tableau II.2. évaluation des besoins administratifs :.....	16
Tableau II.3. évaluation des besoins scolaires :.....	16
Tableau II.4. évaluation des besoins sanitaires :.....	16
Tableau II.5. évaluation des besoins socioculturels :.....	17
Tableau II.6. évaluation des besoins d'arrosage :.....	17
Tableau II.7. évaluation des besoins commerciaux :.....	17
Tableau II.8. récapitulation des besoins en eaux de la ville :.....	18
TtableauII.9. β_{max} et β_{min} en fonction du nombre d'habitants :.....	19
Tableau II.10 la valeur de ah en termes de khmax :.....	20
Tableau II.11. récapitulatif des débits :.....	21
Tableau IV.2. présentant les longueurs, les débits des routes et des nœuds :.....	39
Tableau IV.3. le résultat des nœud présente :.....	41
Tableau IV.4. le résultat des nœud présente :.....	44
Tableau IV.5. le résultat de la simulation :.....	46
Tableau V.1.le résultat des nœud :.....	54
Tableau V.2. les résultats des conduits après la modification du diamètre des conduites :.....	56
Tableau V.3. le résultat des nœud :.....	59
Tableau V.4. le résultat des conduites :.....	61
Tableau V.5. le résultat des nœud :.....	65
Tableau V.6. le résultat des conduites :.....	67
Tableau V.7. les résultats des nœud :.....	70
Tableau V.8. les résultats des conduites :.....	72

Liste des figures

FigureI.1 situation géographique de la wilaya de Ghardaïa :.....05

FigureI.2. Situation géographique de la zone étudiée dans la ville de bouhraoua :.....06

Figure I.3. Température moyenne mensuelle de la région de Ghardaïa pendant la périodes de 2014-2023.....08

FigureI.4. Vitesse du vent moyenne mensuelle dans la région de Ghardaïa pendant la période de 2014-2023.....09

Figure I.5. Précipitation moyenne mensuelle de la région de Ghardaïa, période de 2014-2023.....11

Figure II.1. Réseau AEP actuel de bouhraoua 450 et 35 :.....15

Figure III.1. Schéma du réseau ramifié :.....24

Figure III.2. Schéma du réseau maille :.....25

Figure III.3. Schéma de réseau étagé :.....25

Figure III.4. Le réservoir d'eau actuel a bouhraoua (n3 (sonal gaz) :.....29

Figure IV.1. Forage fn3 avec ces accessoires :.....35

Figure IV.2. Les diamètres du réseau actuel d'approvisionnement en eau potable :.....37

Figure IV.3. Schéma de réseau dans EPANET :.....38

FigureIV.5. Schéma de réseau dans EPANET (simulation) :.....43

Figure V.1. Schéma de réseaux après la modification les diamètres de conduit :.....53

FigureV.2. Schéma de réseaux le maillage de réseaux :.....58

FigureV.3. Schéma de réseaux alimentation sépare :.....64

Figure V.4. Schéma de réseaux raccordement de nouveau réservoir :.....69

Liste des Abréviations

A.E.P : Alimentation en Eau Potable	ZR : Cote terrain naturelle du château d'eau
AMC : Amiante Ciment	Z1 : Cote terrain naturelle du point défavorable
APC : Assemblée Populaire Communale	Hmin : La pression au sol de point défavorable
CEM : Collage Enseignement Moyenne	λ : Coefficient de perte de charge de Moody
D.P.A.T: Direction de Planification et Aménagement de Territoire	ϵ : Rugosité de la conduite
PEHD : Polyéthylène Haute Densité	qu : Débit unitaire
PVC : Polychlorure de Vinyle ou Chlorure de polyvinyle	T : Taux d'occupation par logement
R.G.P.H : Recensement Général de la Population et l'Habitation	ZR : Cote terrain naturelle du château d'eau
R.N : Rue National	Z1 : Cote terrain naturelle du point défavorable
ANRH : Agence National des Ressource Hydrique	Hmin : La pression au sol de point défavorable
C° : unité de température	HR : hauteur de château d'eau
Cote TN Am : Cote Terrain Naturel Amon	Li : La longueur du tronçon
Cote TN Av : Cote Terrain Naturel Aval	n : nombre des étages
CR : Cote du radier château d'eau	Ni : Le nombre de logement
Dca l : Diamètre Calculé	P : Pression en [bar]
Dc : Diamètre de la cuve	PD : point défavorable
DN : Diamètre Normalisé	Pi : La population de future
$\Phi_{nor int}$: Diamètre normalisé intérieur	PN : Pression Nominale
Dot : c'est la dotation	Pop : Population
e : épaisseur de conduite	QAv : Débit des tronçons Aval
ΔH : la perte de charge	Qcor : Débit de correction
Hc : La hauteur de la cuve	QTotal : Débit total
H : Rapport entre le diamètre normalisé et le diamètre calculé	QTr : Débit de Tronçon
V1 / 2 journalier : Volume des besoins demi journaliers	QEp : Débit des équipements
Vincendie : Volume réservé à l'incendie	Qmoy j : Débit moyen journalier
$\Delta HR-1$: Perte de charge du cheminement le plus longe vers PD	QT : Débit total
	Sc : La surface de la cuve
	Vcal : la vitesse calculée
	Vc : Volume de la cuve

REMERCIEMENT

Louange à Dieu qui m'a guidé et m'a permis de terminer mon parcours académique après de longues années. Ces années ont été remplies de défis, de travail acharné et de persévérance, et cela a été possible grâce à Dieu Tout-Puissant et au soutien ainsi qu'aux conseils de mes chers professeurs. J'ai réussi à surmonter tous les obstacles et à atteindre les plus hauts niveaux.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mon appréciation envers le Dr. Boutelli Mohamed Hicham et le Dr. Lacheheb senna, qui ont été à mes côtés et m'ont beaucoup aidé. Je ne peux que remercier votre sagesse, votre patience et vos précieux conseils. Je tiens également à remercier tous les autres enseignants, le Dr. Boulmaiz Tayeb, le Dr. Chebihi Lakhdar, le Dr. wolad Belkhir Cheikh, le Dr. Hafsi Radia, le Dr. Ben Bitour Salma, le Dr. Boubli, Azouz Fatima Zahra, Amieur Rokia, le Dr. Selmane tahar, le Dr. Chouireb et Mechri Bachir.

Je tiens également à remercier tous les travailleurs de la direction d'hydraulique, en particulier, Bouabdelli ,Mimemi Elalmi, Mancour Achour, Zegheib, Al Horma ainsi que tous les travailleurs de l'Algérienne des eaux et tous les employés du bureau d'études C.T.H. Je ne peux pas oublier mes chers camarades, qui ont partagé chaque instant cette marche avec moi. À tous ceux qui étaient à mes côtés, m'ont encouragé et soutenu, même avec un simple mot gentil, je vous envoie mes sincères remerciements et ma gratitude.

J'espère avoir réussi à offrir une petite partie du soutien que j'ai reçu et à avoir eu un impact positif dans la vie des autres comme ils l'ont fait pour moi. Continuons ensemble à déployer tous nos efforts et à nous entraider pour réaliser davantage de succès et d'accomplissements dans le futur. Merci à vous tous pour tout Et que Dieu soit notre guide vers la réussite."

BOULAHIA Nadia

Dédicace

Je dédie humblement ce modeste travail
à mes parents qui ont été la raison de mon existence
, mon cher père et ma chère mère.

Je le dédie également à mon soutien et à ma moitié,
mon époux bien-aimé, qui a partagé avec moi les joies et les peines de la vie.

Je le dédie aussi au fruit de ma vie, mes enfants, Walid et Malak.

De même, je le dédie à mes frères et sœurs, chacun par son nom :
Mohammed, Aziz, Massika, Samira, Sabrina , Aux épouses de mes frères.

Et à toute la famille Lacheheb et Boulahia.

Je dédie également ce travail à tous ceux qui me souhaitent le bien,
que ce soit de près ou de loin

BOULAHIA Nadia

المخلص

مشروع مذكرة التخرج يركز على إعادة دراسة ونمذجة شبكة توزيع المياه الصالحة للشرب في منطقة بوهر اوة حي 450 وحي 350 مسكن بولاية غرداية. نظرا لكثرة انقطاعات الماء في الحي محل الدراسة والنقص في ساعات الاستهلاك اليومي ارتأينا دراسة هذه الحالة لغرض ايجاد حلول لتلبية الاحتياجات المائية الحالية والمستقبلية للسكان في المنطقة.

لأجل ذلك قمنا بجمع كافة المعلومات ذات الصلة بالمنطقة لدراسة للإحاطة الكاملة للمشاكل وتطبيق أفضل الحلول لها.

قد اقترحنا عدة حلول، بما في ذلك تغيير قطر القنوات وتحويل شبكة التوزيع من متفرعة إلى حلقة. إضافة إلى ذلك وكحل ثاني، قمنا بربط كل حي بقناة مباشرة من الخزان، وأيضا قمنا بدراسة ربط الأحياء المذكورة بخزان مجاور كمقترح ثالث. وبعد المقارنة ما بين مختلف المقترحات، وجدنا ان الحل الوحيد الأمثل والأقل كلفة هو تغيير قطر بعض القنوات، حيث أعطى هذا المقترح نتائج مرضية إلى حد ما، مع بقاء السرعات منخفضة في بعض الأجزاء.

الكلمات المفتاحية: الشبكة , احتياج الماء , اكتفاء , إعادة تصميم , المحاكات Epanet ,

Résumé :

Le projet de mémoire de fin d'études se concentre sur la sur l'évaluation et la simulation d'un réseau de distribution d'eau potable dans la région de Bouhraoua, quartiers 450 et 350 logements, dans la wilaya de Ghardaia. En raison des fréquentes coupures d'eau dans le quartier étudié et du manque d'heures de consommation quotidienne, nous avons décidé d'étudier cette situation dans le but de trouver des solutions pour répondre aux besoins actuels et futurs en eau des habitants de la région. Pour cela, nous avons rassemblé toutes les informations pertinentes sur la région afin d'étudier de manière exhaustive les problèmes et d'appliquer les meilleures solutions. Nous avons proposé plusieurs solutions, y compris le changement de diamètre des canalisations et la transformation du réseau de distribution de ramifié à circulaire. En outre, en tant que deuxième solution, nous avons connecté chaque quartier à un canal direct depuis le réservoir, et nous avons également étudié la liaison des quartiers mentionnés à un réservoir voisin comme troisième proposition. Après comparaison entre les différentes propositions, nous avons constaté que la seule solution optimale et la moins coûteuse est de modifier le diamètre de certaines canalisations, cette proposition donnant des résultats satisfaisants dans une certaine mesure, tout en maintenant des vitesses faibles dans certaines parties.

Mots clés : Réseau, besoin en eau, satisfaction, redimensionnement, Simulation, Epanet

Summary:

The final year thesis project focuses on the and simulation of a potable water distribution network in the Bouhraoua region, specifically in the neighborhoods of 450 and 350 housing units

The final year thesis project focuses on the evaluation and simulation of the drinking water distribution network in the Bouhraoua area, specifically the 450 and 350 housing districts, in the wilaya of Ghardaïa. Due to the frequent water interruptions in the neighborhood under study and the shortage of daily consumption hours, we deemed it necessary to investigate this situation in order to find solutions to meet the current and future water needs of the population in the area. To achieve this, we gathered all relevant information about the area to conduct a comprehensive study of the problems and implement the best solutions.

Based on the simulation results, we proposed several solutions, including changing the diameter of the pipelines and converting the distribution network from a branched to a meshed network. Additionally, as a second solution, we connected each district to a direct pipeline from the reservoir, and we also explored the possibility of connecting the mentioned districts to a new reservoir as a third proposal. After comparing the different proposals, we found that the optimal and least costly solution is to change the diameter of certain pipelines, as this proposal provided satisfactory results to some extent, while maintaining low velocities in certain parts.

Keywords: Network, water needs, satisfaction, resizing, simulation, EPANET

Introduction générale

Introduction générale :

L'eau est fondamentale pour la vie sur Terre et constitue une ressource naturelle essentielle pour la survie et la croissance, comme le confirme le verset du Saint Coran : " وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ ". Dans cette optique, nous comprenons l'importance de l'eau dans la vie des organismes vivants et dans leurs activités. Sans eau, il n'y a ni vie ni développement. Avec l'augmentation rapide de la population, les besoins en eau pour un usage domestique, industriel et agricole sont devenus de plus en plus complexes au fil du temps, en raison de la demande croissante en eau potable.

Malgré les politiques et les investissements importants réalisés dans ce domaine pour développer le secteur de l'eau, les résultats escomptés n'ont pas été atteints. Par conséquent, l'irrégularité des réseaux de distribution d'eau potable constitue un problème majeur à la fois au niveau local et mondial. [1]

L'Algérie fait partie des pays du monde où de nombreuses régions souffrent de pénuries d'eau potable, notamment la région de Bouhraoua, située dans la ville de Ghardaïa, qui est le sujet de notre étude.

Ainsi, lorsque la société est confrontée à des problèmes de gestion, d'exploitation ou même de planification des réseaux d'eau potable en général, il est fortement recommandé d'entamer un processus de diagnostic pour corriger les parties qui ne sont pas conformes aux normes de l'ingénierie de production et celles qui ne répondent pas aux exigences de débit en eau potable. Ce problème se manifeste de différentes manières, telles que les fuites importantes d'eau en raison de l'ancienneté et de la détérioration de l'infrastructure, ou les ruptures de canalisations en raison des conditions environnementales difficiles ou des défauts de conception, en plus des interruptions de service régulières dues à une gestion inefficace ou à un manque d'entretien préventif.

Ces perturbations affectent non seulement l'accès à l'eau potable pour les populations desservies par ces réseaux, mais peuvent également entraîner d'importantes pertes en ressources en eau, une augmentation des coûts de traitement et de distribution, ainsi qu'une vulnérabilité accrue aux risques sanitaires et environnementaux. Pour résoudre ce problème, d'importants investissements sont nécessaires pour moderniser et entretenir l'infrastructure hydraulique, en plus d'efforts concertés pour améliorer la gestion et la surveillance des réseaux de distribution d'eau potable, soutenir l'innovation technologique et former le personnel pour garantir un approvisionnement en eau potable fiable, sûr et durable.

La modélisation des réseaux de distribution d'eau potable est un outil essentiel pour une gestion efficace et durable des ressources en eau, permettant aux ingénieurs et aux employés de prendre des décisions éclairées pour assurer un approvisionnement en eau potable fiable, sûr et économique.

Sur cette base, nous avons diagnostiqué le réseau de distribution d'eau potable dans la région de Bouhraoua - Wilaya de Ghardaïa en utilisant le logiciel EPANET, un programme développé par l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (EPA) pour le calcul et la simulation des réseaux de distribution d'eau potable. La simulation permet d'avoir une vue d'ensemble du débit dans chaque conduite, de la pression à chaque nœud et du temps de séjour de l'eau dans les conduites, ainsi que de sa qualité. De plus, EPANET permet d'estimer les coûts énergétiques associés à l'exploitation du réseau. [2]

Basé sur ce qui précède, nous avons structuré notre étude en 5 chapitres avec une introduction, une conclusion générale et des recommandations.

Voici la présentation de notre thèse :

Chapitre I : Présentation du site de la ville

Chapitre II : Estimation des besoins en eau

Chapitre III : Réseau de distribution et réservoir

Chapitre IV : Diagnostic du système actuel d'approvisionnement en eau potable

Chapitre V : Réhabilitation du système d'alimentation en eau

CHAPITRE I
PRÉSENTATION DE SITE
DE LA VILLE

I.1. Introduction :

La région de Ghardaïa en Algérie occupe une position stratégique en raison de sa situation géographique au nord du Sahara algérien.

Cette région se distingue par sa diversité topographique et géologique. Elle comprend une gamme variée de caractéristiques géographiques et géologiques qui influencent la vie de ses habitants et son économie, créant à la fois des défis et des opportunités dans le contexte de l'investissement et du développement durable.

Ainsi, il est nécessaire pour nous de connaître les caractéristiques suivantes :

I.2. Présentation du site :

I.2.1. Situation géographique : [3]

La Wilaya de Ghardaïa se situe au centre de la partie nord de Sahara. À environ 600 Km de la capitale Alger. Ses coordonnées géographiques sont :

- Altitude 486 m au – dessus du niveau de la mer.
- Latitude 31°33' à 33°04' nord
- Longitud 2°14' et 5°00' Est.

La wilaya de Ghardaïa couvre une superficie de de 19729 km² (BENYOUCEF1991),

La wilayade Ghardaïa est limitée: [4]

- Au Nord par la Wilaya de Laghouat (200 Km).
- Au Nord Est par la Wilaya de Djelfa (300 Km).
- Au Est par la Wilaya d'Ouargla (200 Km).
- Au Sud par la Wilaya d'El Meniaa(270 Km).
- Au Ouest par la Wilaya d'El-Bayad (350 Km)

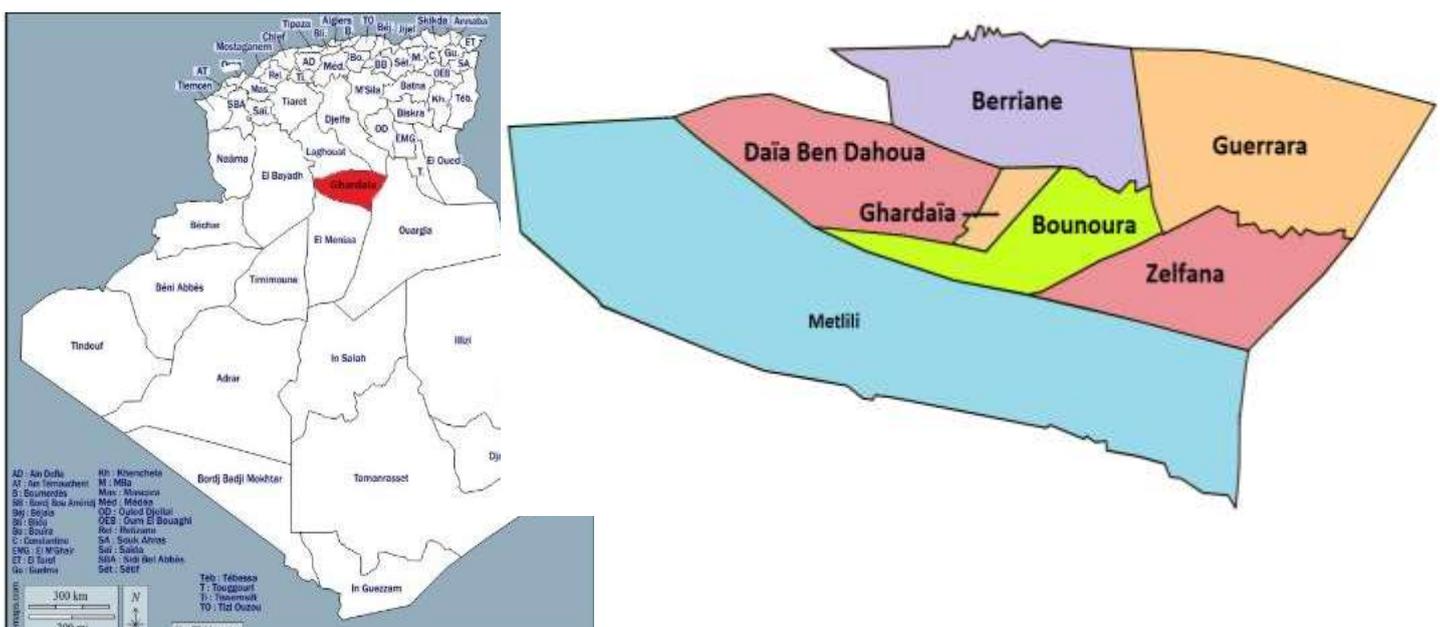


Figure I.1 Situation géographique de la Wilaya de Ghardaïa .[5]

I.2.2. Présentation de la ville de Bouhraoua :

La ville de BOUHROUA se trouve à 3 Km de Ghardaïa chef -lieu de la wilaya. Elle est limitée au Nord par la commune de Berriane, au sud par le centre-ville de la commune de Ghardaïa, à l'ouest par le quartier de Mermaid et à l'Est par la commune de Bounoura. La ville s'étend sur une superficie de 355 ha.

L'agglomération de BOUHROUA présente un relief uniforme avec une faible pente (0 à 2) % qui aide à l'écoulement et à la distribution de l'eau .[6]

Elle s'élève à 486 mètres au-dessus du niveau de la mer

La figure suivant présente la partie étudiée de la région de la zone de Bouhraoua :

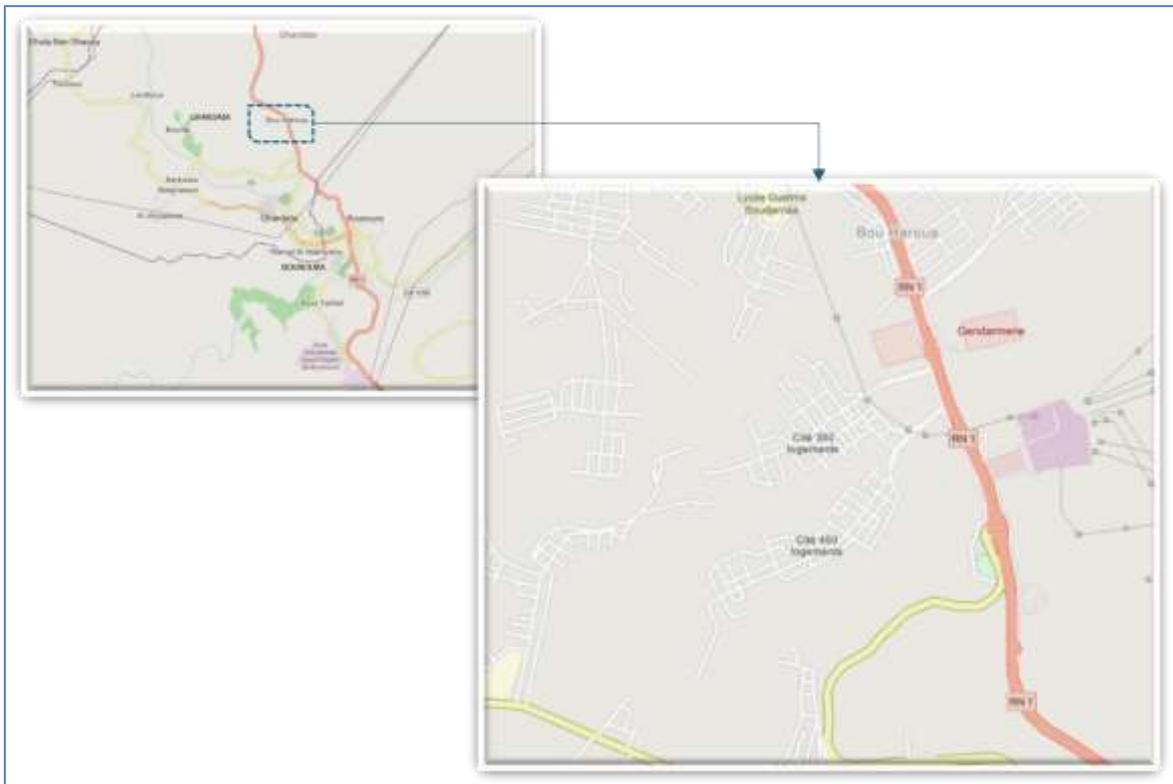


Figure I.2. Situation géographique de la zone étudiée dans la ville de Bouhraoua 450 et 350logements .

I.2.3. Situation géologique et hydrogéologique :

La wilaya de Ghardaïa est située sur les bordures occidentales du bassin sédimentaire secondaire du Bas - Sahara, les terrains affleurant sont en grande partie attribués au Crétacé supérieur. Du point de vue lithologique, ces affleurements sont de type :

- Argiles verdâtres et bariolées à l'Ouest et le Sud-ouest attribués au Cénomaniens.
- Calcaires massifs durs ; blanc grisâtre au centre, attribués au Turonien.
- Calcaires marneux et argiles gypseuses à l'Est, attribués au Sénonien.
- Sables rougeâtre consolidés à l'Est et au Nord-est attribués au Mio-pliocène.

Les reliefs de Ghardaïa désignent les caractéristiques naturelles de la région entourant la ville de Ghardaïa en Algérie. Ils se distinguent par leur appartenance au vaste désert du Sahara et comprennent une série de plateaux, de vallées et de plaines. Les plateaux s'élèvent à des altitudes moyennes variant entre 200 et 600 mètres, tandis que les vallées se distinguent par leur profondeur et leur enchevêtrement. Certaines plaines sont composées de strates rocheuses entrecoupées par les vallées, parmi lesquelles se trouve l'oued Mzab. Ces reliefs constituent une partie de la diversité naturelle qui caractérise la région de Ghardaïa, et jouent un rôle crucial dans la détermination du climat, de la végétation, de la faune et des schémas de peuplement dans la région.

Les principales ressources en eau de la wilaya sont d'origine souterraine. Elles sont contenues dans trois types d'aquifères ; les nappes phréatiques superficielles d'Inferé-flux, et la nappe profonde captive du Continental Intercalaire dite albiennaise et la nappe complexe terminal

I.2.3.1 Nappes phréatiques :

Elles sont abritées dans les alluvions des vallées des oueds de la région. L'alimentation et le comportement hydrogéologique sont étroitement liés à la pluviométrie. La profondeur du niveau d'eau varie entre 10 et 30 m. Ces nappes sont captées par des centaines de puits traditionnels, et destinées essentiellement, pour irriguer les palmeraies des vallées.

I.2.3.2. La nappe du Continental Intercalaire (CI) :

Elle représente la principale ressource en eau de la région. L'aquifère est composé de sables, grès et d'argiles sableuses d'âge Albiennaise. Selon la région, elle est captée à une profondeur allant de plus de 2000 m. Suivant l'altitude de la zone et la variation de l'épaisseur des formations postérieures au CI, exploitée par pompage à des profondeurs variant de 80 m à 170 m dans la zone de Ghardaïa.

I.2.3.3. La nappe du Complexe Terminal (CT) :

La nappe du Complexe Terminal s'étend sur une superficie de 350000 km², la profondeur de la nappe est relativement faible allant de 100 à 400 mètres. Elle est artésienne dans la plus grande partie de son étendue, elle est captive dans le centre du bassin et libre sur les Bor.

I.2.4. Situation Climatologique :

"Les variations de température entre le jour et la nuit ainsi qu'entre les mois sont caractéristiques du climat de cette région.

L'humidité relative de l'air est très faible, diminuant considérablement en dessous de 10% dans les espaces ouverts, et cette sécheresse climatique se manifeste par une extrême rareté de végétation. La répartition des plantes et des animaux est influencée par les facteurs climatiques. Dans cette section, les températures, les précipitations et un résumé climatique seront détaillés. Le climat de BOUHROUA et toute la

région de Ghardaïa est caractérisée par un climat saharien aride. [7]

I.2.4.1. Température :

La température est considérée comme le facteur le plus important, car elle est l'élément qui doit être étudié en premier en raison de son impact environnemental sur les organismes vivants. La température est naturellement un facteur environnemental majeur qui influence la répartition géographique des espèces (Drew, 1974). Les températures mensuelles ont été enregistrées au cours d'une période de 10 ans (2012-2020-2021) dans les stations météorologiques de Ghardaïa.

Tableau I.1. Températures mensuelles en °C de la région Ghardaïa Enregistrées durant la période de 2014 à 2023

	Mois											
T(°C)	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
Max	17,22	19,23	29,33	11,68	32,99	38,44	41,66	40,35	36,77	29,26	22,41	18,22
Min	6,42	7,98	9,71	14,97	20,02	24,97	31,15	27,11	24,1	17,5	11,03	7,36
Moy	11,82	13,6	24,52	13,32	26,5	31,7	36,38	33,73	30,43	23,38	11,72	12,79

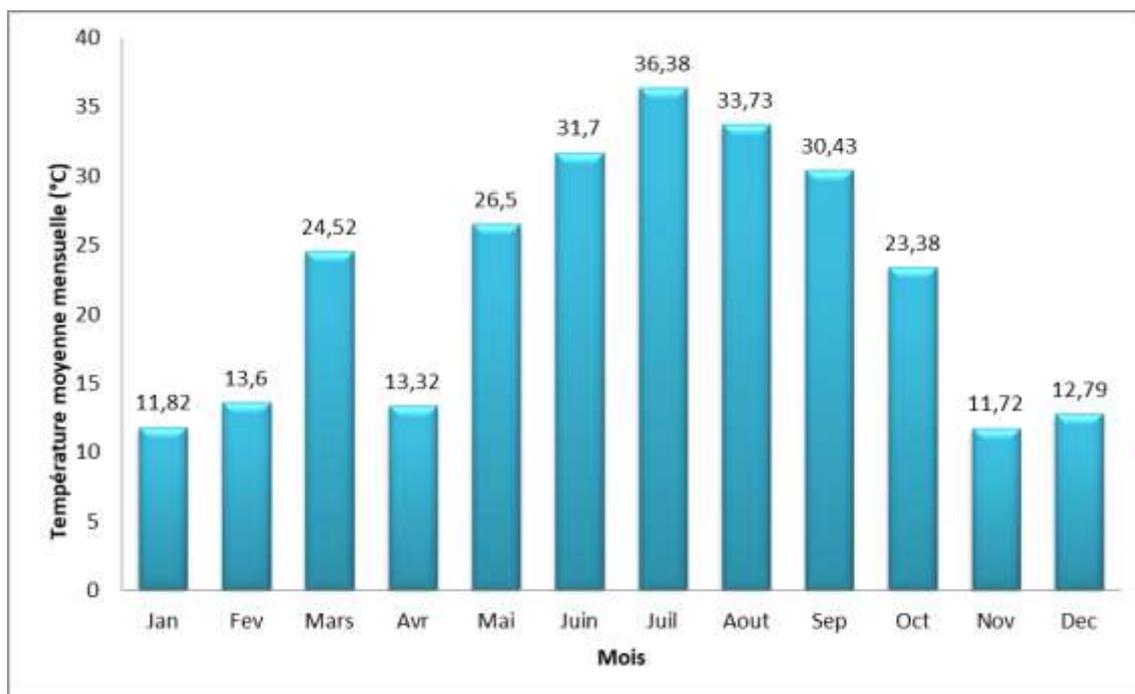


Figure I.3. Température moyenne mensuelle de la région de Ghardaïa pendant la période de 2014-2023.

I.2.4.2. Vents

Les effets du vent dans la région de Ghardaïa sont visibles partout et se manifestent dans plusieurs aspects importants :

- **Transport et accumulation de sable** : Les vents déplacent les grains de sable d'un endroit à un autre, ce qui entraîne leur accumulation dans des zones spécifiques et la formation de dunes de sable.
- **Formation des dunes de sable** : Le mouvement du vent contribue à la formation des dunes de sable distinctives qui font partie intégrante du paysage naturel de la région.
- **Érosion et polissage des roches** : Le transport de sable par le vent entraîne l'érosion et le polissage des roches, ce qui affecte leur forme et crée des reliefs distinctifs.
- **Augmentation de l'évaporation** : Les vents chauds et secs comme le Sirocco contribuent à augmenter le processus d'évaporation, ce qui nécessite un arrosage supplémentaire des cultures pour compenser la perte d'eau.

Dans l'ensemble, ces effets sont considérés comme un élément essentiel de l'environnement naturel de Ghardaïa et ont un impact significatif sur la vie quotidienne et économique des habitants de la région.

Tableau I.2. Vitesse de vent en m/s de la région Ghardaïa Enregistrées durant la période de 2014 à 2023.

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
Vent (m/s)	9.51	8.85	8.5	8.42	8.59	8.64	9.2	8.86	8.77	9.6	9.43	9.56

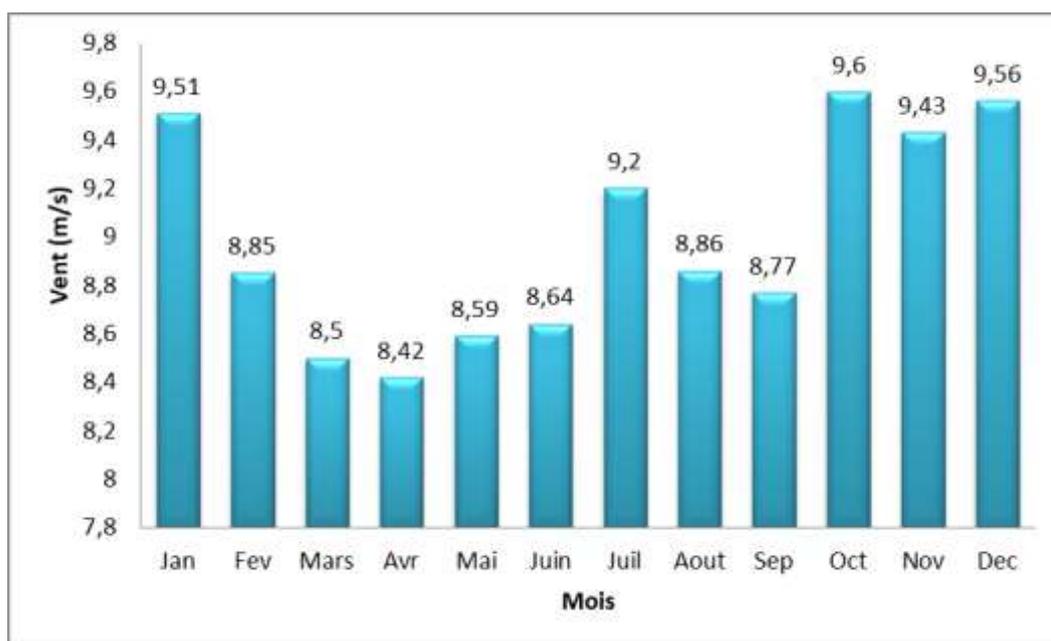


Figure I.4. Vitesse du vent moyenne mensuelle dans la région de Ghardaïa pendant la période de 2014-2023.

I.2.4.3. Humidité :

Ghardaïa est une région aride située au cœur du désert algérien, ce qui signifie que les niveaux d'humidité dans l'air sont généralement très bas tout au long de l'année. Pendant l'hiver, l'humidité peut augmenter légèrement en raison de quelques précipitations, mais elle reste globalement faible. La baisse du niveau d'humidité dans la région est attribuée à sa géographie, étant entourée de désert de tous côtés. Les habitants locaux s'adaptent à ces conditions sèches en utilisant des techniques pour augmenter l'humidité dans leurs habitations et en pratiquant une agriculture adaptée à ce type d'environnement sec.

I.2.4.4. Pluviométrie :

Les précipitations revêtent une grande importance écologique dans la région de Ghardaïa, car elles constituent un facteur essentiel pour le fonctionnement et la répartition des systèmes écologiques. Selon Ramade (1984) et Mutin (1977), les précipitations ont un impact significatif sur la flore et la faune de la région. Les quantités de précipitations mensuelles ont été documentées au cours de la dernière décennie (2014-2023).

La région de Ghardaïa connaît généralement une rareté des précipitations en raison de son caractère désertique, avec des quantités de précipitations très faibles. La plupart des précipitations se concentrent pendant la saison hivernale, et sont en quantité limitée et irrégulières. Ces conditions arides et la rareté des précipitations nécessitent une adaptation de la part des habitants locaux, qui dépendent de techniques d'irrigation avancées et d'une gestion prudente des ressources en eau pour assurer la pérennité de l'agriculture et préserver l'équilibre écologique de la région.

Tableau I.3. Précipitations mensuelles enregistrées dans de la région Ghardaïa durant la période de 2014 à 2023.

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
P (mm)	1.24	3.47	3.52	3.65	3.82	0.71	0.10	0.10	4.68	5.46	3.35	1.16

P : Précipitation totale annuelle de pluie et/ou neige fondue (mm)

Au mois d'octobre, nous constatons que le taux de précipitation est supérieur de 5,46 mm par rapport aux autres mois au cours des dix dernières années.

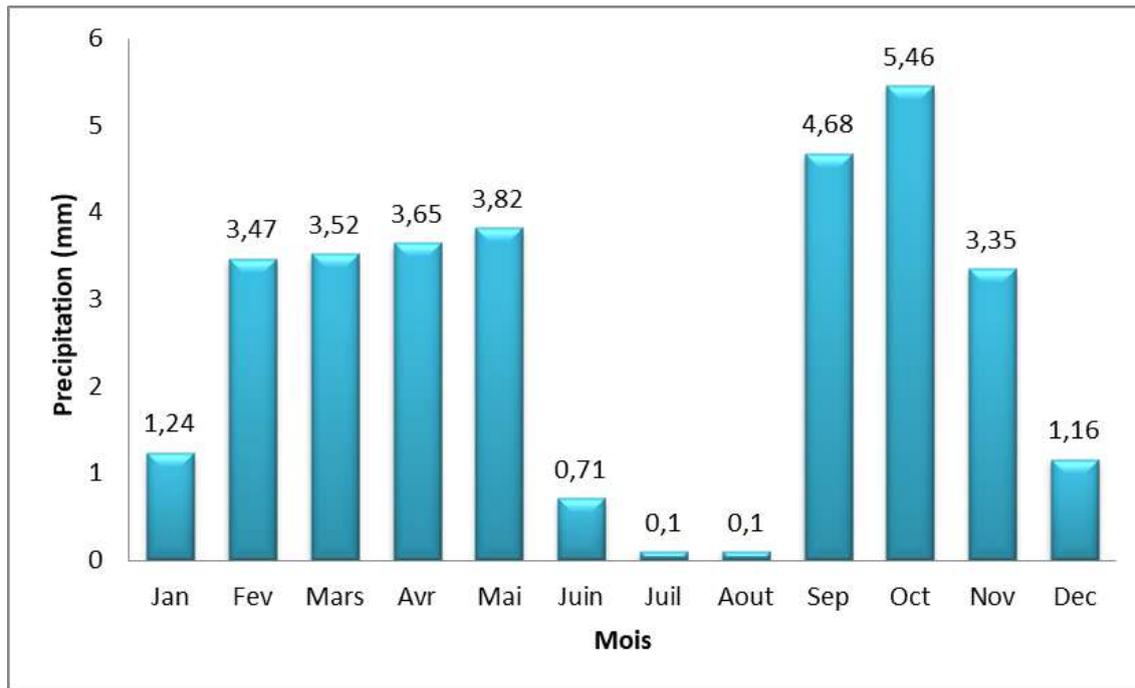


Figure I.5. Précipitation moyenne mensuelle de la région de Ghardaïa, période de 2014-2023 [9]

I.3. Conclusion :

La région de Bouhraoua bénéficie d'un climat saharien aride et présente principalement un relief plat. Elle se distingue surtout par une bonne situation hydrogéologique grâce à la présence de puits.

Voici un résumé : L'analyse de l'environnement naturel consiste à étudier les différents facteurs naturels qui influent sur une zone spécifique, et ce paragraphe se concentre sur trois aspects principaux : la topographie, l'hydrogéologie et la géologie, en mettant l'accent sur les interconnexions et les effets réciproques entre eux.

Sur le plan géologique, morphologique et géotechnique, la région de Bouhraoua est située sur un plateau rocheux dont l'altitude varie entre 300 mètres et 800 mètres au-dessus du niveau de la mer, traversé par de petits ravins et des falaises convergents vers la vallée de M'zab, transformée en oasis par ses habitants.

Elle se caractérise par une grande diversité dans les caractéristiques de surface, notamment : Une zone de plaine, où se trouvent les palmeraies, en bas. Une zone montagneuse calcaire entourant la ville de tous côtés, constituant un obstacle naturel à son expansion.

Un réseau hydrographique complexe composé de nombreux ravins et falaises.

Les falaises rocheuses et les oasis déterminent le paysage, où sont situées les villes du M'Zab et autour desquelles gravitent d'autres oasis (Berriane, Guerrara, Zelfana, Metlili, et plus au sud El- Meniaa).

Chapitre II :
ESTIMATION DES BESOINS
EN EAU

II.1. Introduction :

L'étude de tout projet nécessite de connaître tous les besoins en eau de la zone à approvisionner en eau potable, car ces besoins varient selon les secteurs existants, ainsi qu'en fonction du mode de vie et de la croissance démographique de la zone,

II.2. Estimation de la population : [10]

Pour estimer la population future P_n à partir d'une population initiale P_0 et d'un taux de croissance t l'équation utilisée est :

$$P_n = p(1+t)^n \quad (01)$$

Avec :

- P_n : population future prise à l'horizon quelconque (hab).
- P_0 : population de l'année de référence (hab).
- t : taux d'accroissement annuel de la population concernant la ville de Ghardaïa (Égal à 2.51%)

(Selon la version Algérienne des Eaux).

- n : années séparant l'année de référence à l'horizon considéré.

Nous avons deux quartiers de 450 et 350+100 logement en plus de 195 logement informels Ce qui fait que le nombre des logements devient 1095 logement.

Nous supposons qu'il y a 6 personnes dans chaque logement,

Donc la population future devient la suivante:

$$P_{2024} = 1095 \times 6 = 6570 \text{ hab} \quad (02)$$

II.3.Évaluation des besoins en eau :

Pour connaître les besoins spécifiques en eau d'une zone résidentielle, il faut connaître tous les consommateurs qui la composent. En effet, la consommation d'eau n'est ni fixe ni régulière. Elle varie d'une région à l'autre et d'une période à l'autre, et est également liés au mode de vie et aux activités de la région.

II.3.1.Système unitaire (consommation unitaire) :

La consommation unitaire est le débit journalier d'une unité de consommation, on le symbolise par (q_i) et on le donne sous la forme : litres/jour/unité.

II.3.2.Consommation moyenne journalière ($Q_{moy.j}$) :

La consommation moyenne journalière est liée au nombre de consommateurs en termes d'unité de consommation exprimé en mètre cube par jour, selon la relation suivante :

$$Q_{moyj} = \frac{(q_i \times N_i)}{1000} \text{ m}^3/\text{j} \quad (03)$$

Avec :

- Q_{moyj} : consommation moyenne journalière en m^3/j .
- Q_i : dotation moyenne journalière en l/j/hab.
- N_i : nombre de consommateurs.

II.3.3. Besoins en eau par catégorie :

II.3.3.1. Besoins domestiques :

Dans les quartiers urbains spécifiques, la consommation d'eau dépend principalement du développement sanitaire et des habitudes des habitants.

Pour les zones urbaines, les allocations varient de 150 à 200 litres par jour par personne. Selon notre projet et en fonction du plan mondial de l'eau, étant donné la taille de nos quartiers urbains, les besoins seront estimés sur la base d'une allocation de 200 l/j/ha comme indiqué dans le tableau suivant :

Tableau II.1. Besoins domestiques

Population	Dotation (l/j/hab)	$Q_{mo y, j}$ (m^3/j)
6570	200	1314 l/j

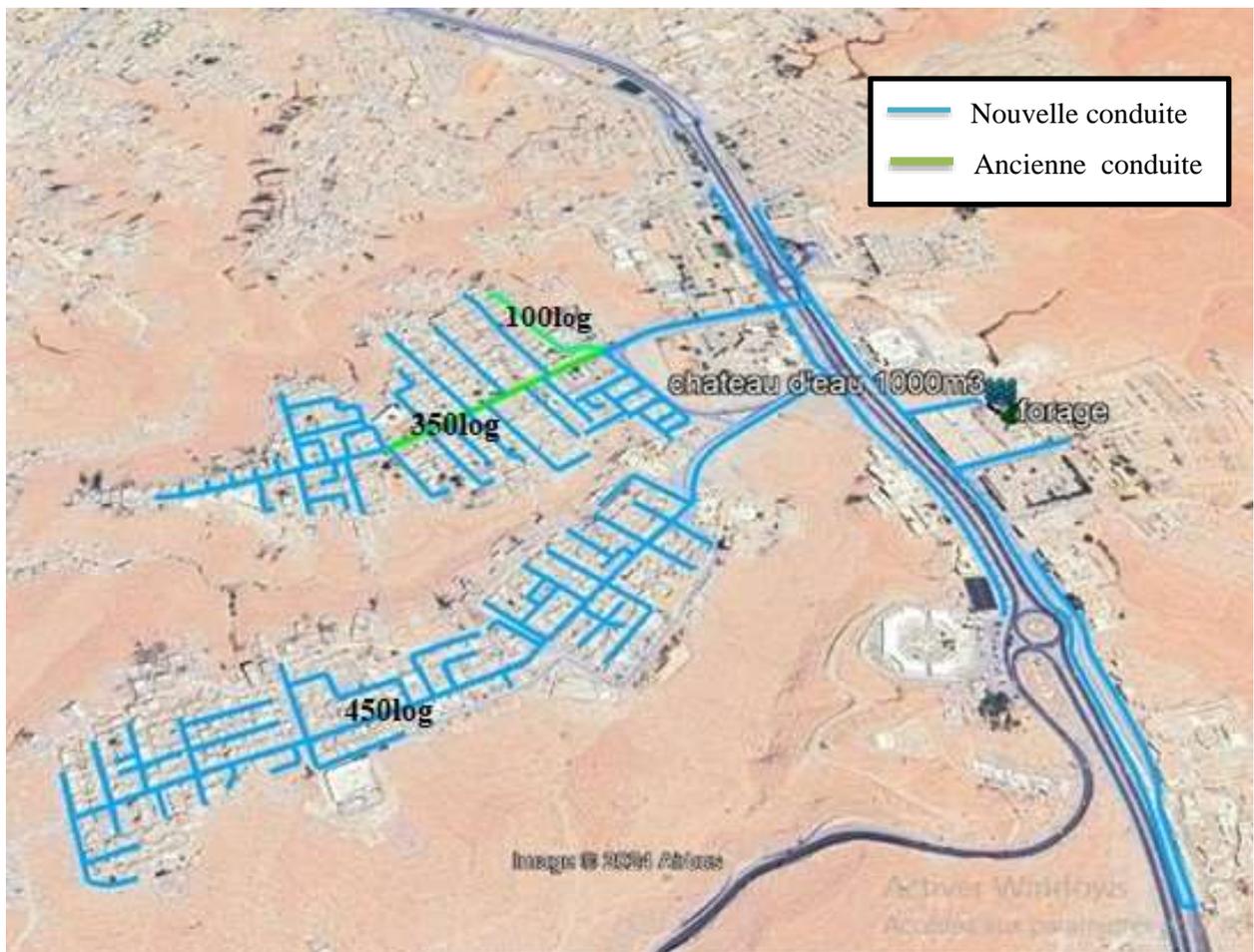


Figure II.1. Réseau AEP actuel de Bouhraoua 450 et 350. [11]

II.3.3.2. Besoins administratifs :

Les besoins administratifs sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau II.2. Évaluation des besoins administratifs [12]

Equipement	Nombre	Unité	Nombre d'unité	Dotation (l/j/unité)	Q _{mo y, j} (m ³ /j)
Centre immobilier	01	Employé	28	25	0.7
Centre des impôts	01		160	20	3.2
Palais de Justice	01		100	20	2
Conseil judiciaire	01		120	20	2.4
La protection civile	01		719	50	35.95
la douane	01		100	30	3
Cabinet d'avocats	01		3	15	0.045
Siège de la Sûreté urbaine	01		15	15	0.225
courrier express	40		4	10	0.04
Quartier Sonal gaz	01		044	20	3.2
Immobilier conservateur	01		20	20	0.4
Direction du Commerce de la Province de Ghardaïa	40		50	20	1
L'Autorité nationale pour l'observation indépendante des élections	40		12	20	0.24
Constructeurs de mutuelles	01		10	25	0.25
Bureau National de Métrologie (contrôle des appareils de mesure)	01		08	20	0.16
				Total	52.81

II.3.3.3. Besoins scolaires :

Les besoins scolaires sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau II.3. Évaluation des besoins scolaires

Equipement	N	Unité	Nombre	Dotation (l/j/unit)	Q _{mo y, j} (m ³ /j)
Ecole primaire	40	élève	044	04	00.00
C.E.M	01		732	30	21.96
Crèche	01	enfant	360	25	9
				Total	45.27

II.3.3.4. Besoins sanitaires :

Les besoins sanitaires sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau II.4. Évaluation des besoins sanitaires

Equipement	Nombre	Unité	Nombre D'unités	Dotation (l/j/unité)	Q _{mo y,j} (m ³ /j)
Centre de santé de la sécurité nationale	01	Employé	05	04	0.45
Dispensaire	01		08	30	0.24
				Total	0.69

II.3.3.4. Besoins socioculturels :

Les besoins socioculturels sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau II.5. Évaluation des besoins socioculturels

Equipement	Nombre	Unité	Nombre d'unités	Dotation (l/j/unité)	Q _{mo y,j} (m ³ /j)
Mosquée	02	Fidèles	2000	30	60
Direction du Tourisme	01	Employé	250	25	6.25
Centre d'étalonnage de tapis.	01		10	25	0.25
Bibliothèque publique	01		8	25	0.2
Centre de l'industrie traditionnelle	01		00	30	0.33
Maison des jeunes	01	Visiteurs	10	25	0.25
Centre divertissement scientifique	01		300	20	6
Centre culturel islamique	01		300	25	6
				Total	79.28

II.3.3.5. Besoins d'arrosage :

Les besoins d'arrosage sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau II.6. Évaluation des besoins d'arrosage

Équipement	Unité	Nombre	Dotation (l/j/unité)	$Q_{mo y,j}$ (m ³ /j)
Rues	m ²	5000	4	20
Total				20

II.3.3.6. Besoins commerciaux :

Les besoins commerciaux sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau II.7. Évaluation des besoins commerciaux

Équipement	Nombre	Unité	Nombre D'unité	Dotation (l/j/unité)	$Q_{mo y,j}$ (m ³ /j)
Supermarché	01	Employé	30	20	0.75
Boutique	15		30	10	0.3
Station d'essence	01		4	50	0.2
Pharmacie	01		02	25	0.05
Courrier express	01		03	15	0.045
Poste de lavage de voiture et de diagnostic automobile	02	Automobile	10	50	0.5
Cafeteria	04	Place	50	30	1.5
Restaurant	04		150	150	22.5
Total					25.845

II.3.3.8. Récapitulation des besoins en eaux de La ville

Les besoins totaux en eaux de la ville de BOUHROUA sont donnés par le tableau ci-dessous :

Tableau II.8. Récapitulation des besoins en eaux de la ville

Catégorie des besoins	$Q_{moy,j}$ (m ³ /j)
Domestiques	1314
Administratifs	52.81
Scolaires	45.27
Sanitaires	0.69
Commerciaux	25.85
Socioculturels	79.28
Arrosage	20
Total	1537.9

Donc :

$$Q_{moy,j} = 1537.9 \text{ m}^3/\text{j}$$

II.3.3.9. Calcul de la consommation journalière moyenne majorée :

En tenant compte des pertes potentielles dans le réseau de distribution résultant de fuites, ainsi que du comportement irrationnel des consommateurs, la valeur des besoins quotidiens totaux peut être soutenue ou augmentée de (10 à 30 %). la consommation journalière moyenne peut être calculée avec une majoration estimée à : 15% de la consommation journalière selon Relation :

$$Q_{moy.j.maj} = Q_{moyj} + 15\%Q_{moyj} \quad (05)$$

Où :

- $Q_{moy.j.maj}$: Consommation quotidienne moyenne subventionnée (m³/j)
- $Q_{moy.j}$: Consommation journalière moyenne (m³/j)

$$Q_{moy.j.maj} = 1768,58 \text{ m}^3/\text{j}$$

II.4. Etude des changements de débit :

Le débit à fournir à la population est affecté par plusieurs variables :

- Annuel : lié au niveau de vie de la population.
- Mensuel : lié à l'importance de la région.
- Quotidien : change selon le nombre de jours de la semaine.
- Horaire : représente les changements les plus significatifs en heures de consommation.

II.4.1. Etude des coefficients de changement :

a) - Coefficient de variation journalière K_j :

$$K_j = \frac{\text{Consommation journalière maximale}}{\text{Consommation horaire moyenne}} \quad (06)$$

Sa valeur varie de 1,1 à 1,3. Dans notre étude, nous prenons $k_j = 1,2$

b)- Coefficient de variation horaire K_{hmax} :

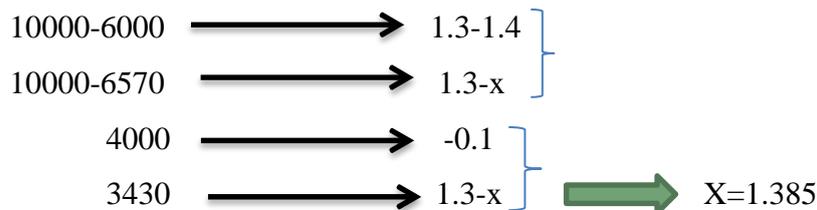
$$K_{hmax} = \alpha_{max} \times Q_{max} \quad (07)$$

- α_{max} : C'est un coefficient lié au niveau de bien-être et d'activité de la population, avec une valeur comprise entre (1.2 et 1.4) et nous le prenons dans notre étude $\alpha_{max} = 1,3$.
- β_{max} : Il change en fonction de la population. Nous obtenons la valeur β_{max} en effectuant le processus de polarisation pour la taille de la population de 6570 personnes, et grâce au tableau suivant nous obtenons β_{max} .

Tableau II.9. β_{max} et β_{min} en fonction du nombre d'habitants

Habitant	<1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	50000	100000	200000
β_{max}	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1.10	1.05

Pour notre cas on a un nombre d'habitants de **6570hab**, donc :



$$\beta_{max} = 1.38 \text{ d'où la valeur de } K_{h_{max}} = \alpha_{max} \times Q_{max} = 1.3 \times 1.385$$

$$K_{h_{max}} = 1.80$$

Après le calcul de k_{hmax} , nous obtenons les valeurs de A_h .

A_h : il s'agit d'un coefficient horaire qui est influencé par le nombre d'habitants et qui varie d'heure en heure en fonction de k_{hmax}

Dans notre cas, nous avons **$K_{max} = 1,80$** , correspondant à la colonne (9), ce qui nous permet d'obtenir les valeurs de a_h en fonction de **k_{hmax}** , comme indiqué dans le tableau suivant :

Tableau II.10. La valeur de Ah en termes de khmax

Khmax Heures	1,2	1,25	1,3	1,85	1,4	1,5	1,5	1,7	1,8	1,9	2	2,5
0-1	3,5	3,35	3,20	3	2,5	2	1,5	1	0,9	0,85	0,75	0,6
1-2	3,45	3,25	3,25	3,2	2,65	2,1	1,5	1	0,9	0,85	0,75	0,6
2-3	3,45	3,30	2,9	2,5	2,2	1,85	1,5	1	0,9	0,85	1	1,2
3-4	3,4	3,21	2,9	2,6	2,25	1,9	1,5	1	1	1	1	2
4-5	3,4	3,25	3,35	3,5	3,2	2,35	2,5	2	1,35	2,7	3	3,5
5-6	3,55	3,40	3,75	4,1	3,9	3,7	3,5	3	3,85	4,7	5,5	3,5
6-7	4	3,85	4,95	4,5	4,5	4,5	4,5	5	5,2	5,35	5,5	4,5
7-8	4,4	4,45	4,65	4,9	5,1	5,3	5,5	6,5	6,2	5,85	5,5	10,2
8-9	5	5,2	5,05	4,9	5,35	5,8	6,25	6,5	5,5	4,5	3,5	8,8
9-10	4,8	5,05	5,4	5,6	5,85	6,05	6,25	5,5	5,85	4,2	3,5	6,5
10-11	4,7	4,85	4,85	4,9	5,35	5,8	6,25	4,5	5	5,5	6	4,1
11-12	4,55	4,6	4,6	4,7	5,25	5,7	6,25	5,5	6,5	7,5	8,5	4,1
12-13	4,55	4,6	4,5	4,4	4,6	4,8	5	7	7,5	7,9	8,5	3,5
13-14	4,45	4,55	4,3	4,1	4,4	4,7	5	7	6,7	6,35	6	3,5
14-15	4,60	4,75	4,4	4,1	4,6	5,05	5,5	5,5	5,35	5,2	5	4,7
15-16	4,60	4,7	4,55	4,4	4,6	5,3	6	4,5	4,65	4,8	5	6,2
16-17	4,60	4,65	4,5	4,3	4,9	5,45	6	5	4,5	4	3,5	10,4
17-18	4,3	4,35	4,25	4,1	4,6	5,05	5,5	6,5	5,5	4,5	3,5	9,4
18-19	4,35	4,4	4,35	4,5	4,7	4,85	5	6,5	6,3	6,2	6	7,3
19-20	4,25	4,30	4,4	4,5	4,5	4,5	4,5	5	5,35	5,7	6	1,6
20-21	4,25	4,2	4,3	4,5	4,4	4,2	4	4,5	5	5,5	6	1,6
21-22	4,15	4,2	4,5	4,8	4,2	3,6	3	3	3	3	3	1
22-23	3,9	3,75	4,2	4,6	3,7	2,85	2	2	2	2	2	0,6
23-24	3,8	3,7	3,5	3,3	2,7	2,1	1,5	1	1	1	1	0,6

c)- Coefficient marginal de consommation K_{pte} :

C'est le produit du coefficient de variation journalier, K_j , par le coefficient de variation horaire, K_{hmax} , et s'écrit dans la relation suivante :

$$K_{pte} = K_j \times K_{hmax} \quad (08)$$

$$K_{pte} = 2.18$$

II.4.2. Résultat de calcul des débits :

- Débit moyen journalier (Q_{moyj}) :

$$Q_{moyj} = 1537.9 \text{ m}^3/\text{j}$$

- Débit moyen quotidien pris en charge $Q_{moy.j.maj}$:

$$Q_{moy.j.maj} = 1768.585 \text{ m}^3/\text{j}$$

- Débit maximal journalier (Q_{maxj}) :

$$Q_{maxj} = Q_{moy.j.maj} \times K_j = 1768.585 \times 1.2$$

$$Q_{maxj} = 2122.3 \text{ m}^3/\text{j}$$

- **Débit horaire maximum (Qmaxh) :**

$$Q_{maxh} = Q_{maxj} / 24$$

$$Q_{maxh} = 88.43 \text{ m}^3/\text{h}$$

- **Débit marginal Qpte :**

$$Q_{pte} = Q_{moy.j} \times K_{pte} \quad (9)$$

$$Q_{pte} = 1537.9 \times 2.18$$

$$Q_{pte} = 3855.515 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_{pte} = 44.62 \text{ l/s}$$

Observation :

Après avoir étudié les besoins totaux en eau des différentes installations de la région, nous avons pu obtenir les débits résumés dans le tableau suivant :

Tableau II.11. récapitulatif des débits

Débit	débit journalier moyen (Q _{moy.j-t})			débit journalier moyen majorée (Q _{moy.j -maj})			débit journalier maximum (Q _{maxj})			Débit de pointe (Q _{pte})		
	m ³ /j	m ³ /h	l/s	m ³ /j	m ³ /h	l/s	m ³ /j	m ³ /h	l/s	m ³ /j	m ³ /h	l/s
La valeur	1537.9	64.08	17.80	1768.585	73.69	20.47	2122.3	88.43	24.56	3855.515	160.646	44.62

Conclusion :

- On utilise le débit de pointe horaire **Q_{pte}=160.646 m³/h** soit **44.62 l/s** pour déterminer les dimensions du réseau de distribution.
- On utilise le débit journalier maximum (Q_{maxj}=2122.3 m³/j soit **Q_{maxh}=88.43 m³/h** pour déterminer Le volume du réservoir. Étant donné que le réseau et le réservoir sont présents dans notre cas, nous procéderons à une étude complète pour évaluer l'efficacité et la durabilité de ce système, ainsi que les problèmes qui en découlent, afin de proposer une solution appropriée.

Chapitre III

Le réseau de distribution

III.1. Introduction

Le réseau de distribution d'eau potable est un ensemble de conduites inter connectées fonctionnant sous pression, et qui assurent l'alimentation de la ville à partir des réservoirs. A cela, il faut ajouter les accessoires du réseau qui permettent une bonne exploitation et un bon entretien de ce dernier. Parmi ceux-ci on peut citer les vannes de sectionnement, les vannes de réduction de pression, les poteaux d'incendie, les compteurs, les ventouses etc.

III.2. Rôle du réseau:[13]

Le rôle du réseau de distribution est de fournir de l'eau du réservoir au consommateur, en assurant un débit et une pression appropriés à chaque structure.

III.3. Structure du réseau de distribution :

La structure de base du réseau comprend un ensemble de canaux de différents diamètres et types, comprenant trois types de canaux en fonction de leur fonction :

- Le canal de transport ou de transfert, qui transporte l'eau du réservoir ou de la station de traitement vers le système de distribution.
- Le canal de distribution principal, qui transporte l'eau à travers des conduites de transport et la distribue dans toute la ville.
- Le canal de service ramifié des conduites de distribution, qui transporte l'eau vers les points de consommation des bâtiments et installations.
- Les raccordements et divers équipements (robinets, bornes d'incendie, vannes, etc.).

Il convient de noter que les canaux du réseau doivent traverser les rues et passer sous terre du côté de la chaussée.

III.4. Choix du type de matériaux :

Pour choisir le type de matériau approprié, plusieurs facteurs doivent être pris en compte :

- **Le diamètre :** Il doit correspondre aux besoins de débit d'eau du réseau.

La pression supportée par le matériau : Il doit être capable de supporter la pression de service requise.

- **Les conditions de pose :** Le matériau doit être adapté aux conditions du terrain et aux méthodes d'installation.
- **Le prix de la conduite :** Il doit être économiquement viable par rapport au budget disponible.
- **La durée de vie du matériau :** Il doit offrir une durabilité suffisante pour éviter les coûts de maintenance et de remplacement prématurés.
- **La disponibilité sur le marché :** Le matériau doit être facilement accessible pour l'approvisionnement et la maintenance.

Dans ce cas, les conduites en polyéthylène haute densité (PEHD) sont largement utilisées en raison de leur résistance à la corrosion, de leur flexibilité et de leur durabilité. Le PVC est également couramment utilisé en raison de sa résistance chimique et de sa facilité d'installation. Quant à l'amiante-ciment (AC), il est moins courant en raison des préoccupations environnementales liées à l'amiante.

III.5. Types de réseaux d'eau :

Il existe quatre types de réseaux, parmi lesquels deux sont considérés comme essentiels dans le réseau utilisé pour répondre aux besoins des consommateurs en fonction de la composition de leurs parties, à savoir :

III.5.1. Réseau ramifié

La caractéristique d'un réseau ramifié est que l'eau circule, dans toute la canalisation, dans un seul sens (des conduites principales vers les conduites secondaires, vers les conduites tertiaires, etc.). De ce fait, chaque point du réseau n'est alimenté en eau que d'un seul côté. Ce type de réseau présente l'avantage d'être économique, mais il manque de sécurité (en cas de rupture d'une conduite principale, tous les abonnés situés à l'aval seront privés d'eau).

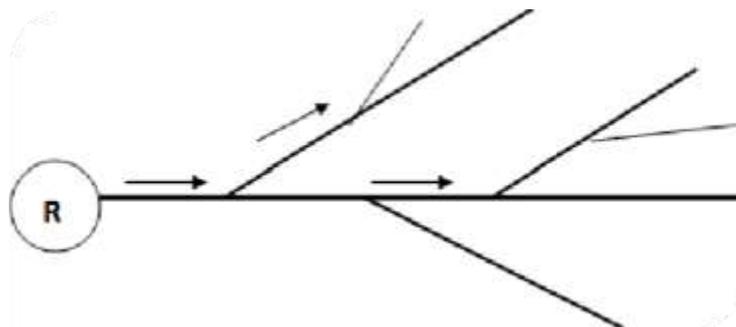


Figure III.1. Schéma du réseau ramifié

III.5.2. Réseau maillé

Le réseau maillé dérive du réseau ramifié par connexion des extrémités des conduites (généralement jusqu'au niveau des conduites tertiaires), permettant une alimentation de retour. Ainsi, chaque point du réseau peut être alimenté en eau de deux ou plusieurs côtés. Les petites rues sont toujours alimentées par des ramifications.

Ce type de réseaux présente les avantages suivants :

- Plus de sécurité dans l'alimentation (en cas de rupture d'une conduite, il suffit de l'isoler et tous les abonnés situés à l'aval seront alimentés par les autres conduites).
- Une répartition plus uniforme des pressions et des débits dans tout le réseau. Il est, par contre, plus coûteux et plus difficile à calculer.

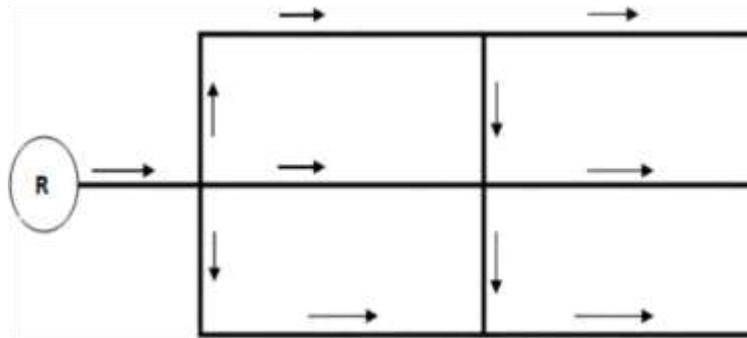


Figure III.2. schéma du réseau maillé

III.5.3. Réseau mixte

Qui est un réseau maillé comportant, en cas de besoin, quelques ramifications permettant d'alimenter quelques zones isolées de la ville (zones industrielles ou zones rurales).

III.5.4. Réseaux étagés

Dans le cas où la topographie est très tourmentée, la distribution peut se faire par paliers

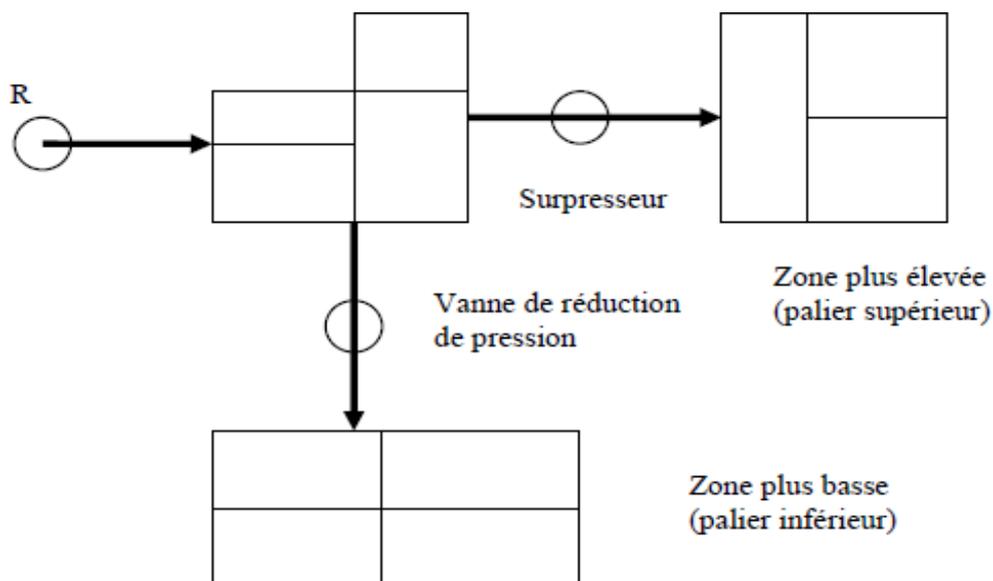


Figure III.3. schéma de réseau étagé

III.6. Équipement du réseau de distribution :

III.6.1. Robinets vannes

Ils sont placés au niveau de chaque nœud, et permettent l'isolement des différents tronçons du réseau lors d'une réparation sur l'un d'entre eux.

III.6.2. Bouches ou poteau d'incendie

Les bouches ou les poteaux d'incendie doivent être raccordés sur les conduites capables d'assurer un débit minimum 16 l/s avec une pression de 10 m (1 bar).

Ces derniers seront installés en bordure des trottoirs espacés de 50 à 200 m et répartis

suivant l'importance des risques imprévus.

III.6.3. Clapets

Les clapets ont un rôle d'empêcher l'eau de revenir en sens contraire de l'écoulement prévu.

III.6.4. Ventouses :

Les ventouses sont des organes qui sont placés aux points le plus hauts du réseau pour réduire la formation du vide dans les installations hydraulique.

III.6.5. Robinets de vidange :

Ce sont des robinets placés aux endroits des points les plus bas du réseau de distribution pour permettre la vidange qui sera posé à l'intérieur d'un regard en maçonnerie.

III.6.6. Réducteurs de pression

Ce sont des éléments conçus pour réduire les pressions et minimiser les dégâts.

III.6.7. Calcul d'un réseau maillé -débits aux nœuds :

Les débits correspondant en chaque nœud seront calculés par la formule suivante :

$$Q_{n,i} = 0,5 \cdot \sum Q_{ri-k} + Q_{conc} \quad (01)$$

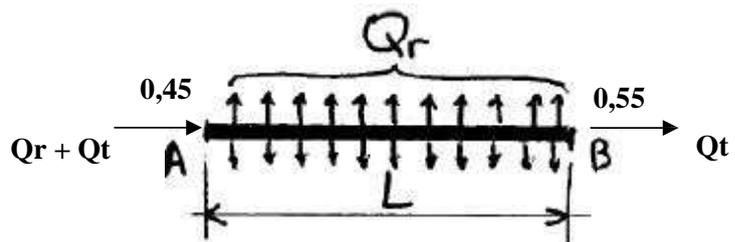
Avec :

- $Q_{n,i}$: Débit au nœud i.
- $\sum Q_{ri-k}$: Somme des débits route des tronçons reliés au nœud i.
- Q_{conc} : Débit concentrés au nœud i.

III.7. Calcul d'un réseau ramifié

Pour chaque tronçon, on évalue les débits selon la formule suivante :

$$Q_c = 0,55 Q_r + Q_t \quad (02)$$



Avec :

- Q_c : Débit de calcul en (l/s).
- Q_r : Débit en route.
- Q_t : Débit transite

III.8. Etude de réservoir

Les réservoirs sont considérés comme des installations d'eau importantes dans les projets d'approvisionnement en eau potable et leur présence est donc nécessaire entre les installations de collecte (puits) et le réseau de distribution.

III.8.1. Définition du réservoir :

Le réservoir est une installation hydraulique de stockage de l'eau, et il est considéré comme très important pour ajuster et organiser les processus d'extraction et de distribution.

III.8.2. Rôle des réservoirs :

Le but de la création du réservoir est le suivant :

- stockage des excédents d'eau
- réglage de la pression du réseau
- Assurer l'approvisionnement en eau en cas d'urgence
- Utilisation de l'eau pour la protection contre les incendies
- Maintien de la qualité de l'eau
- Fourniture d'eau à une température spécifique

III.8.3. Choisir l'emplacement du réservoir :

Le choix de l'emplacement du réservoir doit être basé

- Sur la topographie et l'aspect architectural de la région.
- Le réservoir choisi doit avoir une hauteur qui permet de fournir les pressions appropriées au niveau du sol naturel pendant l'heure de consommation maximale.
- En plus de ce qui a été mentionné précédemment, la hauteur du fond du réservoir doit être choisie pour être plus grande que la plus grande hauteur dans la zone de distribution par quelques mètres

III.8.4. Classification des réservoirs :

Les réservoirs sont classés comme suit :

Par fonction :

- Irrigation agricole
- Fourniture d'eau potable
- Utilisation dans les systèmes de lutte contre les incendies
- Utilisation dans les stations de traitement

Par emplacement :

- Réservoirs surélevés
- Réservoirs enterrés

- Réservoirs semi-enterrés
- Réservoirs installés à la surface du sol

Par matériau de construction :

- Réservoirs métalliques (en fer)
- Réservoirs en béton armé
- Réservoirs en terre

III.8.5. Types de réservoirs :

Nous avons plusieurs types de réservoirs, parmi lesquels :

- Réservoirs enterrés
- Réservoirs semi-enterrés
- Réservoirs surélevés avec tour d'eau

a) Réservoir sur tour (château d'eau) :

Il repose sur un principe de distribution gravitaire de l'eau, la différence de hauteur nécessaire entre l'eau stockée et les postes de distribution étant obtenue par élévation du réservoir sur une tour, sur piliers ou sur une construction existante.

- Réalisés en générale dans des terrains plats.
- Le remplissage du réservoir s'effectue généralement par l'intermédiaire d'une station depompage à partir du lieu de production ou d'une bache de reprise :

Avantage :

- Création d'un point haut en terrain plat.

Inconvénients :

- Stockage limité.
- Coût de construction élevé.
- Forte vulnérabilité au risque sismique.
- Variation de température journalière et saisonnière peut poser des problèmes de salubrité :
- l'eau stockée atteignant des températures élevées, accentuant le développement des bactéries.

III.8.5. Capacité du réservoir :

Pour déterminer la capacité ou la taille du réservoir, les éléments suivants doivent être pris en considération :

- Besoins en eau des consommateurs.

- La répartition quotidienne du débit de consommation le plus important, qui est déterminée en fonction des évolutions intervenant dans la répartition des débit.

Ces évolutions sont représentées par des Modifications annuelles, mensuelles,

hebdomadaires, quotidiennes ou horaires.

Le réservoir doit également pouvoir stocker l'eau qu'il reçoit en excédent de consommation d'une part, et celle destinée à la distribution d'autre part, en plus du volume alloué à l'extinction del'incendie.

Le volume du réservoir est donc déterminé selon la relation suivante :

$$Vr = |\Delta V \max^+| + |\Delta V \max^-| + |Vinc| \quad (03)$$

Le débit entrant du puits est :

$$Q_{maxj}=2122.3$$

$$m^3/j$$

$$Q_{maxh}=88.43m^3$$

$$/h$$

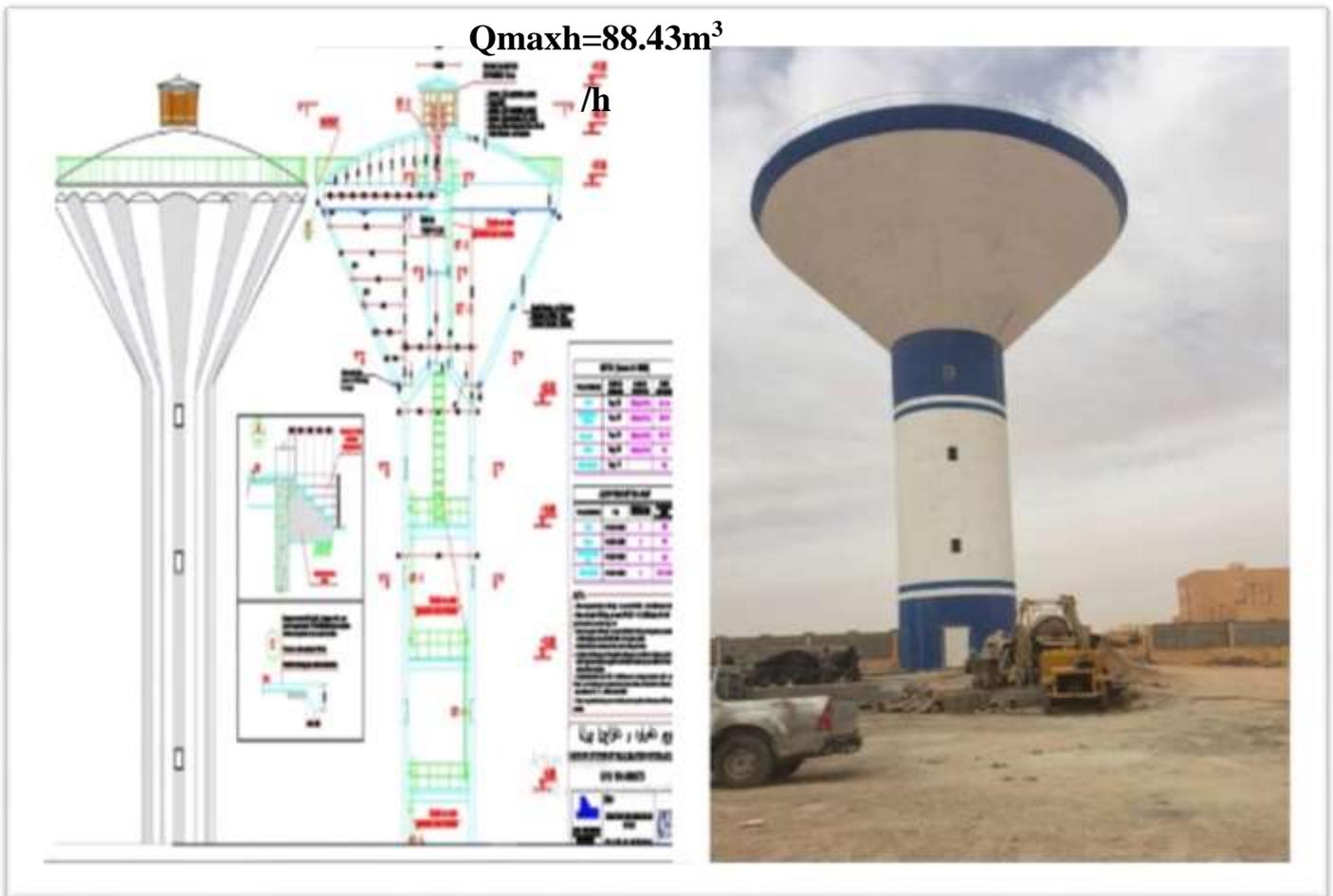


Figure III.4. Le réservoir d'eau actuel à Bouhraoua (N3 (Sonal gaz))[14]

Observation :

Le réservoir dans la zone d'étude est construit en béton armé, ce choix étant adapté à cette région. (Selon la Direction des Ressources en Eau et le bureau d'études CTH), sa capacité est de 1000 mètres cubes. Il est nommé réservoir Sonelgaz en raison de sa proximité avec l'institution Sonelgaz.

III.9. Détermination des débits:**III.9.1. Débit spécifique :[15]**

Pour le calcul on admet l'hypothèse selon laquelle les besoins domestiques sont répartis régulièrement sur la longueur des réseaux de distribution, pour cette raison on a calculé le débit spécifique Q_{sp} qui est égal à :

$$Q_{sp} = \frac{Q_t}{\sum L_i} \text{ (l/s)} \quad (04)$$

$$Q_t = 44.62 \text{ l/s}$$

$\sum L_i$: Somme des longueurs des tronçons $\sum L_i = 10588.36 \text{ m}$

$$Q_{sp} = \frac{Q_t}{\sum L_i} \text{ (l/s)}$$

$$Q_{sp} = \frac{44.62}{10588.36} = 0.00421406 \text{ (l/s/m)}$$

$$Q_{sp} = 0.00421406 \text{ (l/s/m)}$$

III.9.2. Débit de tronçon

Les débits de tronçon sont des débits à travers dans chaque tronçon.

$$Q_{tr} = Q_{sp} \times L \text{ (l/s)} \quad (05)$$

III.9.3. Débit en nœud Q_n :

Le débit au nœud est la somme des moitiés des débits des tronçons concentrés à chaque point de jonction du réseau ; il doit être déterminé à partir de la relation suivante :

$$Q_{ni} = \sum(Q_{ri} / 2) \quad (06)$$

III.10. Conclusion :

Suite à notre étude sur le réseau d'approvisionnement en eau potable du quartier Bouhraoua, ainsi que l'évaluation du réservoir local, nous concluons qu'il est nécessaire de prendre des mesures durables pour améliorer et développer le système actuel. Il est également crucial de prendre en compte les projections de croissance démographique et l'augmentation de la demande en eau.

Il est impératif de continuer à évaluer la capacité actuelle du réservoir et l'efficacité du réseau pour répondre aux besoins croissants de la population à l'avenir.

Cela nécessite également d'envisager des investissements dans la maintenance et l'amélioration de l'infrastructure, ainsi que la mise en œuvre de mesures efficaces pour la conservation et une utilisation plus efficace de l'eau.

En outre, tout résumé devrait encourager le partenariat et la participation communautaire dans les processus de planification et de mise en œuvre.

Cela implique de travailler avec les résidents locaux, les autorités locales et les organismes officiels pour garantir la durabilité et répondre équitablement et de manière transparente aux besoins de la communauté.

Chapitre IV

Diagnostic du système actuelle

IV.1. Introduction :

L'objectif de cette étude est de diagnostiquer l'état du réseau d'approvisionnement en eau potable dans la zone d'étude, et de tenter d'identifier les échecs du système de pompage et du réseau de distribution afin de trouver une solution. Comme pour tout diagnostic d'un système d'approvisionnement en eau potable, nous avons identifié tous les problèmes dans ce système, à travers :

- Le diagnostic de puits.
- Le diagnostic des conduites de pompage (les canalisations).
- Le diagnostic du réseau de distribution.

L'alimentation en eau potable de cette zone se fait à partir un forage Le caractéristique de ce forage sont représentée dans le tableau suivant :

Tableau IV.1. Les caractéristiques de forage(Selon la Direction de hydraulique) .

<i>Nom de forage</i>	<i>Forage N3 Sonalgaz</i>
<i>Date mise en service</i>	<i>2007</i>
<i>Nappe</i>	<i>Albienne</i>
<i>X</i>	<i>03°41' 20"</i>
<i>Y</i>	<i>32° 3' 24"</i>
<i>Z(m)</i>	<i>564</i>
<i>Mur (m)</i>	<i>510</i>
<i>Φ(″)</i>	<i>13 ³/₈</i>
<i>Profondeur (m)</i>	<i>307</i>
<i>Débit mob (l/s)</i>	<i>22</i>
<i>Débit exploitation (l/s)</i>	<i>14</i>
<i>Utilisation</i>	<i>AEP</i>
<i>Qualité</i>	<i>Bonne</i>

IV.2.1. Forage Bouhraoua N3 (Sonal gaz):

L'eau est pompée par une pompe submersible GEP : 125cv 92kw/13étages de type técniva, avec un débit de 14 litres par seconde et une hauteur totale de pression de 450 mètres. Ensuite, l'eau est refoulée vers un réservoir surélevé d'une capacité de 1000 mètres cubes situé à proximité, sur un terrain plat, avec un niveau de sol naturel à une altitude de 568 mètres. [16]



Figure IV.1. Forage FN3 avec ces accessoires[17] .

IV.2. Diagnostic du réseau de distribution :

IV.3.1. Réseau de distribution : [18]

Premièrement, nous allons calculer le réseau tel qu'il est, ce qui signifie utiliser les mêmes diamètres. Les vitesses inférieures à 0,35 m/s sont considérées comme des vitesses faibles qui encouragent la formation de dépôts. Les valeurs de pression acceptables varient entre 1 et 5 bars. Les valeurs dépassant 5 bars sont considérées comme une surpression et il est nécessaire d'éviter ces pressions qui pourraient entraîner des fuites.

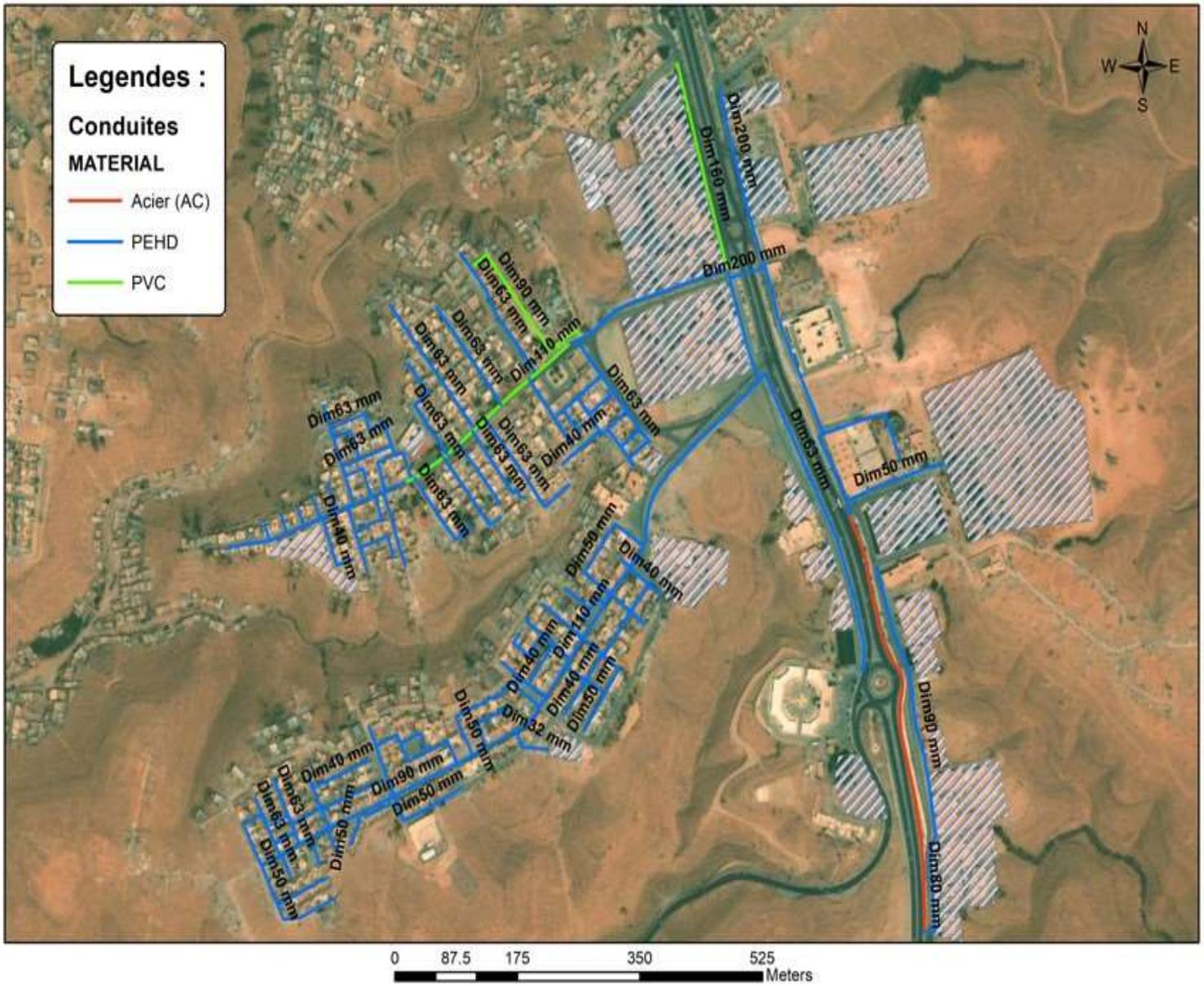
Dans cette partie du chapitre, nous commençons par critiquer le réseau de distribution avec toutes ses données, notamment les longueurs, les diamètres, les matériaux de fabrication, et les ressources. Nous mettons en lumière les problèmes les plus importants rencontrés par les habitants de cette région, à savoir :

La distribution de l'eau se fait à partir du réservoir dans des tuyaux avec des raccords appropriés permettant d'acheminer l'eau jusqu'au consommateur, même dans les endroits les plus éloignés.

Les conduites doivent avoir un diamètre suffisant pour garantir un débit maximal répondant à tous les besoins en eau des consommateurs. De plus, les vitesses et les pressions doivent être adéquates.

Par conséquent, il est nécessaire d'améliorer l'infrastructure du réseau et de perfectionner les conceptions pour garantir la qualité de l'eau et l'efficacité de la distribution dans toutes les conditions.

Figure IV.2. Les diamètres actuels du réseau de distribution d'eau potable. [19]



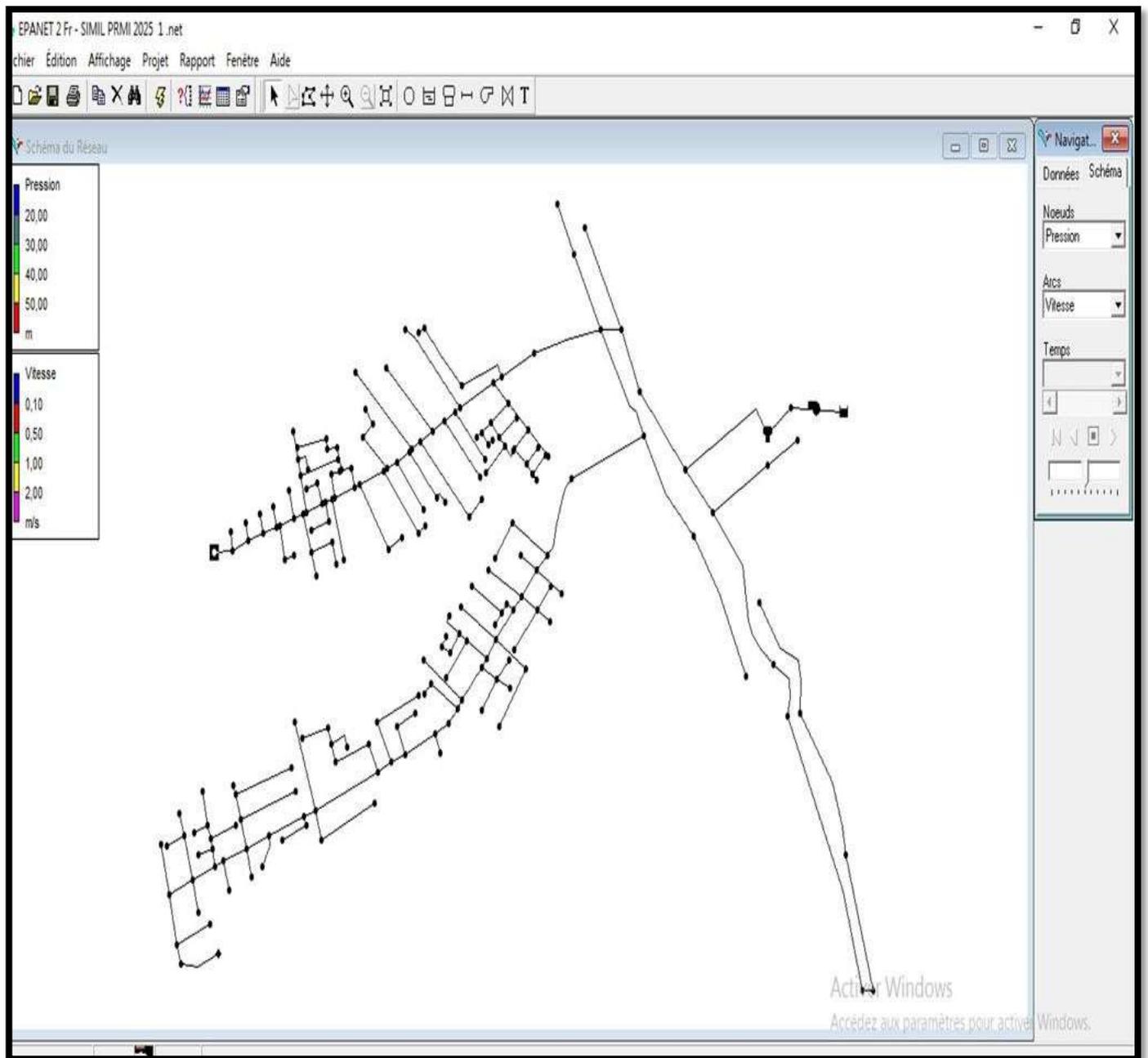


Figure IV.3. Schéma de réseau dans Epanet [20]

Les calculs hydrauliques dans le réseau : [21]

Après avoir effectué les calculs hydrauliques, nous avons obtenu les résultats suivants qui sont répertoriés dans le tableau ci-dessous :

Tableau IV.2. présentant les longueurs, les débits des routes et des nœuds.

Tuyau	longueur	Qsp	Qre	Tuyau	longueur	Qsp	Qre
T1	28,5	0,004214	0,120099	T45	77,5	0,004214	0,326585
T2	16,8	0,004214	0,0707952	T46	25,5	0,004214	0,107457
T3	28,3	0,004214	0,1192562	T47	33	0,004214	0,139062
T4	17,7	0,004214	0,0745878	T48	23	0,004214	0,096922
T5	26,43	0,004214	0,11137602	T49	89,3	0,004214	0,3763102
T6	18,2	0,004214	0,0766948	T50	28	0,004214	0,117992
T7	24,4	0,004214	0,1028216	T51	90	0,004214	0,37926
T8	19,5	0,004214	0,082173	T52	21	0,004214	0,088494
T9	2,65	0,004214	0,0111671	T53	3,5	0,004214	0,014749
T10	50	0,004214	0,2107	T54	183	0,004214	0,771162
T11	10,9	0,004214	0,0459326	T55	20,6	0,004214	0,0868084
T12	22,4	0,004214	0,0943936	T56	138	0,004214	0,581532
T13	27,9	0,004214	0,1175706	T57	44	0,004214	0,185416
T14	19,76	0,004214	0,08326864	T58	26,4	0,004214	0,1112496
T15	52,6	0,004214	0,2216564	T59	159	0,004214	0,670026
T16	20	0,004214	0,08428	T60	25	0,004214	0,10535
T17	40	0,004214	0,16856	T61	108	0,004214	0,455112
T18	23,3	0,004214	0,0981862	T62	26,42	0,004214	0,11133388
T19	6,7	0,004214	0,0282338	T63	96,4	0,004214	0,4062296
T20	26,6	0,004214	0,1120924	T64	3,5	0,004214	0,014749
T21	39,4	0,004214	0,1660316	T65	191	0,004214	0,804874
T22	26	0,004214	0,109564	T66	72,45	0,004214	0,3053043
T23	6,4	0,004214	0,0269696	T67	52,3	0,004214	0,2203922
T24	29,4	0,004214	0,1238916	T68	47,35	0,004214	0,1995329
T25	20	0,004214	0,08428	T69	23,7	0,004214	0,0998718
T26	15	0,004214	0,06321	T70	9,25	0,004214	0,0389795
T27	90,3	0,004214	0,3805242	T71	21,8	0,004214	0,0918652
T28	3,86	0,004214	0,01626604	T72	9,5	0,004214	0,040033
T29	39	0,004214	0,164346	T73	27,6	0,004214	0,1163064
T30	25	0,004214	0,10535	T74	46,5	0,004214	0,195951
T31	39	0,004214	0,164346	T75	22,9	0,004214	0,0965006
T32	42	0,004214	0,176988	T76	58,4	0,004214	0,2460976
T33	10	0,004214	0,04214	T77	16,3	0,004214	0,0686882
T34	40,29	0,004214	0,16978206	T78	56,48	0,004214	0,23800672
T35	23	0,004214	0,096922	T79	37,1	0,004214	0,1563394
T36	20,25	0,004214	0,0853335	T80	29,35	0,004214	0,1236809
T37	56,46	0,004214	0,23792244	T81	36,5	0,004214	0,153811
T38	55,9	0,004214	0,2355626	T82	17,95	0,004214	0,0756413
T39	93	0,004214	0,391902	T83	36,3	0,004214	0,1529682
T40	21	0,004214	0,088494	T84	16,1	0,004214	0,0678454
T41	49,5	0,004214	0,208593	T85	48,22	0,004214	0,20319908

T42	108	0,004214	0,455112	T86	7,5	0,004214	0,031605
T87	53,85	0,004214	0,2269239	T135	17,44	0,004214	0,07349216
T88	144	0,004214	0,606816	T136	30,35	0,004214	0,1278949
T89	13,15	0,004214	0,0554141	T137	18,45	0,004214	0,0777483
T90	62	0,004214	0,261268	T138	11,01	0,004214	0,04639614
T91	164,5	0,004214	0,693203	T139	31,76	0,004214	0,13383664
T92	156,23	0,004214	0,65835322	T140	8,63	0,004214	0,03636682
T93	113,77	0,004214	0,47942678	T141	30,7	0,004214	0,1293698
T94	144	0,004214	0,606816	T142	30,6	0,004214	0,1289484
T95	210,23	0,004214	0,88590922	T143	21,3	0,004214	0,0897582
T96	188,77	0,004214	0,79547678	T144	41	0,004214	0,172774
T97	40,5	0,004214	0,170667	T145	56	0,004214	0,235984
T98	211	0,004214	0,889154	T146	82,7	0,004214	0,3484978
T99	130,6	0,004214	0,5503484	T147	8,7	0,004214	0,0366618
T100	100	0,004214	0,4214	T148	56,1	0,004214	0,2364054
T101	98,5	0,004214	0,415079	T149	14	0,004214	0,058996
T102	144	0,004214	0,606816	T150	25,3	0,004214	0,1066142
T103	209	0,004214	0,880726	T151	26,45	0,004214	0,1114603
T104	75	0,004214	0,31605	T152	23	0,004214	0,096922
T105	276	0,004214	1,163064	T153	49,73	0,004214	0,20956222
T106	9,5	0,004214	0,040033	T154	34,7	0,004214	0,1462258
T107	100	0,004214	0,4214	T155	35,4	0,004214	0,1491756
T108	180	0,004214	0,75852	T156	21,56	0,004214	0,09085384
T109	134	0,004214	0,564676	T157	55,72	0,004214	0,23480408
T110	191,7	0,004214	0,8078238	T158	71,28	0,004214	0,30037392
T111	82,88	0,004214	0,34925632	T159	24,38	0,004214	0,10273732
T112	75	0,004214	0,31605	T160	35,7	0,004214	0,1504398
T113	61	0,004214	0,257054	T161	60,9	0,004214	0,2566326
T114	33,25	0,004214	0,1401155	T162	20	0,004214	0,08428
T115	54,5	0,004214	0,229663	T163	39,8	0,004214	0,1677172
T116	49,4	0,004214	0,2081716	T164	38,4	0,004214	0,1618176
T117	43	0,004214	0,181202	T165	100	0,004214	0,4214
T118	69,5	0,004214	0,292873	T166	34	0,004214	0,143276
T119	35,6	0,004214	0,1500184	T167	85	0,004214	0,35819
T120	32,87	0,004214	0,13851418	T168	13,47	0,004214	0,05676258
T121	24,4	0,004214	0,1028216	T169	20,48	0,004214	0,08630272
T122	59,63	0,004214	0,25128082	T170	27,42	0,004214	0,11554788
T123	20	0,004214	0,08428	T171	56,91	0,004214	0,23981874
T124	15,3	0,004214	0,0644742	T172	27,7	0,004214	0,1167278
T125	16,9	0,004214	0,0712166	T173	31,7	0,004214	0,1335838
T126	13,3	0,004214	0,0560462	T174	35,6	0,004214	0,1500184
T127	63,4	0,004214	0,2671676	T175	29,2	0,004214	0,1230488
T128	50	0,004214	0,2107	T176	84	0,004214	0,353976
T129	75,8	0,004214	0,3194212	T177	30	0,004214	0,12642

T130	58,5	0,004214	0,246519	T178	85	0,004214	0,35819
T131	84,5	0,004214	0,356083	T179	11,4	0,004214	0,0480396
T132	32,42	0,004214	0,13661788	T180	35,5	0,004214	0,149597
T133	33,8	0,004214	0,1424332	T181	31,9	0,004214	0,1344266
T134	62,9	0,004214	0,2650606	T182	8,5	0,004214	0,035819
T183	25,26	0,004214	0,10644564	T196	50,78	0,004214	0,21398692
T184	20	0,004214	0,08428	T197	47	0,004214	0,198058
T185	4	0,004214	0,016856	T198	18,7	0,004214	0,0788018
T186	35,8	0,004214	0,1508612	T199	43,52	0,004214	0,18339328
T187	15,44	0,004214	0,06506416	T200	77,8	0,004214	0,3278492
T188	21	0,004214	0,088494	T201	56,7	0,004214	0,2389338
T189	39,5	0,004214	0,166453	T202	29,21	0,004214	0,12309094
T190	31,5	0,004214	0,132741	T203	10	0,004214	0,04214
T191	32,9	0,004214	0,1386406	T204	99,8	0,004214	0,4205572
T192	47,59	0,004214	0,20054426	T205	55,9	0,004214	0,2355626
T193	28,2	0,004214	0,1188348	T206	30,67	0,004214	0,12924338
T194	32,42	0,004214	0,13661788	T207	49,43	0,004214	0,20829802
T195	54	0,004214	0,227556	T208	101,9	0,004214	0,4294066

Tableau IV.3. Le résultat des Nœud présente

Nœuds	Tronçons	Qr	Qn	Nœuds	Tronçons	Qr	Qn
N1	T1	0,120099	0,0600495	N18	T17	0,16856	0,1333731
N2	T1	0,120099	0,1550752		T18	0,0981862	
	T2	0,0707952		N19	T18	0,0981862	
N3	T3	0,1192562	0,0282338		N20	T19	0,0282338
N4	T2	0,0707952	0,0353976	T20		0,1120924	
	T3	0,1192562	0,15261001	T205	0,2355626		
T4	0,0745878	N21		T20	0,1120924		
N5	T5		0,11137602	0,1660316	T21	0,1660316	
N6	T4	0,0745878	0,0372939	T23	0,0269696	0,1525468	
	T5	0,11137602	0,14544621	N22	T21	0,1660316	
T6	0,0766948	N23		T22	0,109564	0,1377978	
N7	T7		0,1028216	0,109564	T22	0,109564	0,054782
N8	T6	0,0766948	0,0383474	N24	T23	0,0269696	0,1070356
	T7	0,1028216	0,09808085		T24	0,1238916	
N9	T8	0,082173		0,0410865	T26	0,06321	
	T9	0,0111671	N25		T24	0,1238916	
N10	T8	0,082173		0,0410865	T25	0,08428	0,1040858
	T9	0,0111671	0,15813035	N26	0,08428	0,04214	
T12	0,2107	N27		T26	0,06321	0,23000012	
T10	0,0943936		T27	0,3805242			
N11	T11	0,2107	0,1283163	N28	T28	0,01626604	0,1902621
N12	T10	0,0459326	0,0229663	N29	T28	0,01626604	0,17247902
	T11	0,0459326	0,14761642		T29	0,164346	
N13	T12	0,0943936		0,0587853	T31	0,164346	
	T13	0,1175706	N30		T29	0,164346	0,134848
N14	T14	0,08326864	0,16657942	N31	T30	0,10535	0,052675
N15	T13	0,1175706	0,16657942	N32	T30	0,10535	0,2884483
	T14	0,08326864			T31	0,164346	
N15	T15	0,2216564	0,08428	T32	0,176988		
	T19	0,0282338		T38	0,2355626		
	T15	0,2216564		T32	0,176988		
	T16	0,08428					

N16	T17	0,16856	0,2372482	N33	T33	0,04214	0,109564
N17	T16	0,08428	0,04214	N34	T33	0,04214	0,10596103
					T34	0,16978206	
N35	T34	0,16978206	0,13335203		T48	0,096922	0,2956121
	T35	0,096922					
N36	T35	0,096922	0,09112775	N54	T50	0,117992	0,1881551
	T36	0,0853335					
N37	T36	0,0853335	0,16162797		T50	0,117992	0,2560005
	T37	0,23792244					
N38	T37	0,23792244	0,11896122	N56	T53	0,014749	0,233877
					T51	0,37926	
	T205	0,2355626	0,34632759	N57	T52	0,088494	0,044247
N39	T206	0,12924338					
	T200	0,3278492					
N40	T200	0,3278492	0,1639246		T52	0,088494	0,4363597
						T53	
	T201	0,12924338	0,2882376	N59	T54	0,771162	0,385581
	T206	0,20829802					
N41	T207	0,2389338					
N42	T201	0,12924338	0,06462169		T54	0,771162	0,389795
N43	T207	0,2389338	0,1194669				
	T38	0,2355626	0,4180288	N61	T58	0,1112496	0,383474
	T39	0,391902					
N44	T41	0,208593					
	T39	0,391902	0,240198	N62	T56	0,581532	0,092708
N45	T40	0,088494					
N46	T40	0,088494	0,044247	N63	T57	0,185416	0,4433128
					T57	0,185416	
	T41	0,208593	0,34508446	N64	T58	0,1112496	0,335013
	T42	0,455112					
N47	T44	0,02646392					
	T42	0,455112	0,259161	N66	T60	0,10535	0,33589794
N48	T43	0,06321					
N49	T43	0,06321	0,031605	T67	T61	0,455112	0,227556
					T62	0,11133388	
	T44	0,02646392	0,22498546		T62	0,11133388	0,2104893
	T45	0,326585					
N50	T48	0,096922					
	T45	0,326585	0,217021	N69	T63	0,4062296	0,2031148
N51	T46	0,107457					
	T46	0,107457	0,1232595	N70	T64	0,014749	0,55508915
N52	T47	0,139062					
N53	T47	0,139062	0,069531	T71	T65	0,804874	0,402437
	T66	0,3053043	0,27865075	N92	T82	0,0756413	0,14822745
	T67	0,2203922					
N72	T86	0,031605					
	T86	0,031605	0,25989845	N93	T83	0,1529682	0,0764841
	T87	0,2269239					
N73	T90	0,261268					
	T87	0,2269239	0,41686995	N94	T84	0,0678454	0,0339227
	T88	0,606816					
N74	T88	0,606816	0,41686995	N95	T85	0,20319908	0,10159954
	T88	0,606816	0,33111505	N96	T90	0,261268	0,4772355
N75	T89	0,0554141					
N76	T89	0,0554141	0,02770705	N97	T91	0,693203	1,06451961
	T67	0,2203922	0,32896591		T91	0,693203	0,65835322
	T68	0,1995329					
N77	T78	0,23800672					
				N98	T92	0,65835322	0,56889
					T93	0,47942678	

N78	T68	0,1995329	0,20785555	N99	T93	0,47942678	0,23971339
	T69	0,0998718		N100	T94	0,606816	1,15027451
	T73	0,1163064			T95	0,88590922	
N79	T69	0,0998718	0,11535825		T110	0,8078238	0,57854006
	T70	0,0389795		N101	T110	0,8078238	
	T71	0,0918652			T111	0,34925632	
N80	T70	0,0389795	0,01948975	N102	T111	0,34925632	0,40271091
N81	T71	0,0918652	0,0659491		T112	0,31605	
	T72	0,040033			T114	0,1401155	
N82	T72	0,040033	0,0200165	N103	T112	0,31605	0,286552
N83	T73	0,1163064	0,204379		T113	0,257054	
	T74	0,195951		N104	T113	0,257054	0,128527
	T75	0,0965006		N105	T114	0,1401155	0,37957605
N84	T74	0,195951	0,0979755		T115	0,229663	
N85	T75	0,0965006	0,2056432		T116	0,2081716	
	T76	0,2460976			T117	0,181202	
	T77	0,0686882		N106	T115	0,229663	0,1148315
N86	T76	0,2460976	0,2460976	N107	T116	0,2081716	0,1040858
N87	T77	0,0686882	0,0343441	T108	T117	0,181202	0,3541867
N88	T78	0,23800672	0,2987726		T118	0,292873	
	T79	0,1563394			T119	0,1500184	
	T85	0,20319908			T123	0,08428	
N89	T79	0,1563394	0,14001015	N109	T118	0,292873	0,1464365
	T80	0,1236809		N110	T119	0,1500184	0,3213175
N90	T80	0,1236809	0,1765666		T120	0,13851418	
	T81	0,153811			T121	0,1028216	
	T82	0,0756413			T122	0,25128082	
N91	T81	0,153811	0,0769055	N111	T121	0,1028216	0,0514108

Après avoir entré les données dans le logiciel EPANET et effectué la simulation, voici les résultats obtenus :

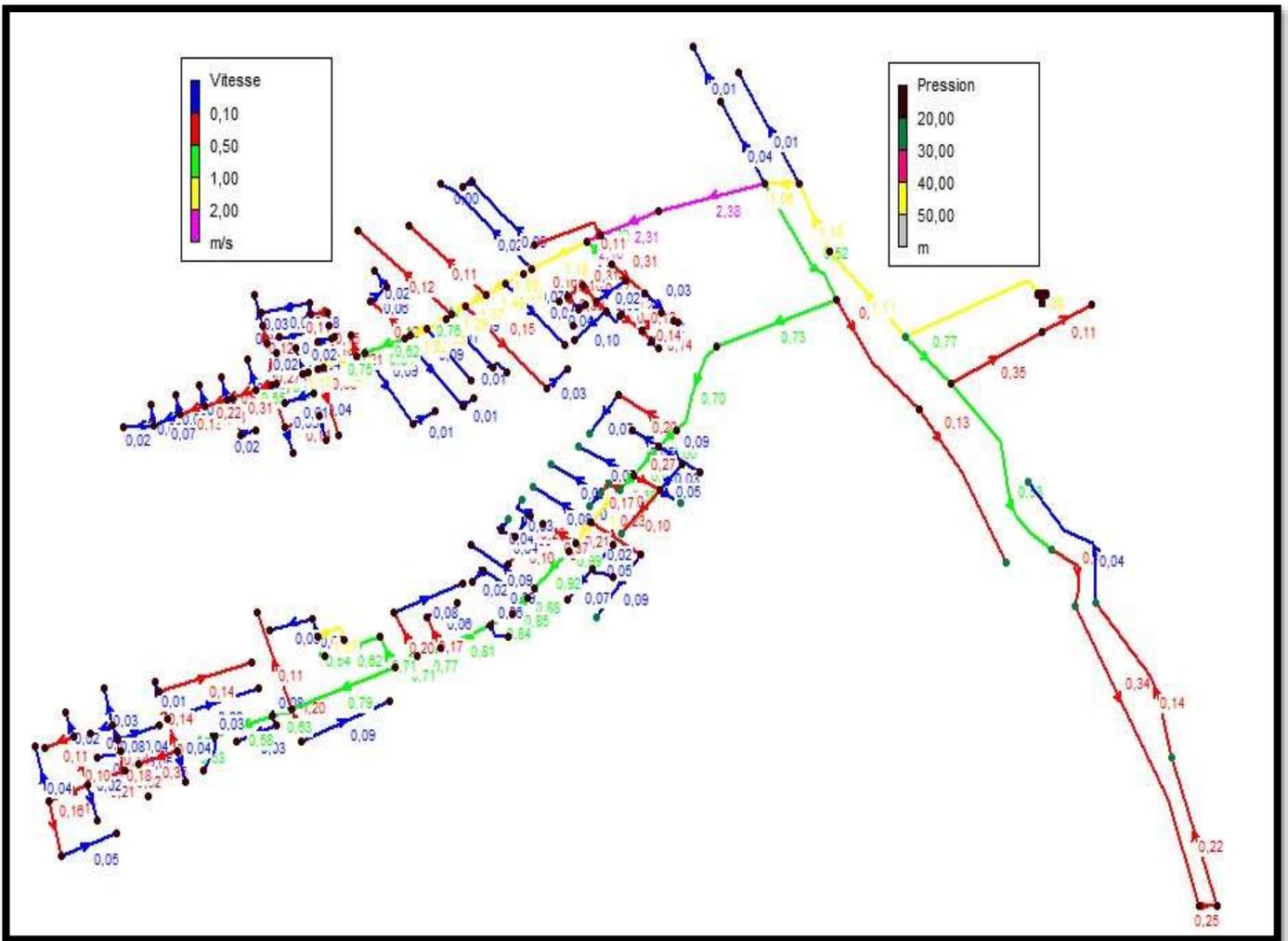


Figure IV.5. Schéma de réseau dans Epanet (simulation).

Tableau IV.4. Le résultat des Nœud présente

ID Nœud	Altitude	Demande	Charge	Pression	ID Nœud	Altitude	Demande	Charge	Pression
N1	556	0,066	560,88	4,88	N119	565	0,3	586,46	21,46
N2	557	0,152	560,88	3,88	N120	564	0,197	586,43	22,43
N3	556	0,039	560,88	4,88	N121	566	0,156	586,12	20,12
N4	561	0,149	560,88	-0,12	N122	565	0,23	585,95	20,95
N5	560	0,04	560,88	0,88	N124	565	0,158	585,92	20,92
N6	565	0,142	560,9	-4,1	N125	565	0,1056	585,91	20,91
N7	564	0,042	560,9	-3,1	N134	564	0,1922	585,39	21,39
N8	568	0,09	560,92	-7,08	N133	566	0,3039	585,42	19,42
N9	567	0,045	560,92	-6,08	N128	566	0,185	586,02	20,02
N10	568	0,152	560,93	-7,07	N129	566	0,25	585,96	19,96
N11	565	0,141	560,88	-4,12	N130	566	0,0711	585,96	19,96
N12	564	0,025	560,88	-3,12	N131	565	0,0953	585,95	20,95
N13	569	0,141	560,99	-8,01	N132	565	0,05	585,96	20,96
N14	565	0,065	560,99	-4,01	N135	566	0,127	585,34	19,34
N15	569	0,153	561,07	-7,93	N136	565	0,157	585,32	20,32
N16	567	0,236	560,97	-6,03	N137	565	0,033	585,32	20,32
N18	567	0,137	560,92	-6,08	N138	565	0,11	585,11	20,11
N19	567	0,054	560,92	-6,08	N139	565	0,2	584,88	19,88
N20	570	0,181	561,12	-8,88	N140	564	0,0534	584,87	20,87
N39	569	0,336	561	-8	N141	566	0,223	584,46	18,46
N43	564	0,115	560,99	-3,01	N142	566	0,15	584,41	18,41
N37	565	0,154	563,63	-1,37	N143	566	0,0823	584,4	18,4
N36	565	0,092	563,63	-1,37	N144	566	0,2032	584,3	18,3
N35	566	0,14	563,64	-2,36	N145	565	0,265	584,21	19,21
N30	570	0,137	562,2	-7,8	N208	565	0,16567	584,19	19,19
N33	569	0,12	563,68	-5,32	N146	566	0,3155	584,15	18,15
N22	571	0,14	561,63	-9,37	N147	566	0,2	583,52	17,52
N21	571	0,14	561,64	-9,36	N148	567	0,18	582,69	15,69
N24	571	0,103	561,79	-9,21	N154	563	0,232	583,06	20,06
N25	570	0,106	561,78	-8,22	N153	567	0,513	583,12	16,12
N26	569	0,04648	561,78	-7,22	N155	566	0,24	583,06	17,06
N27	571	0,21	562,19	-8,81	N156	566	0,2	583,02	17,02
N28	567	0,21	561,17	-5,83	N157	567	0,18	583,03	16,03

N29	571	0,172	562,2	-8,8	N158	566	0,1	583,02	17,02
N32	571	0,166	563,74	-7,26	N159	567	0,064	583,02	16,02
N44	571	0,302	563,79	-7,21	N160	568	0,2452	582,71	14,71
N45	563	0,256	563,76	0,76	N161	567	0,0644	582,71	15,71
N46	565	0,0488	563,76	-1,24	N162	568	0,264	582,55	14,55
N53	562	0,076	564,34	2,34	N163	566	0,083	582,55	16,55
N52	565	0,121	564,34	-0,66	N164	568	0,285	582,49	14,49
N51	565	0,23	564,34	-0,66	N165	567	0,2	582,48	15,48
N50	566	0,212	564,38	-1,62	N166	567	0,253	582,47	15,47
N47	571	0,314	564,35	-6,65	N167	566	0,2	582,36	16,36
N48	571	0,28	564,32	-6,68	N168	567	0,027	582,47	15,47
N49	565	0,0348	564,32	-0,68	N169	567	0,16	582,48	15,48
N54	571	0,278	564,76	-6,24	N170	567	0,07414	582,47	15,47
N55	569	0,0207	564,76	-4,24	N171	567	0,128	582,46	15,46
N56	572	0,231	565,26	-6,74	N172	567	0,1043	582,43	15,43
N57	569	0,25	565,23	-3,77	N175	568	0,083	582,43	14,43
N58	568	0,0488	565,23	-2,77	N173	567	0,0465	582,42	15,42
N59	571	0,401	565,28	-5,72	N176	567	0,151	582,43	15,43
N60	562	0,425	565,19	3,19	N177	567	0,049	582,42	15,42
N61	571	0,363	565,79	-5,21	N178	566	0,092	582,43	16,43
N62	563	0,4044	565,69	2,69	N179	567	0,288	582,43	15,43
N63	563	0,1023	565,69	2,69	N180	566	0,0765	582,43	16,43
N64	571	0,4106	566,56	-4,44	N183	567	0,07	582,41	15,41
N65	557	0,37	566,49	9,49	N184	566	0,274	582,43	16,43
N68	572	0,242	568,4	-3,6	N185	566	0,1255	582,42	16,42
N69	565	0,224	568,25	3,25	N186	566	0,243	582,37	16,37
N70	571	0,538	568,45	-2,55	N187	566	0,11	582,36	16,36
N71	561	0,444	568,45	7,45	N195	568	0,377	591,05	23,05
N72	571	0,255	569,69	-1,31	N196	568	0,9	590,1	22,1
N75	561	0,36	570,19	9,19	N197	568	0,5285	589,42	21,42
N76	563	0,031	570,19	7,19	N191	562	0,44	587,97	25,97
N77	571	0,32	568,98	-2,02	N204	560	0,311	588,04	28,04
N78	571	0,21	568,84	-2,16	N198	562	0,63	589,09	27,09
N79	570	0,1141	568,53	-1,47	N199	562	0,7	588,83	26,83
N80	570	0,0215	568,53	-1,47	N200	567	0,664	588,23	21,23

N81	568	0,07	568,48	0,48	N201	567	0,21	588,22	21,22
N82	568	0,0221	568,47	0,47	N202	566	0,58	588,13	22,13
N83	569	0,2	568,74	-0,26	N203	561	0,673	588,05	27,05
N85	567	0,2	568,71	1,71	N17	566	0,0465	560,96	-5,04
N86	565	0,136	568,67	3,67	N73	571	0,261	570,22	-0,78
N88	571	0,3	568,83	-2,17	N74	569	0,4	570,2	1,2
N89	568	0,142	568,69	0,69	N101	572	0,6	588,08	16,08
N90	568	0,171	568,63	0,63	N174	567	0,107	582,43	15,43
N95	570	0,112	568,83	-1,17	N194	570	0,481	590,33	20,33
N92	569	0,141	568,61	-0,39	N93	570	0,084	568,53	-1,47
N94	569	0,0374	568,61	-0,39	N91	570	0,085	568,54	-1,46
N96	570	0,5	575,18	5,18	N84	572	0,108	568,73	-3,27
N97	574	1,04	589,14	15,14	N31	569	0,058	562,19	-6,81
N99	574	0,264	589,13	15,13	N40	568	0,1808	560,99	-7,01
N193	573	0,782	589,41	16,41	N23	570	0,06	561,63	-8,37
N192	573	0,5	589,4	16,4	N42	569	0,132	560,99	-8,01
N100	572	0,765	588,89	16,89	N41	567	0,1653	560,99	-6,01
N102	568	0,4	587,75	19,75	N38	565	0,13	563,63	-1,37
N103	567	0,3	587,62	20,62	N123	567	0,1462	585,91	18,91
N104	561	0,142	587,61	26,61	N126	565	0,064	585,91	20,91
N105	568	0,36	587,64	19,64	N151	565	0,01	582,48	17,48
N106	566	0,13	587,6	21,6	N66	572	0,314	567,41	-4,59
N107	566	0,115	587,63	21,63	N67	566	0,251	567,39	1,39
N108	566	0,34	587,49	21,49	N34	569	0,1	563,67	-5,33
N109	561	0,162	587,47	26,47	N98	573	0,58	589,14	16,14
N111	564	0,057	587,39	23,39	N190	566	0,8476	588,07	22,07
N112	565	0,171	587,44	22,44	N181	567	0,22	582,42	15,42
N113	565	0,07	587,41	22,41	N182	566	0,0655	582,38	16,38
N114	565	0,19	587,39	22,39	N149	566	0,1411	582,48	16,48
N115	565	0,031	587,39	22,39	N150	566	0,925	575,19	9,19
N116	562	0,147	587,38	25,38	N127	563	0,0258	585,91	22,91
N117	565	0,433	586,59	21,59	N205	567	0,0764	587,39	20,39
N118	563	0,18	586,56	23,56	N110	566	0,305	587,39	21,39
N152	567	0,1	582,48	15,48	N206	565	0,14	587,35	22,35
N207	568	0,2368	589,36	21,36	N87	568	0,037	568,71	0,71
N209	563	0,0738	585,92	22,92					

Tableau IV.5. Le résultat de la simulation

Conduit	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Conduit	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse
Tuyau C00	101,9	200	44,40	1,42	Tuyau T187	32,42	90	0,75	0,12
Tuyau 2	16,8	40	0,04	0,03	Tuyau T188	54	63	0,13	0,04
Tuyau 4	17,7	40	0,04	0,03	Tuyau T189	50,78	50	0,35	0,18
Tuyau 6	18,2	40	0,04	0,03	Tuyau T190	47	50	0,11	0,06
Tuyau 8	19,5	40	0,05	0,04	Tuyau T197	98,5	90	5,43	0,85
Tuyau 10	50	40	0,17	0,13	Tuyau T198	144	50	0,77	0,39
Tuyau 11	10,9	40	0,03	0,02	Tuyau T3	209	90	3,77	0,59
Tuyau 13	27,9	40	0,06	0,05	Tuyau T6	20	40	0,05	0,04
Tuyau 15	52,6	50	0,47	0,24	Tuyau T10	20	63	0,05	0,01
Tuyau 17	40	40	0,19	0,15	Tuyau T1	191	160	0,44	0,02
Tuyau 18	23,3	40	0,05	0,04	Tuyau T11	17,44	50	0,43	0,22
Tuyau 23	26,6	63	3,03	0,97	Tuyau T20	191,7	160	16,21	0,81
Tuyau 34	39	63	-0,19	0,06	Tuyau T21	82,88	160	15,61	0,78
Tuyau 35	3,86	63	0,9	0,29	Tuyau T19	21	26	0,05	0,09
Tuyau 36	15	63	3,62	1,16	Tuyau T22	35,8	50	0,08	0,04
Tuyau 37	6,4	63	3,37	1,08	Tuyau T26	7,5	90	15,27	2,4
Tuyau 38	29,4	63	0,15	0,05	Tuyau T25	144	200	18,27	0,58
Tuyau 39	100	200	-3,15	0,1	Tuyau T35	75	90	3,14	0,49
Tuyau 40	90,3	26	0,21	0,4	Tuyau T4	36,3	26	0,08	0,16
Tuyau 41	39	63	-4,41	1,41	Tuyau T5	48,22	63	0,11	0,04
Tuyau 45	93	63	0,3	0,1	Tuyau T32	36,5	26	0,09	0,16
Tuyau 46	21	63	0,05	0,02	Tuyau T37	56,48	63	1,07	0,34
Tuyau 48	108	63	0,31	0,1	Tuyau T38	46,5	50	0,11	0,06
Tuyau 49	15	63	0,03	0,01	Tuyau T42	77,8	63	0,18	0,06
Tuyau 51	77,5	63	0,43	0,14	Tuyau T51	56,46	63	0,13	0,04
Tuyau 52	25,5	63	0,2	0,06	Tuyau T52	56,7	63	0,13	0,04
Tuyau 53	33	63	0,08	0,02	Tuyau T57	54,5	40	0,13	0,1
Tuyau 55	89,3	63	0,02	0,01	Tuyau T60	21,3	50	0,05	0,03
Tuyau 57	90	63	0,3	0,1	Tuyau T63	62,9	40	0,15	0,12
Tuyau 61	183	63	0,43	0,14	Tuyau T64	82,7	50	0,19	0,1
Tuyau 64	159	63	0,37	0,12	Tuyau T65	18,45	50	0,09	0,05
Tuyau 65	138	63	0,51	0,16	Tuyau T72	27,7	50	0,06	0,03

Tuyau 66	44	63	0,1	0,03	Tuyau T76	25,26	63	0,63	0,2
Tuyau 70	96,4	40	0,22	0,18	Tuyau T77	4	63	0,48	0,15
Tuyau 73	72,45	110	-12,5	1,32	Tuyau T78	15,44	63	0,29	0,09
Tuyau N76	13,15	90	0,03	0	Tuyau T7	108	63	0,25	0,08
Tuyau 78	52,3	63	2,51	0,81	Tuyau T8	26,42	90	11,05	1,74
Tuyau 79	47,35	63	1,12	0,36	Tuyau T9	25	90	10,49	1,65
Tuyau 80	23,7	26	0,23	0,43	Tuyau T16	26,4	90	9,71	1,53
Tuyau 81	9,25	26	0,02	0,04	Tuyau T18	10	63	0,62	0,2
Tuyau 82	21,8	26	0,09	0,17	Tuyau T23	40,29	63	0,52	0,17
Tuyau 83	9,5	26	0,02	0,04	Tuyau T24	21	63	0,05	0,02
Tuyau 84	27,6	50	0,68	0,35	Tuyau T39	144	90	0,39	0,06
Tuyau 87	22,9	50	0,37	0,19	Tuyau T41	62	90	16,32	2,57
Tuyau 88	58,4	40	0,14	0,11	Tuyau T14	35,5	90	2,47	0,39
Tuyau 91	29,35	50	0,52	0,26	Tuyau T15	35,6	50	0,08	0,04
Tuyau 94	37,1	50	0,66	0,34	Tuyau T43	31,5	90	1,47	0,23
Tuyau 99	16,1	50	0,04	0,02	Tuyau T46	32,9	63	0,08	0,02
Tuyau 104	211	200	0,5	0,02	Tuyau T54	210,23	63	1,29	0,41
Tuyau 107	75	50	0,44	0,23	Tuyau T55	188,77	63	0,44	0,14
Tuyau 108	61	50	0,14	0,07	Tuyau T2	53,85	90	0,79	0,12
Tuyau 109	33,25	160	14,77	0,73	Tuyau T28	47,59	63	0,36	0,11
Tuyau 110	49,4	50	0,12	0,06	Tuyau T47	29,21	63	0,07	0,02
Tuyau T112	43	160	14,17	0,7	Tuyau T56	28,2	26	0,07	0,12
Tuyau T113	69,5	50	0,16	0,08	Tuyau T58	20	50	1,18	0,6
Tuyau T115	20	160	13,09	0,65	Tuyau T59	10	50	0,11	0,06
Tuyau T116	15,3	50	0,44	0,22	Tuyau T61	39,8	26	0,92	1,74
Tuyau T118	63,4	50	0,15	0,07	Tuyau T67	11,1	26	0,03	0,05
Tuyau T119	13,3	50	0,03	0,02	Tuyau T69	59,63	40	0,14	0,11
Tuyau T120	50	110	12,48	1,31	Tuyau T70	35,6	50	0,58	0,29
Tuyau T121	58,5	50	0,5	0,25	Tuyau T71	24,4	50	0,06	0,03
Tuyau T122	84,5	50	0,2	0,1	Tuyau T74	23	90	7,18	1,13
Tuyau T123	75,8	50	0,18	0,09	Tuyau T75	28	90	7,48	1,18
Tuyau T124	32,42	110	11,37	1,2	Tuyau T79	3,5	110	8,01	0,84
Tuyau T128	30,35	50	0,2	0,1	Tuyau T80	20,6	90	8,84	1,39
Tuyau T136	30,7	50	0,47	0,24	Tuyau T81	3,5	110	11,52	1,21
Tuyau T137	41	40	0,1	0,08	Tuyau T82	16,3	50	0,04	0,02
Tuyau T138	30,6	40	0,07	0,06	Tuyau T83	38,4	50	0,1	0,05
Tuyau T141	8,7	110	9,26	0,97	Tuyau T84	99,8	50	0,23	0,12

Tuyau T142	56,1	50	0,19	0,1	Tuyau T87	276	90	2,44	0,38
Tuyau T143	14	50	0,03	0,02	Tuyau T13	101,9	50	0,24	0,12
Tuyau T144	25,3	110	8,94	0,94	Tuyau T 1	28,5	63	0,07	0,02
Tuyau T145	26,45	110	8,83	0,93	Tuyau T3	28,3	63	0,26	0,08
Tuyau T147	49,73	110	8,58	0,9	Tuyau T5	26,43	63	0,45	0,14
Tuyau T148	34,7	40	0,23	0,18	Tuyau T62	24,4	63	0,63	0,2
Tuyau T149	35,4	40	0,08	0,07	Tuyau T88	2,65	63	0,76	0,25
Tuyau T150	21,56	110	8,12	0,85	Tuyau T89	19,76	63	1,29	0,41
Tuyau T151	55,72	50	0,43	0,22	Tuyau T90	6,7	63	1,92	0,61
Tuyau T152	71,28	50	0,17	0,08	Tuyau T91	22,4	63	1,08	0,35
Tuyau T153	24,38	110	7,49	0,79	Tuyau T92	39,4	63	0,2	0,06
Tuyau T154	35,7	50	1,56	0,79	Tuyau T93	49,43	63	0,12	0,04
Tuyau T155	60,9	50	1,36	0,69	Tuyau T94	20,25	63	0,28	0,09
Tuyau T161	34	50	0,44	0,22	Tuyau T95	23	63	0,38	0,12
Tuyau T162	85	50	0,2	0,1	Tuyau T96	42	63	0,74	0,24
Tuyau T163	13,47	90	4,43	0,7	Tuyau T97	5,35	90	5,31	0,83
Tuyau T164	20,48	50	0,16	0,08	Tuyau T98	49,5	90	5,92	0,93
Tuyau T165	27,42	50	0,06	0,03	Tuyau T99	17,95	50	0,26	0,13
Tuyau T166	56,91	90	4,09	0,64	Tuyau T100	113,77	160	0,26	0,01
Tuyau T169	31,7	90	3,78	0,59	Tuyau T101	40,5	200	36,97	1,18
Tuyau T171	29,2	63	0,96	0,31	Tuyau T102	130,6	200	38,25	1,22
Tuyau T172	84	63	0,2	0,06	Tuyau T103	100	200	38,73	1,23
Tuyau T173	30	63	0,48	0,15	Tuyau T104	100	90	1,56	0,25
Tuyau T174	85	40	0,2	0,16	Tuyau T105	100	90	5,62	0,88
Tuyau T175	11,4	63	0,03	0,01	Tuyau T106	56	110	9,76	1,03
Tuyau T177	31,9	40	0,07	0,06	Tuyau T107	8,63	110	10,41	1,1
Tuyau T178	8,5	90	2,23	0,35	Tuyau T108	33,8	50	0,8	0,41
Tuyau T182	39,5	63	0,09	0,03	Tuyau T109	32,87	40	0,08	0,06
Tuyau T183	20	26	0,05	0,09	Tuyau T110	156,23	160	0,84	0,04
Tuyau T44	55,9	63	0,93	0,3	Tuyau T17	164,5	90	16,82	2,64
Tuyau T45	26	63	0,06	0,02	Tuyau T29	23	32	0,05	0,07
Tuyau T48	30,67	63	0,41	0,13	Tuyau T30	24	63	0,06	0,02
Tuyau T49	9,5	90	1,77	0,28	Tuyau T31	6,28	110	6,55	0,69
Tuyau T66	16,9	50	0,37	0,19	Tuyau T36	180	90	0,98	0,15
Tuyau T68	31,76	50	0,07	0,04	Tuyau T40	134	90	0,31	0,05

IV.3. Interprétation des résultats de calcul

A partir notre diagnostic, Ce réseau est caractérisé par :

- Une longueur totale du réseau est de 10588.36m
- La présence de diamètres avec différents matériaux tels que le PVC, l'Acier et principalement le PEHD.
- On observe des baisses de pression variables entraînant une faible alimentation en eau.
- Il y a des disparités dans le réseau de distribution en termes de diamètre, de vitesse et de pression, ce qui entraîne une faible alimentation en eau selon le tableau ci-dessus.
- Réseau avec une gamme de diamètres entre 200 mm et 26 mm
- Réseau par un diamètre minimal est de 26 mm, A long terme on aura colmatage des conduits.
- Réseau perturbé avec des pressions non régularisées.
- Le manque de pièces spéciales telles que les purgeurs d'air et les vannes de vidange signifie que le réseau d'eau potable est mal protégé.
- Après avoir effectué une étude sur le terrain et surveillé le réseau, nous avons constaté une irrégularité dans la distribution de l'eau, ce qui a entraîné une augmentation des plaintes des habitants concernant le manque d'eau potable.

IV.4. Recommandations

Après avoir fait un diagnostic du système d'alimentation en eau potable de Bouhamou les recommandations sont les suivantes :

IV.5.1. Concernant les forages

- Entretien des abris des forages (peinture, éclairage...etc.).
- Equiper les armoires de commande.
- Entretien des robinets vanne, les ventouses et les conduites de refoulement.

Pour le bon fonctionnement des forages il est nécessaire d'installer les équipements techniques suivants :

1. Installer une pompe doseuse pour la désinfection
2. Installer le compteur d'eau.
3. Installer le monomètre.

4. La prise d'échantillon pour l'analyse d'eau.
5. La sonde de niveau pour vérifier le niveau de la nappe.
6. Déterminer les paramètres de la nappe, le débit spécifique et le débit maximum d'exploitation, pour que le choix du groupe électro-pompe immergée soit bien adapté et cela par le refaire des essais de pompage.
7. Mettre les paramètres d'exploitation de l'ouvrage à la disposition des exploitations :
 - ✓ La coupe technique de l'ouvrage.
 - ✓ Les principales caractéristiques physico-chimiques de l'eau.
 - ✓ La position de la pompe et ses caractéristiques.
 - ✓ Le débit maximum à ne pas dépasser...etc.

Le développement des puits est une étape importante dans le processus d'extraction des eaux souterraines, car il vise à améliorer la capacité de la formation géologique de l'eau à s'écouler vers les puits de manière plus efficace. Le développement des puits est utilisé pour augmenter le débit d'eau et améliorer la qualité de l'eau extraite.

b) Sur pompage :

Le sur pompage est l'une des méthodes de développement des puits, où le débit d'eau est temporairement augmenté pendant une période spécifique. Cette méthode est utilisée pour augmenter la pression dans la formation géologique entourant le puits, ce qui aide à améliorer sa capacité à déplacer l'eau vers le puits.

c) Pompage alterné :

Cette méthode de pompage repose sur un échange entre les périodes de pompage et les périodes de repos. La pompe est actionnée de manière intermittente, fonctionnant pendant de courtes périodes puis s'arrêtant brusquement. On pense que cette alternance dans le fonctionnement de la pompe contribue à créer des variations de pression dans l'eau environnante du puits, ce qui aide à améliorer sa capacité d'écoulement.

d) Développement par émulseur :

C'est la méthode la plus employée elle fait intervenir une alternance de phase du pompage par émulseur et la phase d'envoi d'air sous pression à partir d'un dispositif (double colonne) ; une colonne d'envoi d'air dans une colonne de production d'eau émulsionnée. Cette méthode simple nécessite quand même un dimensionnement correct de dispositif d'air lift.

e) Contrôle de la fin du développement :

Le but du développement est d'empêcher les veines de sable donc on peut penser que l'opération sera achevée lorsque l'eau extraite de l'ouvrage ne contiendra plus d'éléments fins.

IV.5.3. Concernant les adductions :

Changement de la conduite d'adduction de forage vers le réservoir tout en utilisant d'autre matériau on a choisi la fonte qui présente :

- Une bonne résistance aux forces internes.
- Une bonne résistance à la corrosion.

IV.5.4. Recommandation concernant les réservoirs

- Installer des compteurs au niveau de la conduite de distribution pour l'ensemble des réservoirs.
- Installer des capteurs de niveau.

Les réservoirs sont des ouvrages nécessitant des interventions régulières (opérations courantes de surveillance et d'entretien, nettoyage).

- Opération de surveillances de l'état de l'ouvrage et de l'aération : devant être conçus pour éviter l'introduction de la pollution dans le réservoir.
 - Trop plein et vidange : fonctionnement et étanchéité.
 - Etat des conduites et robinetterie.
 - Contrôle des pertes d'eau de l'appareillage de mesure.

Les opérations de nettoyage- désinfection des réservoirs comportent les diverses phases suivantes : Nettoyage proprement dit : soit par brossage raclage manuel (pour les petits réservoirs) soit par voie chimique, en utilisant les produits ayant un pouvoir dissolvant vis-à-vis des dépôts afin de faciliter le nettoyage du réservoir, ces produits sont pulvérisés à basse pression sur les parties du réservoir en contact avec l'eau, ils comportent le plus souvent un produit désinfection. Décapage des dépôts et rinçage des parois des poteaux et du radier eau jet sous pression, en prenant soin de ne pas détériorer les revêtements éventuels.

IV.5.4. Concernant le réseau de distribution :

Il doit répartir des branchements avec un bon raccordement. Le raccordement s'effectue sur la bride d'un Té qui aura été disposé à l'emplacement voulu à l'occasion de poser de la conduite ou sur un collier de prise, dans ce cas le robinet d'arrêt est protégé dans ces petits diamètres par un coffre en fonte appelé tabernacle lequel est surmonté d'un tube raccordé à la bouche à clé. [22]

IV.5. Conclusion :

Après l'étude réalisée dans la région de Bouhraoua, dans les quartiers comprenant 450 et 350 unités résidentielles, il est apparu que le réseau d'eau potable rencontre plusieurs problèmes, notamment une pénurie d'eau potable due à des fuites dans le réseau, ce qui affecte négativement l'ensemble de ses parties en cas de panne sur une portion du réseau. De plus, il y a des dépôts de boue à l'intérieur des canalisations et des fuites résultant de dysfonctionnements, comme indiqué par un responsable des ressources en eau en Algérie, qui a souligné que l'obstruction des conduits est responsable de la pénurie d'eau potable.

De plus, la présence de dépôts de boue à l'intérieur des tuyaux, ainsi que les fuites résultant des défaillances, sont des problèmes majeurs.

Il est également crucial de prendre en compte que le puits et le réservoir actuels sont utilisés pour approvisionner d'autres quartiers voisins, tels que les quartiers comportant 168 et 120 logements, ainsi que la clinique des Oasis, ce qui impacte négativement les performances du puits et le rend insuffisant.

Pour améliorer cette situation, nous proposons la construction d'un réservoir supplémentaire dédié aux quartiers alimentés par le réservoir actuel, ainsi que le forage d'un autre puits pour soulager la pression sur le puits existant et garantir un approvisionnement en eau plus fiable et stable. Nous proposons également la maillé du réseau, en interconnectant certaines canalisations pour former un réseau en boucle, et en fournissant les accessoires nécessaires pour améliorer son efficacité et sa stabilité.

Dans le cadre de la mise en œuvre, la Direction de l'Hydraulique, en collaboration avec la Société Algérienne des Eaux et le bureau d'études CTH, a entrepris la réhabilitation du réseau dans le quartier des 350 logements, en remplaçant toutes les conduites défectueuses et de petit diamètre, ainsi qu'en installant des bornes d'incendie, des vannes de vidange à la fin du réseau du quartier 350. En attendant un autre financement pour résoudre les problèmes dans le quartier des 450 logements.

Ces mesures témoignent de l'engagement à améliorer l'infrastructure hydraulique et à fournir des services durables à la population.

Chapitre V
Réhabilitation du système
d'alimentation

V.1. Introduction :

Après avoir présenté les problèmes faisant obstacle à l'alimentation en eau potable de la zone de BPUHRAOUA il s'avère nécessaire d'améliorer les conditions de distribution qui consistent en la réhabilitation du système d'alimentation.

Pour améliorer le système de distribution on propose des variantes de solution pour assurer la bonne condition de l'alimentation de l'eau potable

V.2. 1ere variante : changement de diamètre du conduit.

Nous savons que la vitesse de l'eau dans les conduites est directement affectée par leur diamètre : elle diminue lorsque le diamètre augmente et augmente lorsque le diamètre diminue. En suivant ce principe, nous prévoyons de réduire le diamètre des conduites dans les parties du réseau souffrant de sous-financement et de faible vitesse. Après avoir effectué le changement de diamètre, nous avons obtenu des diamètres variant entre (26 mm et 200) mm. Ensuite, nous simulerons les résultats à l'aide du logiciel EPANET afin de les étudier dans le tableau suivant :

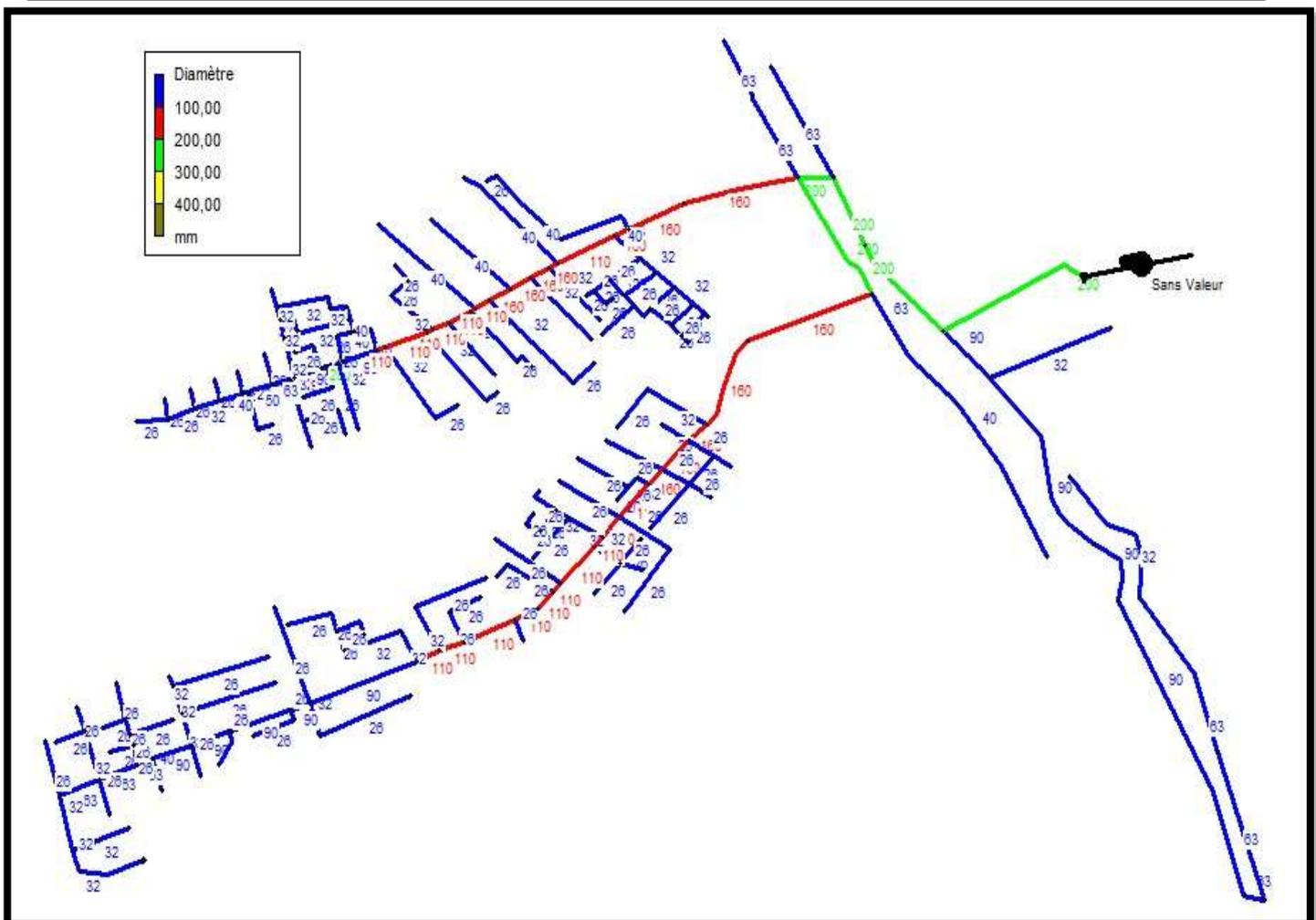


Figure V.1. schéma de réseaux après la modification des diamètres de conduit

Tableau V.1.Le résultat des Nœud

ID Nœud	Altitude	Demande	Charge	Pression	ID Nœud	Altitude	Demande	Charge	Pression
N1	556	0,12	582,99	26,99	N118	563	0,1762	586,01	23,01
N2	557	0,12	583,1	26,1	N119	565	0,247	581,89	16,89
N3	558	0,071	583,08	25,08	N120	564	0,3571	579,35	15,35
N4	561	0,11	583,76	22,76	N121	566	0,137	586,19	20,19
N5	563	0,074	583,73	20,73	N122	565	0,143	584,3	19,3
N6	565	0,1	584,28	19,27	N124	565	0,073	584	19
N7	566	0,077	584,24	18,24	N125	565	0,128	583,53	18,53
N8	568	0,0896	584,55	16,55	N134	564	0,349	583,13	19,13
N9	567	0,082	584,51	17,51	N133	566	0,2366	585,52	19,52
N10	568	0,094	584,59	16,59	N128	566	0,036	586,09	20,09
N11	565	0,21	583,78	18,78	N129	566	0,13	585,43	19,43
N12	567	0,046	583,78	16,78	N130	566	0,13	585,28	19,28
N13	569	0,083	584,83	15,83	N131	565	0,173	585,1	20,1
N14	565	0,118	584,72	19,72	N132	565	0,09	585,38	20,38
N15	569	0,028	585,12	16,12	N135	566	0,037	585,44	19,44
N16	567	0,222	583,77	16,77	N136	565	0,059	585,29	20,29
N18	568	0,17	583,06	15,06	N137	565	0,03254	585,29	20,29
N19	568	0,098	582,99	14,99	N138	565	0,106	585,21	20,21
N20	570	0,112	585,18	15,18	N139	565	0,111	584,98	19,98
N39	569	0,236	579,92	10,92	140	564	0,097	584,92	20,92
N43	564	0,21	578,93	14,93	N141	566	0,21	584,57	18,57
N37	567	0,0855	583,94	16,94	N142	566	0,1466	583,84	17,84
N36	568	0,097	584,13	16,13	N143	566	0,149	583,62	17,62
N35	566	0,17	584,46	18,46	N144	566	0,0911	584,41	18,41
N30	570	0,165	584,71	14,71	N145	565	0,235	583,16	18,16
N33	569	0,177	584,92	15,92	N208	565	0,301	581,6	16,6
N22	571	0,166	584,54	13,54	N146	566	0,105	584,26	18,26
N21	571	0,027	585,27	14,27	N147	566	0,151	582,27	16,27
N24	571	0,063	585,3	14,3	N148	567	0,257	579,92	12,92
N25	570	0,12	584,99	14,99	N154	563	0,422	578,82	15,82
N26	569	0,0845	584,94	15,94	N153	567	0,422	582,93	15,93

N27	571	0,016	585,38	14,38	N155	566	0,1437	582,25	16,25
N28	567	0,38	584,3	17,3	N156	566	0,359	579,66	13,66
N29	571	0,16	585,38	14,38	N157	567	0,057	582,81	15,81
N32	571	0,0226	585,59	14,59	N158	566	0,086	582,6	16,6
N44	571	0,21	585,61	14,61	N159	567	0,1158	582,49	15,49
N45	563	0,39	583,91	20,91	N160	568	0,24	582,37	14,37
N46	565	0,0887	583,86	18,86	N161	567	0,117	582,26	15,26
N53	562	0,14	583,31	21,31	N162	568	0,134	582,16	14,16
N52	565	0,107	583,48	18,48	N163	566	0,15	581,94	15,94
N51	563	0,327	583,87	20,87	N164	568	0,123	579,96	11,96
N50	566	0,097	585,86	19,86	N165	567	0,359	577,4	10,4
N47	571	0,026	585,83	14,83	N166	567	0,126	579,29	12,29
N48	571	0,45	583,58	12,58	N167	566	0,359	576,7	10,7
N49	565	0,063	583,57	18,57	N168	567	0,048	579,28	12,28
N54	571	0,118	586	15	N169	567	0,15	582,03	15,03
N55	569	0,377	584,96	15,96	N170	567	0,1348	582,01	15,01
N56	572	0,014	586,2	14,2	N171	567	0,12778	581,88	14,88
N57	569	0,38	584,62	15,62	N172	567	0,1067	579,32	12,32
N58	568	0,0887	584,57	16,57	N175	568	0,151	578,88	10,88
N59	572	0,087	586,23	14,23	N173	567	0,0845	579,27	12,27
N60	560	0,77	583,58	23,58	N176	567	0,065	578,72	11,72
N61	571	0,11	586,43	15,43	N177	567	0,0887	578,67	11,67
N62	563	0,58	580,33	17,33	N178	566	0,167	578,43	12,43
N63	563	0,186	579,93	16,93	N179	567	0,133	581,58	14,58
N64	572	0,4106	586,47	14,47	N180	566	0,139	581,41	15,41
N65	557	0,67	584,7	27,7	N183	567	0,123	580,71	13,71
N68	571	0,014	586,58	15,58	184	566	0,137	581,44	15,44
N69	565	0,407	585,28	20,28	N185	566	0,228	580,73	14,73
N70	571	0,3	586,59	15,59	N186	566	0,21	577,64	11,64
N71	561	0,807	583,58	22,58	N187	566	0,198	577,47	11,47
N72	571	0,032	587,98	16,98	N188	565	0,08	577,12	12,12
N75	561	0,608	585,41	24,41	N189	565	0,184	576,18	11,18
N76	563	0,055	585,41	22,41	N195	568	0,614	591,11	23,11
N77	571	0,221	587,23	16,23	N196	568	0,416	590,24	22,24
N78	571	0,2	582,32	11,32	N197	568	0,601	586,22	18,22
N79	570	0,1	581,9	11,9	N191	562	0,8	584,58	22,58

N80	570	0,039	581,89	11,89	N204	560	0,56	583,15	23,15
N81	568	0,092	581,79	13,79	N198	562	0,883	589,03	27,03
N82	568	0,04	581,79	13,79	N199	562	0,317	588,76	26,76
N83	569	0,116	579,14	10,14	N200	567	1,166	587,91	20,91
N85	567	0,1	578,23	11,23	N201	567	0,04	587,85	20,85
N86	565	0,247	577,34	12,34	N202	566	0,42	587,17	21,17
N88	571	0,24	581,65	10,65	N203	561	0,76	586,43	25,43
N89	568	0,156	577,38	9,38	N17	566	0,084	583,72	17,72
N90	568	0,12	575,25	7,25	N73	571	0,262	588,01	17,01
N95	570	0,203	581,46	11,46	N74	569	0,227	586,99	17,99
N92	569	0,075	574,87	5,87	N101	572	0,81	588,06	16,06
N94	569	0,068	574,85	5,85	N174	567	0,017	579,1	12,1
N96	570	0,695	588,3	18,3	N194	570	0,422	590,36	20,36
N97	574	0,17	589,12	15,12	N93	570	0,153	574,64	4,64
N99	574	0,48	588,56	14,56	N91	570	0,154	575,01	5,01
N193	573	0,552	589,4	16,4	N84	572	0,196	578,68	6,68
N192	573	0,892	588,98	15,98	N31	569	0,1	584,63	15,63
N100	572	0,7645	588,86	16,86	N40	568	0,33	579,2	11,2
N102	568	0,35	587,74	19,74	N23	570	0,11	584,45	14,45
N103	567	0,317	585,82	18,82	N42	569	0,24	578,84	9,84
N104	561	0,2577	584,81	23,81	N41	567	0,123	579,13	12,13
N105	568	0,14	587,63	19,63	N38	566	0,24	583,65	17,65
N106	566	0,23	586,91	20,91	N123	567	0,2658	583,2	16,2
N107	566	0,2087	587,08	21,08	N126	565	0,077	583,44	18,44
N108	566	0,1817	587,5	21,5	N209	563	0,134	583,84	20,84
N109	561	0,1615	587,01	26,01	N151	565	0,0422	578,86	13,86
N111	564	0,103	584,16	20,16	N66	572	0,111	586,52	14,52
N112	565	0,294	587,44	22,44	N67	566	0,456	584,72	18,72
N113	565	0,0646	587,21	22,21	N34	569	0,042	584,82	15,82
N114	565	0,071	586,67	21,67	N98	573	0,66	588,64	15,64
N115	565	0,031	586,66	21,66	N190	566	0,888	587,51	21,51
N116	562	0,268	585,55	23,55	N181	566	0,2	580,83	14,83
N117	565	0,211	586,63	21,63	N182	566	0,119	580,72	14,72
N206	565	0,252	583,3	18,3	N149	566	0,0845	578,97	12,97

Tableau V.2. Les résultats des conduits après la modification du diamètre des conduites

Conduit	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Conduit	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse
Tuyau 2	16,8	26	0,07	0,13	Tuyau T187	32,42	63	1,38	0,44
Tuyau 4	17,7	26	0,07	0,14	Tuyau T188	54	26	0,23	0,43
Tuyau 6	18,2	26	0,08	0,15	Tuyau T189	50,78	32	1,01	1,26
Tuyau 8	18	26	0,08	0,15	Tuyau T190	47	32	0,2	0,25
Tuyau 10	50	26	0,26	0,48	Tuyau T197	98,5	90	5,16	0,81
Tuyau 11	10,9	26	0,05	0,09	Tuyau T198	144	32	0,6	0,75
Tuyau 13	27,9	26	0,12	0,22	Tuyau T3	209	90	4,15	0,65
Tuyau 15	52,6	32	0,57	0,71	Tuyau T6	20	26	0,08	0,16
Tuyau 17	40	26	0,27	0,5	Tuyau T10	20	26	0,08	0,16
Tuyau 18	23,3	26	0,1	0,18	Tuyau T1	191	40	0,81	0,64
Tuyau 22	39,4	26	-0,28	0,52	Tuyau T11	17,44	32	0,46	0,57
Tuyau 23	26,6	90	3,25	0,51	Tuyau T20	191,7	160	16,16	0,8
Tuyau 35	3,86	90	1,75	0,27	Tuyau T21	82,88	160	15,35	0,76
Tuyau 36	15	90	3,82	0,6	Tuyau T19	21	26	0,09	0,17
Tuyau 37	6,4	90	3,55	0,56	Tuyau T22	35,8	26	0,15	0,28
Tuyau 38	29,4	26	0,2	0,39	Tuyau T26	7,5	160	15,88	0,79
Tuyau 39	100	200	-2,47	0,08	Tuyau T27	164,5	160	17,73	0,88
Tuyau 40	90,3	32	0,38	0,47	Tuyau T25	144	200	18,61	0,59
Tuyau 45	93	32	0,48	0,6	Tuyau T35	75	90	3,26	0,51
Tuyau 46	21	26	0,09	0,17	Tuyau T4	36,3	26	0,15	0,29
Tuyau 48	108	32	0,51	0,64	Tuyau T5	48,22	32	0,2	0,25
Tuyau 49	15	26	0,06	0,12	Tuyau T32	36,5	26	0,15	0,29
Tuyau 51	77,5	32	0,57	0,71	Tuyau T37	56,48	32	1,17	1,45
Tuyau 52	25,5	26	0,25	0,47	Tuyau T38	46,5	26	0,2	0,37
Tuyau 53	33	26	0,14	0,26	Tuyau T40	25	26	0,1	0,19
Tuyau 55	89,3	32	0,38	0,47	Tuyau T42	77,8	32	0,33	0,41
Tuyau 57	90	32	0,47	0,58	Tuyau T45	26	26	0,11	0,21
Tuyau 61	183	40	0,77	0,61	Tuyau T51	56,46	32	0,24	0,3
Tuyau 64	159	40	0,67	0,53	Tuyau T52	56,7	32	0,24	0,3
Tuyau 65	138	32	0,77	0,95	Tuyau T57	54,5	26	0,23	0,43
Tuyau 66	44	26	0,19	0,35	Tuyau T60	21,3	26	0,09	0,17
Tuyau 70	96,4	32	0,41	0,51	Tuyau T63	62,9	26	0,27	0,5
Tuyau N76	13,15	26	0,05	0,1	Tuyau T64	82,7	26	0,35	0,66
Tuyau 78	52,3	63	2,59	0,83	Tuyau T65	18,45	26	0,12	0,23
Tuyau 79	47,35	32	1,2	1,49	Tuyau T66	31,76	26	0,13	0,25
Tuyau 80	23,7	26	0,27	0,51	Tuyau T72	27,7	26	0,12	0,22
Tuyau 81	9,25	26	0,04	0,07	Tuyau T76	25,26	26	0,68	1,28
Tuyau 82	21,8	26	0,13	0,25	Tuyau T77	4	26	0,49	0,92
Tuyau 83	9,5	26	0,04	0,08	Tuyau T78	15,44	26	0,32	0,6
Tuyau 84	27,6	26	0,73	1,37	Tuyau T85	43,52	32	0,52	0,65

Tuyau 87	22,9	26	0,41	0,78	Tuyau T7	108	32	0,46	0,57
Tuyau 88	58,4	26	0,25	0,47	Tuyau T8	26,42	160	11,73	0,58
Tuyau 91	29,35	26	0,57	1,07	Tuyau T9	25	160	11,16	0,56
Tuyau 94	37,1	26	0,73	1,37	Tuyau T16	26,4	160	10,08	0,5
Tuyau 98	17,95	26	-0,3	0,56	Tuyau T18	10	40	0,63	0,5
Tuyau 99	16,1	26	0,07	0,13	Tuyau T23	40,29	40	0,59	0,47
Tuyau 103	40,5	200	-37,65	1,2	Tuyau T24	21	26	0,09	0,17
Tuyau 104	211	63	0,89	0,29	Tuyau T39	144	40	0,66	0,53
Tuyau 107	75	32	0,57	0,71	Tuyau T41	62	160	17,03	0,85
Tuyau 108	61	26	0,26	0,49	Tuyau T14	35,5	90	3,18	0,5
Tuyau 109	33,25	160	14,42	0,72	Tuyau T15	35,6	26	0,15	0,28
Tuyau 110	49,4	26	0,21	0,39	Tuyau T43	31,5	63	2,09	0,67
Tuyau T112	43	160	13,84	0,69	Tuyau T46	32,9	26	0,14	0,26
Tuyau T113	69,5	26	0,16	0,3	Tuyau T54	210,23	63	1,69	0,54
Tuyau T115	20	160	12,86	0,64	Tuyau T55	188,77	40	0,8	0,64
Tuyau T116	15,3	32	0,43	0,54	Tuyau T2	53,85	40	0,89	0,71
Tuyau N112	16,9	26	0,37	0,7	Tuyau T28	47,59	32	0,44	0,55
Tuyau T118	63,4	26	0,27	0,5	Tuyau T47	29,21	26	0,12	0,23
Tuyau T119	13,3	26	0,03	0,06	Tuyau T56	28,2	26	0,12	0,22
Tuyau T120	50	110	12,13	1,28	Tuyau T58	20	26	0,46	0,86
Tuyau T121	58,5	26	0,6	1,14	Tuyau T59	10	26	0,2	0,38
Tuyau T122	84,5	26	0,36	0,67	Tuyau T61	39,8	26	0,17	0,32
Tuyau T123	75,8	26	0,18	0,33	Tuyau T67	11,1	26	0,05	0,09
Tuyau T124	32,42	110	11,14	1,17	Tuyau T70	35,6	26	0,64	1,21
Tuyau T128	30,35	26	0,25	0,47	Tuyau T71	24,4	26	0,1	0,19
Tuyau T136	30,7	32	0,52	0,65	Tuyau T73	6,28	110	6,7	0,71
Tuyau T137	41	26	0,17	0,33	Tuyau T74	23	110	7,37	0,78
Tuyau T138	30,6	26	0,13	0,24	Tuyau T75	28	110	7,87	0,83
Tuyau T141	8,7	110	8,99	0,95	Tuyau T79	3,5	110	8,35	0,88
Tuyau T142	56,1	26	0,09	0,17	Tuyau T80	20,6	110	9,21	0,97
Tuyau T143	14	26	0,03	0,06	Tuyau T81	3,5	160	12,15	0,6
Tuyau T144	25,3	110	8,86	0,93	Tuyau T82	16,3	26	0,07	0,13
Tuyau T145	26,45	110	8,75	0,92	Tuyau T83	38,4	26	0,16	0,31
Tuyau T146	23	26	0,1	0,18	Tuyau T84	99,8	26	0,42	0,79
Tuyau T147	49,73	110	8,55	0,9	Tuyau T86	101,9	200	45,29	1,44
Tuyau T148	34,7	26	0,3	0,56	Tuyau T87	276	90	2,95	0,46
Tuyau T149	35,4	26	0,15	0,28	Tuyau T12	28,5	26	0,12	0,23
Tuyau T150	21,56	110	8,04	0,85	Tuyau T13	28,3	26	0,31	0,59
Tuyau T151	55,72	32	0,54	0,67	Tuyau T36	26,43	32	0,5	0,62
Tuyau T152	71,28	26	0,3	0,57	Tuyau T62	24,4	40	0,67	0,53
Tuyau T153	24,38	110	7,41	0,78	Tuyau T88	2,65	40	0,84	0,67
Tuyau T154	35,7	32	0,86	1,08	Tuyau T89	22,4	50	1,19	0,61
Tuyau T155	60,9	32	0,71	0,89	Tuyau T90	19,76	50	1,39	0,71

Tuyau T161	34	32	0,5	0,63	Tuyau T91	6,7	63	2	0,64
Tuyau T162	85	26	0,36	0,68	Tuyau T92	55,9	32	1,14	1,42
Tuyau T163	13,47	90	5,1	0,8	Tuyau T93	30,67	32	0,57	0,71
Tuyau T164	20,48	26	0,2	0,38	Tuyau T44	49,43	32	0,21	0,26
Tuyau T165	27,42	26	0,12	0,22	Tuyau T48	20,25	32	0,33	0,4
Tuyau T166	56,91	90	4,84	0,76	Tuyau T50	23	32	0,42	0,53
Tuyau T169	31,7	90	4,48	0,7	Tuyau T94	39	26	0,27	0,5
Tuyau T171	29,2	32	1,01	1,26	Tuyau T95	29	90	4,64	0,73
Tuyau T172	84	26	0,36	0,68	Tuyau T96	42	40	0,81	0,65
Tuyau T173	30	32	0,53	0,66	Tuyau T97	5,35	110	5,47	0,58
Tuyau T174	85	26	0,36	0,68	Tuyau T98	49,5	110	6,16	0,65
Tuyau T175	11,4	32	0,05	0,06	Tuyau T99	72,45	110	13,26	1,4
Tuyau T177	31,9	40	0,13	0,11	Tuyau T100	113,77	63	0,48	0,15
Tuyau T178	8,5	63	2,9	0,93	Tuyau T101	156,23	63	1,14	0,37
Tuyau T182	39,5	26	0,17	0,31	Tuyau T102	100	200	39,51	1,26
Tuyau T183	20	26	0,08	0,16	Tuyau T103	9,5	63	1,78	0,57
Tuyau T110	33,8	32	0,87	1,08	Tuyau T104	100	63	1,74	0,56
Tuyau T111	18,7	32	0,6	0,75	Tuyau T105	180	63	1,32	0,42
Tuyau T114	100	90	6,44	1,01	Tuyau T106	134	32	0,56	0,7
Tuyau T117	8,63	110	10,13	1,07	Tuyau T107	32,87	26	0,14	0,26
Tuyau T125	56	110	9,57	1,01	Tuyau T108	59,63	26	0,25	0,47
Tuyau T109	130,6	200	39,09	1,24					

V.2.1. Discussion sur les résultats de 1^{ère} variant :

Après la modification de diamètre de conduit Nous avons obtenu les résultats suivants :

- Les vitesses sont acceptable dans les conditions optimale sauf quelque traçons
- Les pressions positives et acceptables et valables pour les conditions de l'écoulement
- Un diamètre minimal est de 26 mm, A long terme on aura colmatage des conduits. Ce diamètre cause des problèmes après une durée d'exploitation

V.3. 2^{ème} variante : faire un réseau maille

Un type de réseau a été choisi en fonction du besoin d'assurer une distribution équitable et efficace de l'eau dans toutes les parties du système. Le réseau maillé permet d'obtenir une distribution uniforme de l'eau et de réguler la pression à certains points du réseau, ce qui contribue à améliorer l'efficacité et les performances du système d'approvisionnement en généra

Après le maillage de réseaux dans le logiciel de la modélisation de l'AEP EPANET les résultats sont présents dans les tableaux suivant :

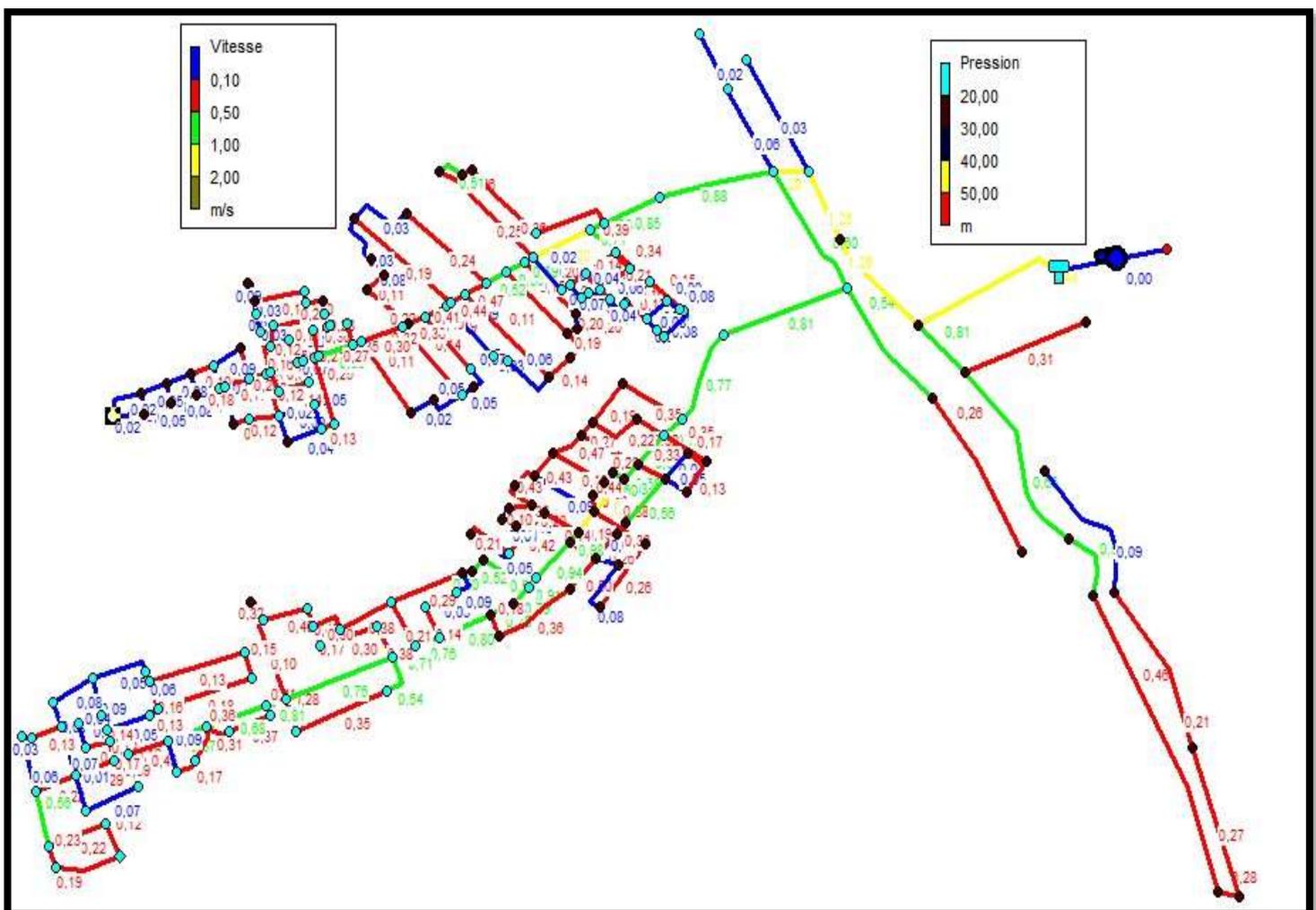


Figure V.2. schéma de réseaux le maillage de réseaux

Tableau V.3. Le résultat des Nœud

ID Nœud	Altitude	Demande	Charge	Pression	ID Nœud	Altitude	Demande	Charge	Pression
N1	556	0,12	586,29	30,29	N117	565	0,211	586,81	21,81
N2	557	0,12	586,29	29,29	N118	563	0,1762	586,81	23,81
N3	558	0,071	586,29	28,29	N119	565	0,247	586,54	21,54
N4	561	0,11	586,29	25,29	N120	564	0,3571	586,36	22,36
N5	563	0,074	586,29	23,29	N121	566	0,137	586,46	20,46
N6	565	0,1	586,3	21,3	N122	565	0,143	586,44	21,44
N7	566	0,077	586,3	20,3	N124	565	0,073	586,47	21,47
N8	568	0,0896	586,3	18,3	N125	565	0,128	586,41	21,41
N9	567	0,082	586,3	19,3	N134	564	0,349	585,87	21,87
N10	568	0,094	586,31	18,31	N133	566	0,2366	585,87	19,87
N11	565	0,21	586,31	21,31	N128	566	0,036	586,38	20,38
N12	567	0,046	586,31	19,31	N129	566	0,13	586,34	20,34
N13	569	0,083	586,32	17,32	N130	566	0,13	586,44	20,44
N14	565	0,118	586,31	21,31	N131	565	0,173	585,94	20,94
N15	569	0,028	586,37	17,37	N132	565	0,09	586,34	21,34
N16	567	0,222	586,33	19,33	N135	566	0,037	585,8	19,8
N18	568	0,17	586,33	18,33	N136	565	0,059	585,31	20,31
N19	568	0,098	586,33	18,33	N137	565	0,03254	585,2	20,2
N20	570	0,112	586,38	16,38	N138	565	0,106	585,64	20,64
N39	569	0,236	586,34	17,34	N139	565	0,111	585,47	20,47
N43	564	0,21	586,34	22,34	N140	564	0,097	585,5	21,5
N37	567	0,0855	586,39	19,39	N141	566	0,21	585,14	19,14
N36	568	0,097	586,41	18,41	N142	566	0,1466	585,1	19,1
N35	566	0,17	586,44	20,44	N143	566	0,149	585,1	19,1
N30	570	0,165	586,4	16,4	N144	566	0,0911	585,01	19,01
N33	569	0,177	586,54	17,54	N145	565	0,235	584,92	19,92
N22	571	0,166	586,37	15,37	N208	565	0,301	585,11	20,11
N21	571	0,027	586,41	15,41	N146	566	0,105	584,88	18,88
N24	571	0,063	586,43	15,43	N147	566	0,151	584,72	18,72
N25	570	0,12	586,4	16,4	N148	567	0,257	584,54	17,54
N26	569	0,0845	586,39	17,39	N154	563	0,422	584,14	21,14
N27	571	0,016	586,48	15,48	N153	567	0,422	584,1	17,1
N28	567	0,38	586,34	19,34	N155	566	0,1437	584,19	18,19
N29	571	0,16	586,48	15,48	N156	566	0,359	584,52	18,52
N32	571	0,0226	586,67	15,67	N157	567	0,057	583,98	16,98
N44	571	0,21	586,67	15,67	N158	566	0,086	583,87	17,87
N45	563	0,39	586,64	23,64	N159	567	0,1158	583,75	16,75
N46	565	0,0887	586,64	21,64	N160	568	0,24	583,63	15,63

N53	562	0,14	586,6	24,6	N161	567	0,117	583,48	16,48
N52	565	0,107	586,6	21,6	N162	568	0,134	583,43	15,43
N51	563	0,327	586,61	23,61	N163	566	0,15	583,45	17,45
N50	566	0,097	586,71	20,71	N164	568	0,123	583,3	15,3
N47	571	0,026	586,7	15,7	N165	567	0,359	583,23	16,23
N48	571	0,45	586,64	15,64	N166	567	0,126	583,28	16,28
N49	565	0,063	586,64	21,64	N167	566	0,359	583,2	17,2
N54	571	0,118	586,73	15,73	N168	567	0,048	583,28	16,28
N55	569	0,377	586,65	17,65	N169	567	0,15	583,33	16,33
N56	572	0,014	586,76	14,76	N170	567	0,1348	583,28	16,28
N57	569	0,38	586,74	17,74	N171	567	0,12778	583,31	16,31
N58	568	0,0887	586,74	18,74	N172	567	0,1067	583,29	16,29
N59	572	0,087	586,76	14,76	N175	568	0,151	583,29	15,29
N60	560	0,77	586,6	26,6	N173	567	0,0845	583,27	16,27
N61	571	0,11	586,79	15,79	N176	567	0,065	583,28	16,28
N62	563	0,58	586,74	23,74	N177	567	0,0887	583,27	16,27
N63	563	0,186	586,77	23,77	N178	566	0,167	583,27	17,27
N64	572	0,4106	586,83	14,83	N179	567	0,133	583,27	16,27
N65	557	0,67	586,6	29,6	N180	566	0,139	583,27	17,27
N68	571	0,014	586,93	15,93	N183	567	0,123	583,26	16,26
N69	565	0,407	586,83	21,83	184	566	0,137	583,25	17,25
N70	571	0,3	586,94	15,94	N185	566	0,228	583,24	17,24
N71	561	0,807	587,25	26,25	N186	566	0,21	582,78	16,78
N72	571	0,032	587,97	16,97	N187	566	0,198	582,71	16,71
N75	561	0,608	587,61	26,61	N188	565	0,08	582,75	17,75
N76	563	0,055	587,59	24,59	N189	565	0,184	582,69	17,69
N77	571	0,221	587,05	16,05	N195	568	0,614	591,1	23,1
N78	571	0,2	586,95	15,95	N196	568	0,416	590,24	22,24
N79	570	0,1	586,94	16,94	N197	568	0,601	589,81	21,81
N80	570	0,039	586,94	16,94	N191	562	0,8	587,19	25,19
N81	568	0,092	586,94	18,94	N204	560	0,56	587,64	27,64
N82	568	0,04	586,94	18,94	N198	562	0,883	589,03	27,03
N83	569	0,116	586,93	17,93	N199	562	0,317	588,75	26,75
N85	567	0,1	586,89	19,89	N200	567	1,166	587,91	20,91
N86	565	0,247	586,83	21,83	N201	567	0,04	587,9	20,9
N88	571	0,24	586,9	15,9	N202	566	0,42	587,78	21,78
N89	568	0,156	586,89	18,89	N203	561	0,76	587,66	26,66
N90	568	0,12	586,86	18,86	N17	566	0,084	586,33	20,33
N95	570	0,203	586,87	16,87	N73	571	0,262	588	17
N92	569	0,075	586,86	17,86	N74	569	0,227	587,88	18,88
N94	569	0,068	586,86	17,86	N101	572	0,81	588,04	16,04
N96	570	0,695	588,29	18,29	N174	567	0,017	583,29	16,29
N97	574	0,17	589,11	15,11	N194	570	0,422	590,35	20,35

N99	574	0,48	589,1	15,1	N93	570	0,153	586,85	16,85
N193	573	0,552	589,39	16,39	N91	570	0,154	586,85	16,85
N192	573	0,892	589,39	16,39	N84	572	0,196	587,02	15,02
N100	572	0,7645	588,85	16,85	N31	569	0,1	586,39	17,39
N102	568	0,35	587,72	19,72	N40	568	0,33	586,32	18,32
N103	567	0,317	587,45	20,45	N23	570	0,11	586,35	16,35
N104	561	0,2577	587,38	26,38	N42	569	0,24	586,34	17,34
N105	568	0,14	587,6	19,6	N41	567	0,123	586,34	19,34
N106	566	0,23	587,42	21,42	N38	566	0,24	586,35	20,35
N107	566	0,2087	587,45	21,45	N123	567	0,2658	585,99	18,99
N108	566	0,1817	587,48	21,48	N126	565	0,077	586,4	21,4
N109	561	0,1615	587,34	26,34	N209	563	0,134	586,61	23,61
N111	564	0,103	587,36	23,36	N151	565	0,0422	584,47	19,47
N112	565	0,294	587,44	22,44	N66	572	0,111	586,88	14,88
N113	565	0,0646	587,38	22,37	N67	566	0,456	586,81	20,81
N114	565	0,071	587,32	22,32	N34	569	0,042	586,52	17,52
N115	565	0,031	587,32	22,31	N98	573	0,66	589,1	16,1
N116	562	0,268	587,15	25,15	N190	566	0,888	587,5	21,5
N127	563	0,047	586,4	23,4	N181	566	0,2	583,26	17,26
205	567	0,139	587,32	20,32	N182	566	0,119	583,24	17,24
N110	566	0,15	587,34	21,34	N149	566	0,0845	584,52	18,52
N206	565	0,252	586,58	21,58	N150	566	0,168	584,64	18,64
N87	568	0,068	586,89	18,89	N152	567	0,162	584,28	17,28

Tableau V.4. Le résultat des conduites

Conduit	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Conduit	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse
Tuyau 2	16,8	63	-0,03	0,01	Tuyau T51	56,46	63	0,53	0,17
Tuyau 4	17,7	60	-0,02	0,01	Tuyau T52	56,7	63	-0,12	0,04
Tuyau 6	18,2	63	0,01	0,01	Tuyau T57	54,5	50	0,69	0,35
Tuyau 8	19,5	63	0,12	0,04	Tuyau T60	21,3	50	-0,06	0,03
Tuyau 10	50	63	-0,13	0,04	Tuyau T63	62,9	40	0,52	0,42
Tuyau 11	10,9	63	-0,34	0,11	Tuyau T64	82,7	50	0,09	0,05
Tuyau 13	27,9	63	0,4	0,13	Tuyau T65	18,45	40	-0,01	0,01
Tuyau 15	52,6	63	0,56	0,18	Tuyau T66	31,76	50	-0,71	0,36
Tuyau 17	40	63	0,45	0,22	Tuyau T72	27,7	40	0,45	0,36
Tuyau 18	23,3	63	-0,17	0,05	Tuyau T76	25,26	63	0,53	0,17
Tuyau 22	39,4	63	-0,64	0,20	Tuyau T77	4	63	0,36	0,12
Tuyau 23	26,6	90	1,83	0,29	Tuyau T78	15,44	63	0,44	0,14
Tuyau 35	3,86	90	1,63	0,26	Tuyau T85	43,52	50	0,38	0,19
Tuyau 36	15	90	3,12	0,49	Tuyau T7	108	63	0,47	0,15
Tuyau 37	6,4	90	2,49	0,39	Tuyau T8	26,42	160	11,13	0,55
Tuyau 38	29,4	63	0,57	0,18	Tuyau T9	25	160	10,55	0,52
Tuyau 39	100	200	-2,3	0,07	Tuyau T16	26,4	160	9,39	0,47
Tuyau 40	90,3	63	0,78	0,25	Tuyau T18	10	63	0,92	0,3
Tuyau 45	93	63	0,34	0,11	Tuyau T23	40,29	63	0,88	0,28
Tuyau 46	21	63	-0,05	0,02	Tuyau T24	21	63	-0,1	0,03
Tuyau 48	108	63	0,45	0,14	Tuyau T39	144	90	2,26	0,36
Tuyau 49	15	63	-0,14	0,05	Tuyau T41	62	160	17,03	0,85
Tuyau 51	77,5	63	0,68	0,22	Tuyau T14	35,5	90	2,87	0,45
Tuyau 52	25,5	63	0,35	0,11	Tuyau T15	35,6	50	-0,19	0,09
Tuyau 53	33	63	0,24	0,08	Tuyau T43	31,5	90	1,83	0,29
Tuyau 55	89,3	63	0,58	0,19	Tuyau T46	32,9	63	0,05	0,01
Tuyau 57	90	63	0,28	0,09	Tuyau T54	210,23	63	1,69	0,54
Tuyau 61	183	63	0,58	0,19	Tuyau T55	188,77	63	0,8	0,26
Tuyau 64	159	63	0,76	0,24	Tuyau T2	53,85	90	2,49	0,39
Tuyau 65	138	63	0,34	0,11	Tuyau T28	47,59	63	0,23	0,07
Tuyau 66	44	63	-0,42	0,14	Tuyau T47	29,21	63	-0,13	0,04
Tuyau 70	96,4	63	0,63	0,2	Tuyau T56	28,2	40	0,16	0,13
Tuyau N76	13,15	90	1,65	0,26	Tuyau T58	20	50	0,33	0,17
Tuyau 78	52,3	63	2,89	0,93	Tuyau T59	10	50	0,83	0,42

Tuyau 79	47,35	63	0,95	0,3	Tuyau T61	39,8	50	-0,58	0,3
Tuyau 80	23,7	63	0,32	0,1	Tuyau T67	11,1	40	-0,08	0,07
Tuyau 81	9,25	63	-0,04	0,01	Tuyau T70	35,6	50	0,64	0,33
Tuyau 82	21,8	63	0,26	0,08	Tuyau T71	24,4	50	-0,15	0,07
Tuyau 83	9,5	63	0,17	0,05	Tuyau T73	6,28	160	6,49	0,32
Tuyau 84	27,6	63	0,42	0,14	Tuyau T74	23	160	7,27	0,36
Tuyau 87	22,9	63	0,9	0,29	Tuyau T75	28	160	7,97	0,4
Tuyau 88	58,4	63	0,62	0,2	Tuyau T79	3,5	160	8,27	0,41
Tuyau 91	29,35	50	0,32	0,16	Tuyau T80	20,6	160	8,94	0,44
Tuyau 94	37,1	63	0,36	0,12	Tuyau T81	3,5	160	11,78	0,59
Tuyau 98	17,95	50	-0,04	0,02	Tuyau T82	16,3	63	0,18	0,06
Tuyau 99	16,1	50	-0,18	0,09	Tuyau T83	38,4	50	0,79	0,4
Tuyau 103	40,5	200	-37,73	1,2	Tuyau T84	99,8	50	-0,2	0,1
Tuyau 104	211	200	0,89	0,03	Tuyau T86	101,9	200	45,38	1,44

Tuyau 107	75	50	0,68	0,35	Tuyau T87	276	90	2,95	0,46
Tuyau 108	61	50	0,36	0,19	Tuyau T12	28,5	63	0,06	0,02
Tuyau 109	33,25	160	14,41	0,72	Tuyau T13	28,3	63	0,15	0,05
Tuyau 110	49,4	50	0,64	0,32	Tuyau T36	26,43	63	0,24	0,08
Tuyau T112	43	160	12,94	0,64	Tuyau T62	24,4	63	0,35	0,11
Tuyau T113	69,5	50	0,54	0,28	Tuyau T88	2,65	63	0,56	0,18
Tuyau T115	20	160	11,57	0,58	Tuyau T89	22,4	63	0,52	0,17
Tuyau T116	15,3	50	1,24	0,63	Tuyau T90	19,76	63	1,01	0,32
Tuyau N112	16,9	50	1,17	0,6	Tuyau T91	6,7	90	1,59	0,25
Tuyau T118	63,4	50	0,2	0,1	Tuyau T92	55,9	63	0,49	0,16
Tuyau T119	13,3	50	0,9	0,46	Tuyau T93	30,67	63	-0,08	0,03
Tuyau T120	50	110	10,04	1,06	Tuyau T44	49,43	63	-0,08	0,03
Tuyau T121	58,5	50	0,75	0,38	Tuyau T48	20,25	63	0,62	0,2
Tuyau T122	84,5	50	0,51	0,26	Tuyau T50	23	63	0,71	0,23
Tuyau T123	75,8	50	0,17	0,09	Tuyau T94	39	40	0,27	0,21
Tuyau T124	32,42	110	9,78	1,03	Tuyau T95	29	90	4,35	0,68
Tuyau T128	30,35	40	0,12	0,1	Tuyau T96	42	63	1,1	0,35
Tuyau T136	30,7	50	0,37	0,19	Tuyau T97	5,35	160	5,47	0,27
Tuyau T137	41	40	0,63	0,5	Tuyau T98	49,5	160	6,02	0,3
Tuyau T138	30,6	40	-0,33	0,26	Tuyau T99	72,45	110	11,36	1,2
Tuyau T141	8,7	110	8,62	0,91	Tuyau T100	113,77	160	0,48	0,02
Tuyau T142	56,1	50	1,08	0,55	Tuyau T101	156,23	160	1,14	0,06
Tuyau T143	14	50	1,02	0,52	Tuyau T102	100	200	39,6	1,26
Tuyau T144	25,3	110	7,51	0,79	Tuyau T103	9,5	90	1,78	0,28
Tuyau T145	26,45	110	7,41	0,78	Tuyau T104	100	90	1,74	0,27
Tuyau T146	23	50	-0,36	0,18	Tuyau T105	180	90	1,32	0,21
Tuyau T147	49,73	110	7,65	0,8	Tuyau T106	134	90	0,56	0,09
Tuyau T148	34,7	40	0,18	0,14	Tuyau T107	32,87	40	-0,07	0,05
Tuyau T149	35,4	40	0,03	0,03	Tuyau T108	59,63	40	0,71	0,56
Tuyau T150	21,56	110	7,26	0,76	Tuyau T109	130,6	200	39,18	1,25
Tuyau T151	55,72	50	0,42	0,21	Tuyau T110	33,8	50	0,28	0,14
Tuyau T152	71,28	50	-0,57	0,29	Tuyau T111	18,7	50	0,46	0,23
Tuyau T153	24,38	110	6,75	0,71	Tuyau T114	100	90	4,85	0,76
Tuyau T154	35,7	50	0,74	0,38	Tuyau T117	8,63	110	9,36	0,98
Tuyau T155	60,9	50	0,59	0,3	Tuyau T125	56	110	8,95	0,94
Tuyau T161	34	50	-0,55	0,28	Tuyau T17	59,71	63	1,6	0,51

Tuyau T162	85	50	-0,69	0,35	Tuyau T29	156,93	63	0,09	0,03
Tuyau T163	13,47	90	5,18	0,81	Tuyau T30	88,13	63	0,1	0,03
Tuyau T164	20,48	50	0,81	0,41	Tuyau T31	20,47	63	-0,29	0,09
Tuyau T165	27,42	50	0,73	0,37	Tuyau T33	23,95	63	-0,36	0,12
Tuyau T166	56,91	90	4,31	0,68	Tuyau T34	26	63	0,28	0,09
Tuyau T169	31,7	90	4,23	0,67	Tuyau T49	27,83	63	0,32	0,1
Tuyau T171	29,2	63	1,41	0,45	Tuyau T53	24,71	63	0,25	0,08
Tuyau T172	84	63	0,55	0,18	Tuyau T68	24,77	63	0,16	0,05
Tuyau T173	30	63	0,49	0,16	Tuyau T69	36,38	63	0,06	0,02
Tuyau T174	85	40	0,17	0,13	Tuyau T126	32,83	63	-0,39	0,12
Tuyau T175	11,4	63	0,2	0,06	Tuyau T127	37,37	63	-0,14	0,04
Tuyau T177	31,9	40	0,23	0,18	Tuyau T129	15,03	63	-0,4	0,13
Tuyau T178	8,5	90	2,49	0,39	Tuyau T130	27,19	63	0,36	0,12
Tuyau T182	39,5	63	0,27	0,09	Tuyau T131	45,57	63	-0,14	0,05
Tuyau T183	20	26	0,06	0,12	Tuyau T132	34,92	63	0,21	0,07
Tuyau T187	32,42	90	1,42	0,22	Tuyau T133	49,07	63	-0,19	0,06
Tuyau T188	54	63	0,19	0,06	Tuyau T134	45,57	63	0,61	0,2
Tuyau T189	50,78	50	1,1	0,56	Tuyau T135	17,14	63	0,6	0,19
Tuyau T190	47	50	0,43	0,22	Tuyau T139	17,65	63	0,13	0,04
Tuyau T197	98,5	90	5,16	0,81	Tuyau T140	54,8	63	0,08	0,02
Tuyau T198	144	50	0,6	0,31	Tuyau T156	24,56	63	0,22	0,07
Tuyau T3	209	90	4,15	0,65	Tuyau T157	5	63	0,11	0,04
Tuyau T6	20	63	-0,05	0,02	Tuyau T158	19,85	63	0	0
Tuyau T10	20	63	0,45	0,14	Tuyau T159	40,71	63	0,25	0,08
Tuyau T1	191	63	-0,79	0,25	Tuyau T160	25,65	63	-0,66	0,21
Tuyau T11	17,44	50	-0,39	0,2	Tuyau T167	7	40	0,04	0,03
Tuyau T20	191,7	160	16,25	0,81	Tuyau T168	36,32	63	-0,25	0,08
Tuyau T21	82,88	160	15,44	0,77	Tuyau T170	16,44	26	0,02	0,04
Tuyau T19	21	40	0,11	0,09	Tuyau T176	30,08	50	0,23	0,12
Tuyau T22	35,8	50	-0,1	0,05	Tuyau T179	40,13	40	-0,09	0,07
Tuyau T26	7,5	160	14,28	0,71	Tuyau T180	10,7	50	-0,25	0,13
Tuyau T27	164,5	160	17,73	0,88	Tuyau T181	74,45	63	-0,15	0,05
Tuyau T25	144	200	18,7	0,6	Tuyau T184	25,04	40	-0,19	0,15
Tuyau T35	75	90	3,26	0,51	Tuyau T185	26,33	50	0,34	0,17
Tuyau T4	36,3	50	0,15	0,08	Tuyau T186	41,56	50	0,61	0,31
Tuyau T5	48,22	63	0,46	0,15	Tuyau T191	42,39	50	-1,05	0,54
Tuyau T32	36,5	50	0,16	0,08	Tuyau T192	42,52	50	-0,62	0,32

Tuyau T37	56,48	63	1,06	0,34	Tuyau T193	62,85	50	-0,75	0,38
Tuyau T38	46,5	50	-0,47	0,24	Tuyau T194	11,18	50	-0,98	0,5
Tuyau T40	25	40	0,1	0,08	Tuyau T195	30,57	40	-0,12	0,09
Tuyau T42	77,8	63	0,33	0,11	Tuyau T196	81,41	40	-0,45	0,36
Tuyau T45	26	63	0,47	0,15	Tuyau T199	62,78	40	-0,26	0,21
Tuyau T205	37,4	50	0,92	0,47	Tuyau T200	62,57	50	0,15	0,08
Tuyau T206	37,64	50	0,85	0,43	Tuyau T201	23,61	40	-0,46	0,36
Tuyau T207	34,5	50	0,84	0,43	Tuyau T202	39,5	50	0,25	0,13
Tuyau T208	19,88	40	-0,21	0,17	Tuyau T203	19,81	50	0,53	0,27
Tuyau T209	22,64	50	0,87	0,44	Tuyau T204	49,28	50	0,43	0,22
Tuyau T210	22,08	40	-0,13	0,1					

V.3.1. Discussion sur les résultats de 2^{ème} variant :

Après la mise en place du maillage du réseau, nous avons obtenu les résultats suivants :

Après l'implémentation du maillage du réseau, voici les résultats obtenus :

- Nous avons constaté une faible variation des vitesses dans la plupart des sections à l'exception de quelques-unes.
- Les pressions étaient positives, acceptables et adaptées aux conditions de flux, variant entre 14.76 m et 30.29 m.
- La longueur du nouveau réseau a augmenté pour atteindre 12,620.35 mètres, ce qui représente une augmentation de 2,062.44 mètres. Cette extension entraîne des coûts supplémentaires.
- Il est nécessaire de continuer à examiner comment améliorer les vitesses et réduire les disparités de diamètres dans les sections où certaines vitesses sont restées très faibles, atteignant par endroits 0.01 m/s, afin de garantir un débit d'eau durable et efficace à chaque point du réseau.

V.4. 3^{ème} variante : Alimentation séparée

- Dans cette variante, nous tentons d'étudier les conditions d'écoulement lorsque l'alimentation se fait directement depuis le réservoir à travers des conduites d'alimentation pour chaque quartier. Cette approche vise à comprendre l'impact de ce mode d'alimentation sur le flux et la pression de l'eau à l'intérieur de chaque quartier individuellement, ce qui peut améliorer l'efficacité de la distribution et déterminer les besoins en eau spécifiques à chaque zone.
- Après l'étude de cette variante dans le logiciel de la modélisation de l'AEP EPANET les résultats sont présents dans les tableaux suivant :

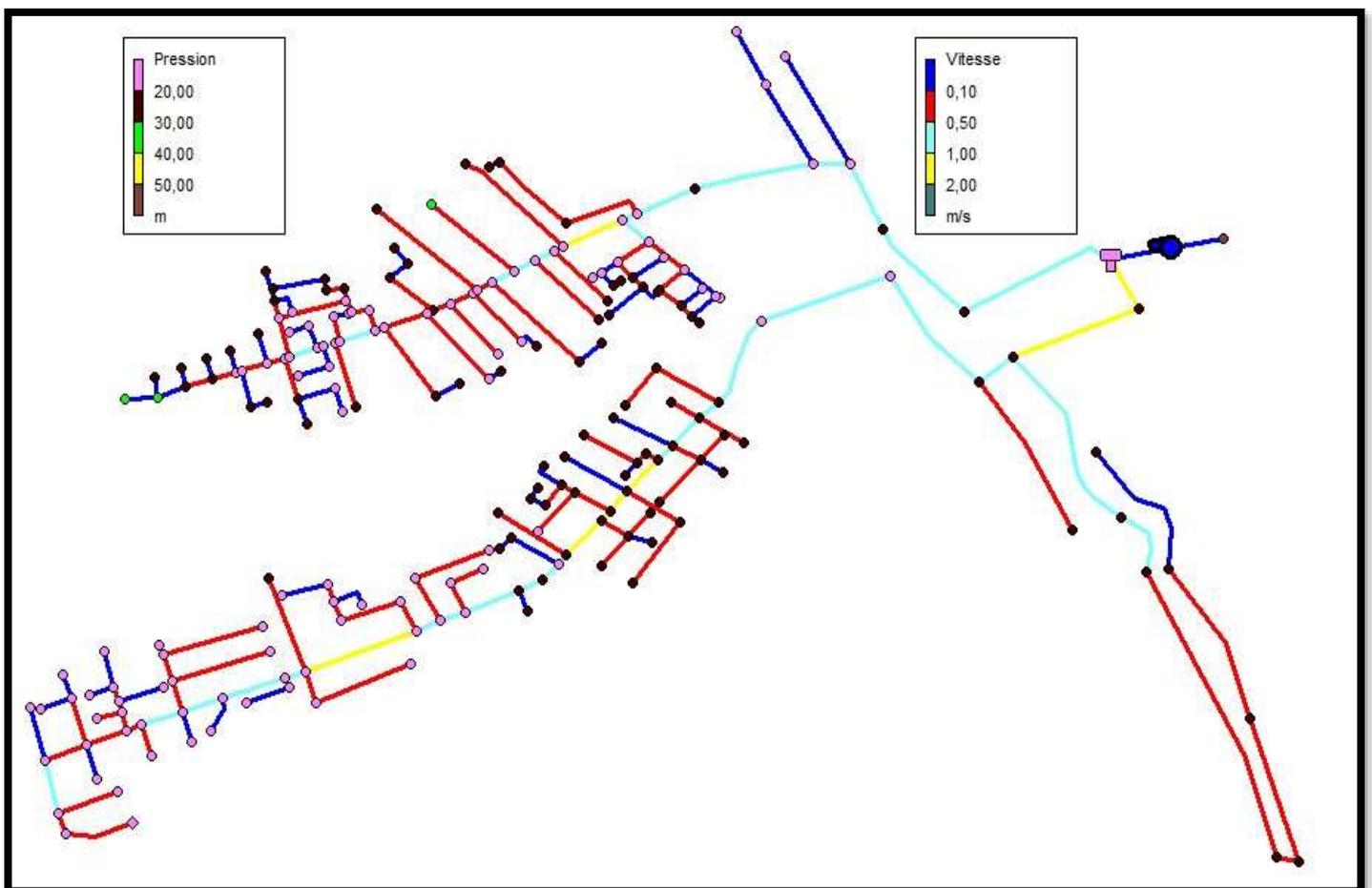


Figure V.3. Schéma de réseaux alimentation séparée

- Nous remarquons après avoir effectué la simulation ce qui suit : pour la vitesse, la valeur minimale est de 0,01m/s et la valeur maximale est de 1,40 m/s.
- Quant à la pression, elle varie entre 14 et 32 m.

Tableau V.5. Le résultat des Nœud

ID Nœud	Altitude	Demande	Charge	Pression	ID Nœud	Altitude	Demande	Charge	Pression
N1	556	0,12	587,81	31,81	N102	568	0,35	587,91	19,91
N2	557	0,12	587,81	30,81	N103	567	0,317	587,7	20,7
N3	558	0,071	587,81	29,81	N104	561	0,2577	587,66	26,66
N4	561	0,11	587,82	26,82	N105	568	0,14	587,8	19,8
N5	563	0,074	587,82	24,82	N106	566	0,23	587,77	21,77
N6	565	0,1	587,84	22,84	N107	566	0,2087	587,78	21,78
N7	566	0,077	587,84	21,84	N108	566	0,1817	587,66	21,66
N8	568	0,0896	587,86	19,86	N109	561	0,1615	587,64	26,64
N9	567	0,082	587,86	20,86	N111	564	0,103	587,54	23,54
N10	568	0,094	587,87	19,87	N112	565	0,294	587,61	22,61
N11	565	0,21	587,86	22,86	N113	565	0,0646	587,58	22,58
N12	567	0,046	587,86	20,86	N114	565	0,071	587,56	22,56
N13	569	0,083	587,95	18,95	N115	565	0,031	587,56	22,56
N14	565	0,118	587,94	22,94	N116	562	0,268	587,52	25,52
N15	569	0,028	588,03	19,03	N117	565	0,211	586,79	21,79
N16	567	0,222	587,99	20,99	N118	563	0,1762	586,77	23,77
N18	568	0,17	587,98	19,98	N119	565	0,247	586,61	21,61
N19	568	0,098	587,98	19,98	N120	564	0,3571	586,51	22,51
N20	570	0,112	588,04	18,04	N121	566	0,137	586,34	20,34
N39	569	0,236	587,87	18,87	N122	565	0,143	586,14	21,14
N43	564	0,21	587,84	23,84	N124	565	0,073	586,11	21,11
N37	567	0,0855	588,32	21,32	N125	565	0,128	586,05	21,05
N36	568	0,097	588,32	20,32	N134	564	0,349	585,56	21,56
N35	566	0,17	588,34	22,34	N133	566	0,2366	585,66	19,66
N30	570	0,165	588,17	18,17	N128	566	0,036	586,24	20,24
N33	569	0,177	588,39	19,39	N129	566	0,13	586,17	20,17
N22	571	0,166	588,13	17,13	N130	566	0,13	586,15	20,15
N21	571	0,027	588,14	17,14	N131	565	0,173	586,13	21,13
N24	571	0,063	588,17	17,17	N132	565	0,09	586,17	21,17
N25	570	0,12	588,17	18,17	N135	566	0,037	585,58	19,58
N26	569	0,0845	588,16	19,16	N136	565	0,059	585,57	20,57
N27	571	0,016	588,24	17,24	N137	565	0,03254	585,57	20,57
N28	567	0,38	588,2	21,2	N138	565	0,106	585,35	20,35
N29	571	0,16	588,25	17,25	N139	565	0,111	585,12	20,12
N32	571	0,0226	588,46	17,46	140	564	0,097	585,12	21,12
N44	571	0,21	588,46	17,46	N141	566	0,21	584,7	18,7
N45	563	0,39	588,4	25,4	N142	566	0,1466	584,61	18,61

N46	565	0,0887	588,4	23,4	N143	566	0,149	584,59	18,59
N53	562	0,14	588,42	26,42	N144	566	0,0911	584,54	18,54
N52	565	0,107	588,42	23,42	N145	565	0,235	584,4	19,4
N51	563	0,327	588,43	25,43	N208	565	0,301	584,34	19,34
N50	566	0,097	588,5	22,5	N146	566	0,105	584,38	18,38
N47	571	0,026	588,49	17,49	N147	566	0,151	584,17	18,17
N48	571	0,45	588,41	17,41	N148	567	0,257	583,92	16,92
N49	565	0,063	588,41	23,41	N154	563	0,422	582,86	19,86
N54	571	0,118	588,52	17,52	N153	567	0,422	583,02	16,02
N55	569	0,377	588,48	19,48	N155	566	0,1437	582,95	16,95
N56	572	0,014	588,55	16,55	N156	566	0,359	582,84	16,84
N57	569	0,38	588,49	19,49	N157	567	0,057	582,9	15,9
N58	568	0,0887	588,49	20,49	N158	566	0,086	582,89	16,89
N59	572	0,087	588,56	16,56	N159	567	0,1158	582,89	15,89
N60	560	0,77	588,28	28,28	N160	568	0,24	582,45	14,45
N61	571	0,11	588,59	17,59	N161	567	0,117	582,44	15,44
N62	563	0,58	588,38	25,38	N162	568	0,134	582,23	14,23
N63	563	0,186	588,37	25,37	N163	566	0,15	582,22	16,22
N64	572	0,4106	588,63	16,63	N164	568	0,123	582,16	14,16
N65	557	0,67	588,44	31,44	N165	567	0,359	582,12	15,12
N68	571	0,014	588,74	17,74	N166	567	0,126	582,13	15,13
N69	565	0,407	588,7	23,7	N167	566	0,359	581,83	15,83
N70	571	0,3	588,75	17,75	N168	567	0,048	582,13	15,13
N71	561	0,807	588,44	27,44	N169	567	0,15	582,1	15,1
N72	571	0,032	590,14	19,14	N170	567	0,1348	582,08	15,08
N75	561	0,608	590,12	29,12	N171	567	0,12778	582,07	15,07
N76	563	0,055	590,12	27,12	N172	567	0,1067	582,04	15,04
N77	571	0,221	589,39	18,39	N175	568	0,151	582,03	14,03
N78	571	0,2	589,23	18,23	N173	567	0,0845	582	15
N79	570	0,1	589,22	19,22	N176	567	0,065	582,04	15,04
N80	570	0,039	589,22	19,22	N177	567	0,0887	582,03	15,03
N81	568	0,092	589,22	21,22	N178	566	0,167	582,03	16,03
N82	568	0,04	589,22	21,22	N179	567	0,133	582,02	15,02
N83	569	0,116	589,19	20,19	N180	566	0,139	582,02	16,02
N85	567	0,1	589,18	22,18	N183	567	0,123	581,99	14,99
N 87	565	0,247	589,17	24,17	N184	566	0,137	581,99	15,99

N88	571	0,24	589,21	18,21	N185	566	0,228	581,98	15,98
N89	568	0,156	589,16	21,16	N186	566	0,21	581,54	15,54
N90	568	0,12	589,08	21,08	N187	566	0,198	581,52	15,52
N95	570	0,203	589,2	19,2	N188	565	0,08	581,47	16,47
N92	569	0,075	589,06	20,06	N189	565	0,184	581,35	16,35
N94	569	0,068	589,06	20,06	N195	568	0,614	591,86	23,86
N96	570	0,695	590,46	20,46	N196	568	0,416	590,57	22,57
N97	574	0,17	591,28	17,28	N197	568	0,601	591,77	23,77
N99	574	0,48	591,28	17,28	N191	562	0,8	589,7	27,7
N193	573	0,552	591,36	18,36	N204	560	0,56	587,96	27,96
N192	573	0,892	591,36	18,36	N198	562	0,883	589,36	27,36
N100	572	0,7645	589,04	17,04	N199	562	0,317	589,08	27,08
N67	566	0,456	588,62	22,62	N200	567	1,166	588,23	21,23
N34	569	0,042	588,37	19,37	N201	567	0,04	588,22	21,22
N98	573	0,66	591,28	18,28	N202	566	0,42	588,11	22,11
N190	566	0,888	590,01	24,01	N203	561	0,76	587,98	26,98
N181	566	0,2	581,99	15,99	N17	566	0,084	587,99	21,99
N182	566	0,119	581,98	15,98	N73	571	0,262	590,17	19,17
N149	566	0,0845	583,88	17,88	N74	569	0,227	590,15	21,15
N150	566	0,168	583,87	17,87	N101	572	0,81	588,23	16,23
N127	563	0,047	586,04	23,04	N174	567	0,017	582,04	15,04
205	567	0,139	587,52	20,52	N194	570	0,422	591,64	21,64
N110	566	0,15	587,54	21,54	N93	570	0,153	589,05	19,05
N206	565	0,252	587,43	22,43	N91	570	0,154	589,07	19,07
N87	568	0,068	589,18	21,18	N84	572	0,196	589,17	17,17
N152	567	0,162	583,87	16,87	N31	569	0,1	588,16	19,16
N38	566	0,24	588,31	22,31	N40	568	0,33	587,84	19,84
N123	567	0,2658	586,01	19,01	N23	570	0,11	588,13	18,13
N126	565	0,077	586,04	21,04	N42	569	0,24	587,83	18,83
N209	563	0,134	586,1	23,1	N41	567	0,123	587,84	20,84
N151	565	0,0422	583,88	18,88	N66	572	0,111	588,68	16,68

Tableau V.6. Le résultat des conduites

Conduit	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Conduit	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse
Tuyau 2	16,8	63	0,07	0,02	Tuyau T65	18,45	40	0,12	0,1
Tuyau 4	17,7	60	0,07	0,03	Tuyau T66	31,76	50	0,13	0,07
Tuyau 6	18,2	63	0,08	0,02	Tuyau T72	27,7	40	0,12	0,09
Tuyau 8	19,5	63	0,08	0,03	Tuyau T76	25,26	63	0,68	0,22
Tuyau 10	50	63	0,26	0,08	Tuyau T77	4	63	0,49	0,16
Tuyau 11	10,9	63	0,05	0,01	Tuyau T78	15,44	63	0,32	0,1
Tuyau 13	27,9	63	0,12	0,04	Tuyau T85	43,52	50	0,59	0,3
Tuyau 15	52,6	63	0,57	0,18	Tuyau T7	108	63	0,46	0,15
Tuyau 17	40	63	0,27	0,09	Tuyau T8	26,42	160	11,73	0,58
Tuyau 18	23,3	63	0,1	0,03	Tuyau T9	25	160	11,16	0,56
Tuyau 22	39,4	63	-0,28	0,09	Tuyau T16	26,4	160	10,08	0,5
Tuyau 23	26,6	90	3,25	0,51	Tuyau T18	10	63	0,63	0,2
Tuyau 35	3,86	90	1,75	0,27	Tuyau T23	40,29	63	0,59	0,19
Tuyau 36	15	90	3,82	0,6	Tuyau T24	21	63	0,09	0,03
Tuyau 37	6,4	90	3,55	0,56	Tuyau T39	144	90	0,66	0,1
Tuyau 38	29,4	63	0,2	0,07	Tuyau T41	62	160	17,03	0,85
Tuyau 39	100	200	-2,47	0,08	Tuyau T14	35,5	90	3,25	0,51
Tuyau 40	90,3	63	0,38	0,12	Tuyau T15	35,6	50	0,15	0,08
Tuyau 45	93	63	0,48	0,15	Tuyau T43	31,5	90	2,16	0,34
Tuyau 46	21	63	0,09	0,03	Tuyau T46	32,9	63	0,14	0,04
Tuyau 48	108	63	0,51	0,16	Tuyau T54	210,23	160	-16,99	0,85
Tuyau 49	15	63	0,06	0,02	Tuyau T55	188,77	63	0,8	0,26
Tuyau 51	77,5	63	0,57	0,18	Tuyau T2	53,85	90	0,89	0,14
Tuyau 52	25,5	63	0,25	0,08	Tuyau T28	47,59	63	0,44	0,14
Tuyau 53	33	63	0,14	0,04	Tuyau T47	29,21	63	0,12	0,04
Tuyau 55	89,3	63	0,38	0,12	Tuyau T56	28,2	40	0,12	0,09

Tuyau 57	90	63	0,47	0,15	Tuyau T58	20	50	0,46	0,23
Tuyau 61	183	63	0,77	0,25	Tuyau T59	10	50	0,2	0,1
Tuyau 64	159	63	0,67	0,21	Tuyau T61	39,8	50	0,17	0,09
Tuyau 65	138	63	0,77	0,25	Tuyau T67	11,1	40	0,05	0,04
Tuyau 66	44	63	0,19	0,06	Tuyau T70	35,6	50	0,64	0,33
Tuyau 70	96,4	63	0,41	0,13	Tuyau T71	24,4	50	0,1	0,05
Tuyau N76	13,15	90	0,05	0,01	Tuyau T73	6,28	160	6,7	0,33
Tuyau 78	52,3	63	2,59	0,83	Tuyau T74	23	160	7,37	0,37
Tuyau 79	47,35	63	1,2	0,38	Tuyau T75	28	160	7,87	0,39
Tuyau 80	23,7	63	0,27	0,09	Tuyau T79	3,5	160	8,35	0,42
Tuyau 81	9,25	63	0,04	0,01	Tuyau T80	20,6	160	9,21	0,46
Tuyau 82	21,8	63	0,13	0,04	Tuyau T81	3,5	160	12,15	0,6
Tuyau 83	9,5	63	0,04	0,01	Tuyau T82	16,3	63	0,07	0,02
Tuyau 84	27,6	63	0,73	0,23	Tuyau T83	38,4	50	0,16	0,08
Tuyau 87	22,9	63	0,41	0,13	Tuyau T84	99,8	50	0,42	0,21
Tuyau 88	58,4	63	0,25	0,08	Tuyau T86	101,9	200	21,52	0,68
Tuyau 91	29,35	50	0,57	0,29	Tuyau T87	276	90	2,95	0,46
Tuyau 94	37,1	63	0,73	0,23	Tuyau T12	28,5	63	0,12	0,04
Tuyau 98	17,95	50	-0,3	0,15	Tuyau T13	28,3	63	0,31	0,1
Tuyau 99	16,1	50	0,07	0,03	Tuyau T36	26,43	63	0,5	0,16
Tuyau 103	40,5	200	-19,04	0,61	Tuyau T62	24,4	63	0,67	0,22
Tuyau 104	211	200	0,89	0,03	Tuyau T88	2,65	63	0,84	0,27
Tuyau 107	75	50	0,57	0,29	Tuyau T89	22,4	63	1,19	0,38
Tuyau 108	61	50	0,26	0,13	Tuyau T90	19,76	63	1,39	0,45
Tuyau 109	33,25	160	14,49	0,72	Tuyau T91	6,7	90	2	0,31
Tuyau 110	49,4	50	0,21	0,11	Tuyau T92	55,9	63	1,14	0,37
Tuyau T112	43	160	13,92	0,69	Tuyau T93	30,67	63	0,57	0,18
Tuyau T113	69,5	50	0,16	0,08	Tuyau T44	49,43	63	0,21	0,07
Tuyau T115	20	160	12,93	0,64	Tuyau T48	20,25	63	0,33	0,1

Tuyau T116	15,3	50	0,43	0,22	Tuyau T50	23	63	0,42	0,14
Tuyau N112	16,9	50	0,37	0,19	Tuyau T94	39	40	0,27	0,21
Tuyau T118	63,4	50	0,27	0,14	Tuyau T95	29	90	4,64	0,73
Tuyau T119	13,3	50	0,03	0,02	Tuyau T96	42	63	0,81	0,26
Tuyau T120	50	110	12,2	1,28	Tuyau T97	5,35	160	5,47	0,27
Tuyau T121	58,5	50	0,6	0,31	Tuyau T98	49,5	160	6,16	0,31
Tuyau T122	84,5	50	0,36	0,18	Tuyau T99	72,45	110	13,26	1,4
Tuyau T123	75,8	50	0,18	0,09	Tuyau T100	113,77	160	0,48	0,02
Tuyau T124	32,42	110	11,21	1,18	Tuyau T101	156,23	160	1,14	0,06
Tuyau T128	30,35	40	0,25	0,2	Tuyau T102	100	200	20,9	0,67
Tuyau T136	30,7	50	0,52	0,27	Tuyau T103	9,5	90	1,78	0,28
Tuyau T137	41	40	0,17	0,14	Tuyau T104	100	90	1,74	0,27
Tuyau T138	30,6	40	0,13	0,1	Tuyau T105	180	90	1,32	0,21
Tuyau T141	8,7	110	9,06	0,95	Tuyau T106	134	90	0,56	0,09
Tuyau T142	56,1	50	0,09	0,05	Tuyau T107	32,87	40	0,14	0,11
Tuyau T143	14	50	0,03	0,02	Tuyau T108	59,63	40	0,25	0,2
Tuyau T144	25,3	110	8,93	0,94	Tuyau T109	130,6	200	20,48	0,65
Tuyau T145	26,45	110	8,82	0,93	Tuyau T110	33,8	50	0,87	0,44
Tuyau T146	23	50	0,1	0,05	Tuyau T111	18,7	50	0,67	0,34
Tuyau T147	49,73	110	8,62	0,91	Tuyau T114	100	90	6,51	1,02
Tuyau T148	34,7	40	0,3	0,24	Tuyau T117	8,63	110	10,2	1,07
Tuyau T149	35,4	40	0,15	0,12	Tuyau T125	56	110	9,64	1,01
Tuyau T150	21,56	110	8,11	0,85	Tuyau T17	37	160	23,84	1,19
Tuyau T151	55,72	50	0,54	0,27	Tuyau T25	100	160	18,68	0,93
Tuyau T152	71,28	50	0,3	0,15	Tuyau T4	36,3	50	0,15	0,08

Tuyau T153	24,38	110	7,48	0,79	Tuyau T5	48,22	63	0,2	0,07
Tuyau T154	35,7	50	0,86	0,44	Tuyau T32	36,5	50	0,15	0,08
Tuyau T155	60,9	50	0,71	0,36	Tuyau T37	56,48	63	1,17	0,38
Tuyau T161	34	50	0,5	0,26	Tuyau T38	46,5	50	0,2	0,1
Tuyau T162	85	50	0,36	0,18	Tuyau T40	25	40	0,1	0,08
Tuyau T177	31,9	40	0,13	0,11	Tuyau T20	191,7	160	16,23	0,81
Tuyau T178	8,5	90	2,97	0,47	Tuyau T21	82,88	160	15,42	0,77
Tuyau T182	39,5	63	0,17	0,05	Tuyau T19	21	40	0,09	0,07
Tuyau T183	20	26	0,08	0,16	Tuyau T22	35,8	50	0,15	0,08
Tuyau T187	32,42	90	1,45	0,23	Tuyau T26	7,5	160	15,88	0,79
Tuyau T188	54	63	0,23	0,07	Tuyau T27	164,5	160	17,73	0,88
Tuyau T189	50,78	50	1,08	0,55	Tuyau T35	75	90	3,26	0,51
Tuyau T163	13,47	90	5,17	0,81	Tuyau T42	77,8	63	0,33	0,11
Tuyau T164	20,48	50	0,2	0,1	Tuyau T45	26	63	0,11	0,04
Tuyau T165	27,42	50	0,12	0,06	Tuyau T51	56,46	63	0,24	0,08
Tuyau T166	56,91	90	4,91	0,77	Tuyau T52	56,7	63	0,24	0,08
Tuyau T169	31,7	90	4,55	0,72	Tuyau T57	54,5	50	0,23	0,12
Tuyau T171	29,2	63	1,01	0,33	Tuyau T60	21,3	50	0,09	0,05
Tuyau T172	84	63	0,36	0,12	Tuyau T63	62,9	40	0,27	0,21
Tuyau T173	30	63	0,53	0,17	Tuyau T64	82,7	50	0,35	0,18
Tuyau T174	85	40	0,36	0,29	Tuyau T1	191	63	0,81	0,26
Tuyau T175	11,4	63	0,05	0,02	Tuyau T11	17,44	50	0,46	0,23
Tuyau T190	47	50	0,2	0,1	Tuyau T6	20	63	0,08	0,03
Tuyau T198	144	160	-23,24	1,16	Tuyau T10	20	63	0,08	0,03
Tuyau T3	209	90	4,15	0,65					

V.4.1. Discussion sur les résultats de 3^{ème} variant :

Discussion des résultats de la deuxième option : Après avoir étendu le canal directement vers la ville dans le réseau, nous avons obtenu les résultats suivants :

- Les vitesses et les pressions n'ont pas changé de manière significative (changement minime, ne dépassant pas 1 mètre en pression et sans changement de vitesse).
- Les pressions étaient positives, acceptables et adaptées aux conditions d'écoulement.
- Le canal nécessite des travaux d'excavation sur la route nationale 1, entraînant ainsi des coûts supplémentaires.
- Aucun effet positif n'a été constaté dans ce choix avec des coûts supplémentaires

V.5. 4^{ème} variante : raccordement de nouveau réservoir

On a essayé le raccordement de nouveau réservoir

Après l'étude de cette variante dans le logiciel de la modélisation de l'AEP EPANET les résultats sont présents dans les tableaux suivant :

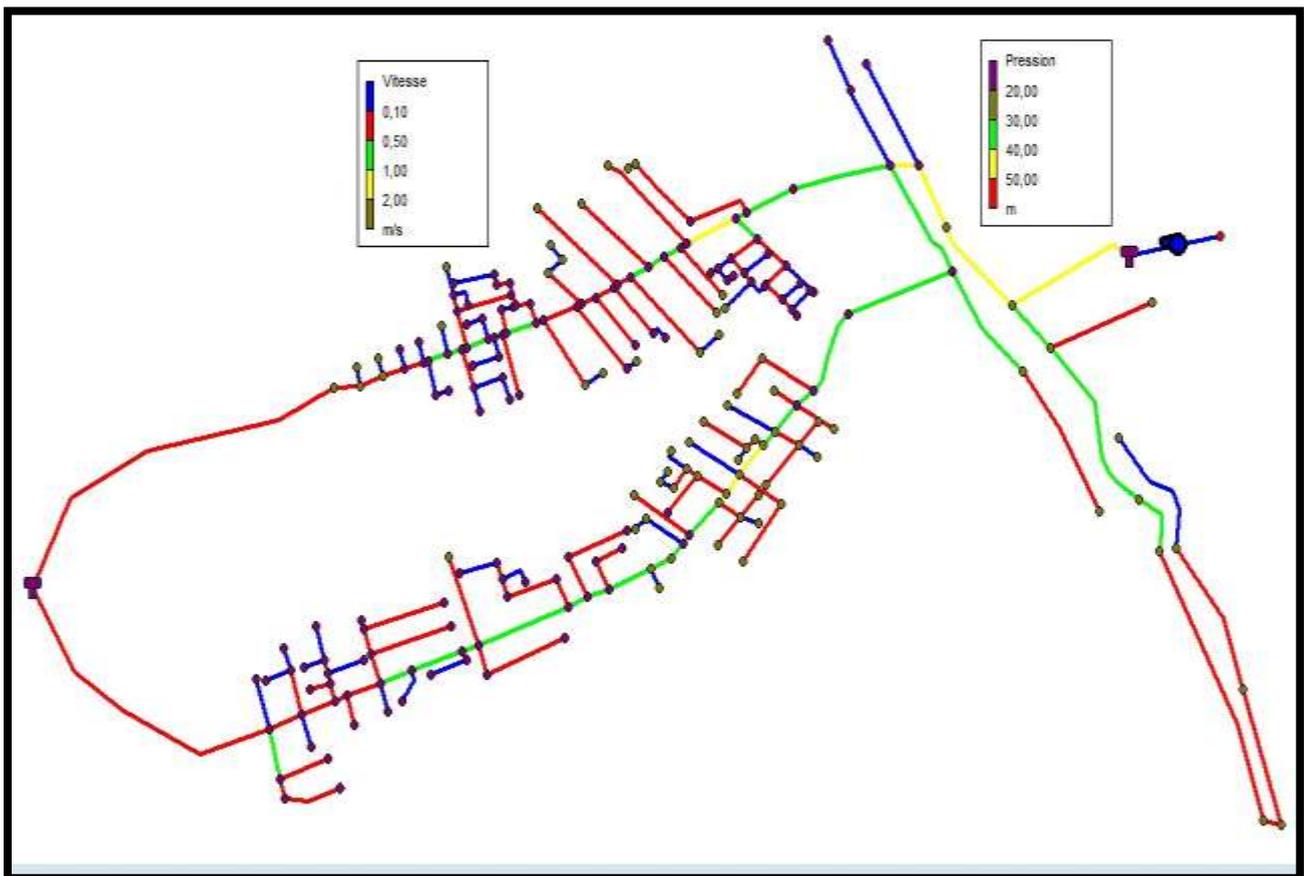


Figure V.4. schéma de réseaux raccordement de nouveau réservoir

Tableau V.7. Les résultats des Nœud

ID Nœud	Altitude	Demande	Charge	Pression	ID Nœud	Altitude	Demande	Charge	Pression
N1	556	0,12	584,57	28,57	N124	565	0,073	586,02	21,02
N2	557	0,12	584,63	27,63	N125	565	0,128	585,96	20,96
N3	558	0,071	584,63	26,63	N134	564	0,349	585,53	21,53
N4	561	0,11	584,71	23,71	N133	566	0,2366	585,62	19,62
N5	563	0,074	584,71	21,71	N128	566	0,036	586,16	20,16
N6	565	0,1	584,81	19,81	N129	566	0,13	586,09	20,09
N7	566	0,077	584,81	18,81	N130	566	0,13	586,07	20,07
N8	568	0,0896	584,93	16,93	N131	565	0,173	586,05	21,05
N9	567	0,082	584,93	17,93	N132	565	0,09	586,09	21,09
N10	568	0,094	584,94	16,94	N135	566	0,037	585,55	19,55
N11	565	0,21	584,93	19,93	N136	565	0,059	585,54	20,54
N12	567	0,046	584,93	17,93	N137	565	0,03254	585,54	20,54
N13	569	0,083	585,13	16,13	N138	565	0,106	585,34	20,34
N14	565	0,118	585,13	20,13	N139	565	0,111	585,13	20,13
N15	569	0,028	585,33	16,33	140	564	0,097	585,12	21,12
N16	567	0,222	585,29	18,29	N141	566	0,21	584,74	18,74
N18	568	0,17	585,28	17,28	N142	566	0,1466	584,66	18,66
N19	568	0,098	585,28	17,28	N143	566	0,149	584,63	18,63
N20	570	0,112	585,35	15,35	N144	566	0,0911	584,6	18,6
N39	569	0,236	585,18	16,18	N145	565	0,235	584,46	19,46
N43	564	0,21	585,14	21,14	N208	565	0,301	584,4	19,4
N37	567	0,0855	585,79	18,79	N146	566	0,105	584,45	18,45
N36	568	0,097	585,8	17,8	N147	566	0,151	584,24	18,24
N35	566	0,17	585,81	19,81	N148	567	0,257	583,99	16,99
N30	570	0,165	585,57	15,57	N154	563	0,422	583,08	20,08
N33	569	0,177	585,86	16,86	N153	567	0,422	583,24	16,24
N22	571	0,166	585,49	14,49	N155	566	0,1437	583,17	17,17
N21	571	0,027	585,5	14,5	N156	566	0,359	583,07	17,07
N24	571	0,063	585,54	14,54	N157	567	0,057	583,14	16,14
N25	570	0,12	585,53	15,53	N158	566	0,086	583,13	17,13
N26	569	0,0845	585,53	16,53	N159	567	0,1158	583,13	16,13
N27	571	0,016	585,64	14,64	N160	568	0,24	582,75	14,75
N28	567	0,38	585,6	18,6	N161	567	0,117	582,74	15,74
N29	571	0,16	585,65	14,65	N162	568	0,134	582,57	14,57

N32	571	0,0226	585,93	14,93	N163	566	0,15	582,56	16,56
N44	571	0,21	585,93	14,93	N164	568	0,123	582,5	14,5
N45	563	0,39	585,87	22,87	N165	567	0,359	582,46	15,46
N46	565	0,0887	585,87	20,87	N166	567	0,126	582,47	15,47
N53	562	0,14	585,9	23,9	N167	566	0,359	582,17	16,17
N52	565	0,107	585,91	20,9	N168	567	0,048	582,47	15,47
N51	563	0,327	585,91	22,91	N169	567	0,15	582,47	15,47
N50	566	0,097	585,98	19,98	N170	567	0,1348	582,45	15,45
N47	571	0,026	585,97	14,97	N171	567	0,12778	582,45	15,45
N48	571	0,45	585,89	14,89	N172	567	0,1067	582,42	15,42
N49	565	0,063	585,89	20,89	N175	568	0,151	582,4	14,4
N54	571	0,118	586,01	15,01	N173	567	0,0845	582,37	15,37
N55	569	0,377	585,97	16,97	N176	567	0,065	582,41	15,41
N56	572	0,014	586,04	14,04	N177	567	0,0887	582,4	15,4
N57	569	0,38	585,99	16,99	N178	566	0,167	582,4	16,4
N58	568	0,0887	585,99	17,99	N179	567	0,133	582,41	15,41
N59	572	0,087	586,05	14,05	N180	566	0,139	582,41	16,41
N60	560	0,77	585,77	25,77	N183	567	0,123	582,38	15,38
N61	571	0,11	586,08	15,08	184	566	0,137	582,39	16,39
N62	563	0,58	585,87	22,87	N185	566	0,228	582,38	16,38
N63	563	0,186	585,87	22,87	N186	566	0,21	581,94	15,94
N64	572	0,4106	586,13	14,13	N187	566	0,198	581,92	15,92
N65	557	0,67	585,95	28,95	N188	565	0,08	581,87	16,87
N68	571	0,014	586,26	15,26	N189	565	0,184	581,74	16,74
N69	565	0,407	586,22	21,22	N195	568	0,614	591,09	23,09
N70	571	0,3	586,27	15,27	N196	568	0,416	590,23	22,23
N71	561	0,807	585,96	24,96	N197	568	0,601	589,79	21,79
N72	571	0,032	587,82	16,82	N191	562	0,8	587,15	25,15
N75	561	0,608	587,8	26,8	N204	560	0,56	587,62	27,62
N76	563	0,055	587,8	24,8	N198	562	0,883	589,02	27,02
N77	571	0,221	587,07	16,07	N199	562	0,317	588,74	26,74
N78	571	0,2	586,91	15,91	N200	567	1,166	587,89	20,89
N79	570	0,1	586,9	16,9	N201	567	0,04	587,88	20,88
N80	570	0,039	586,9	16,9	N202	566	0,42	587,77	21,77
N81	568	0,092	586,9	18,9	N203	561	0,76	587,64	26,64
N82	568	0,04	586,9	18,9	N17	566	0,084	585,29	19,29
N83	569	0,116	586,87	17,87	N73	571	0,262	587,85	16,85

N85	567	0,1	586,86	19,86	N74	569	0,227	587,83	18,83
N86	565	0,247	586,85	21,85	N101	572	0,81	588,03	16,03
N88	571	0,24	586,89	15,89	N174	567	0,017	582,41	15,41
N89	568	0,156	586,84	18,84	N194	570	0,422	590,32	20,32
N90	568	0,12	586,76	18,76	N93	570	0,153	586,73	16,73
N95	570	0,203	586,88	16,88	N91	570	0,154	586,75	16,75
N92	569	0,075	586,74	17,74	N84	572	0,196	586,85	14,85
N94	569	0,068	586,74	17,74	N31	569	0,1	585,56	16,56
N96	570	0,695	588,17	18,17	N40	568	0,33	585,15	17,15
N97	574	0,17	589,06	15,06	N23	570	0,11	585,49	15,49
N99	574	0,48	589,05	15,05	N42	569	0,24	585,14	16,14
N193	573	0,552	589,34	16,34	N41	567	0,123	585,15	18,15
N192	573	0,892	589,34	16,34	N38	566	0,24	585,78	19,78
N100	572	0,7645	588,81	16,81	N123	567	0,2658	585,92	18,92
N102	568	0,35	587,73	19,73	N126	565	0,077	585,95	20,95
N103	567	0,317	587,52	20,52	N209	563	0,134	586,02	23,02
N104	561	0,2577	587,48	26,48	N151	565	0,0422	583,95	18,95
N105	568	0,14	587,62	19,62	N66	572	0,111	586,19	14,19
N106	566	0,23	587,59	21,59	N67	566	0,456	586,13	20,13
N107	566	0,2087	587,6	21,6	N34	569	0,042	585,85	16,85
N108	566	0,1817	587,49	21,49	N98	573	0,66	589,05	16,05
N109	561	0,1615	587,47	26,47	N190	566	0,888	587,46	21,46
N111	564	0,103	587,37	23,37	N181	566	0,2	582,38	16,38
N112	565	0,294	587,44	22,44	N182	566	0,119	582,37	16,37
N113	565	0,0646	587,42	22,42	N149	566	0,0845	583,96	17,96
N114	565	0,071	587,39	22,39	N150	566	0,168	583,94	17,94
N115	565	0,031	587,39	22,39	N127	563	0,047	585,95	22,95
N116	562	0,268	587,35	25,35	205	567	0,139	587,35	20,35
N117	565	0,211	586,67	21,67	N110	566	0,15	587,37	21,37
N118	563	0,1762	586,65	23,65	N206	565	0,252	587,26	22,26
N119	565	0,247	586,5	21,5	N87	568	0,068	586,86	18,86
N120	564	0,3571	586,4	22,4	N152	567	0,162	583,94	16,94
N121	566	0,137	586,25	20,25	N122	565	0,143	586,05	21,05

Tableau V.8. Les résultats des conduites

Conduit	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Conduit	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse
Tuyau 2	16,8	63	0,07	0,02	Tuyau T198	144	50	0,6	0,31
Tuyau 4	17,7	60	0,07	0,03	Tuyau T3	209	90	4,15	0,65
Tuyau 6	18,2	63	0,08	0,02	Tuyau T6	20	63	0,08	0,03
Tuyau 8	19,5	63	0,08	0,03	Tuyau T10	20	63	0,08	0,03
Tuyau 10	50	63	0,26	0,08	Tuyau T1	191	63	0,81	0,26
Tuyau 11	10,9	63	0,05	0,01	Tuyau T11	17,44	50	0,46	0,23
Tuyau 13	27,9	63	0,12	0,04	Tuyau T20	191,7	160	15,84	0,79
Tuyau 15	52,6	63	0,57	0,18	Tuyau T21	82,88	160	15,03	0,75
Tuyau 17	40	63	0,27	0,09	Tuyau T19	21	40	0,09	0,07
Tuyau 18	23,3	63	0,1	0,03	Tuyau T22	35,8	50	0,15	0,08
Tuyau 22	39,4	63	-0,28	0,09	Tuyau T26	7,5	160	16,65	0,83
Tuyau 23	26,6	90	4,02	0,63	Tuyau T27	164,5	160	18,5	0,92
Tuyau 35	3,86	90	2,06	0,32	Tuyau T25	144	200	18,29	0,58
Tuyau 36	15	90	4,59	0,72	Tuyau T35	75	90	3,26	0,51
Tuyau 37	6,4	90	4,32	0,68	Tuyau T4	36,3	50	0,15	0,08
Tuyau 38	29,4	63	0,2	0,07	Tuyau T5	48,22	63	0,2	0,07
Tuyau 39	100	200	-2,93	0,09	Tuyau T32	36,5	50	0,15	0,08
Tuyau 40	90,3	63	0,38	0,12	Tuyau T37	56,48	63	1,17	0,38
Tuyau 45	93	63	0,48	0,15	Tuyau T38	46,5	50	0,2	0,1
Tuyau 46	21	63	0,09	0,03	Tuyau T40	25	40	0,1	0,08
Tuyau 48	108	63	0,51	0,16	Tuyau T42	77,8	63	0,33	0,11
Tuyau 49	15	63	0,06	0,02	Tuyau T45	26	63	0,11	0,04
Tuyau 51	77,5	63	0,57	0,18	Tuyau T51	56,46	63	0,24	0,08
Tuyau 52	25,5	63	0,25	0,08	Tuyau T52	56,7	63	0,24	0,08
Tuyau 53	33	63	0,14	0,04	Tuyau T57	54,5	50	0,23	0,12
Tuyau 55	89,3	63	0,38	0,12	Tuyau T60	21,3	50	0,09	0,05
Tuyau 57	90	63	0,47	0,15	Tuyau T63	62,9	40	0,27	0,21
Tuyau 61	183	63	0,77	0,25	Tuyau T64	82,7	50	0,35	0,18
Tuyau 64	159	63	0,67	0,21	Tuyau T65	18,45	40	0,12	0,1
Tuyau 65	138	63	0,77	0,25	Tuyau T66	31,76	50	0,13	0,07
Tuyau 66	44	63	0,19	0,06	Tuyau T72	27,7	40	0,12	0,09
Tuyau 70	96,4	63	0,41	0,13	Tuyau T76	25,26	63	0,68	0,22
Tuyau N76	13,15	90	0,05	0,01	Tuyau T77	4	63	0,49	0,16
Tuyau 78	52,3	63	2,59	0,83	Tuyau T78	15,44	63	0,32	0,1
Tuyau 79	47,35	63	1,2	0,38	Tuyau T85	43,52	50	0,6	0,3
Tuyau 80	23,7	63	0,27	0,09	Tuyau T7	108	63	0,46	0,15
Tuyau 81	9,25	63	0,04	0,01	Tuyau T8	26,42	160	12,5	0,62
Tuyau 82	21,8	63	0,13	0,04	Tuyau T9	25	160	11,93	0,59
Tuyau 83	9,5	63	0,04	0,01	Tuyau T16	26,4	160	10,85	0,54
Tuyau 84	27,6	63	0,73	0,23	Tuyau T18	10	63	0,63	0,2
Tuyau 87	22,9	63	0,41	0,13	Tuyau T23	40,29	63	0,59	0,19
Tuyau 88	58,4	63	0,25	0,08	Tuyau T24	21	63	0,09	0,03
Tuyau 91	29,35	50	0,57	0,29	Tuyau T39	144	90	0,66	0,1
Tuyau 94	37,1	63	0,73	0,23	Tuyau T41	62	160	17,8	0,89
Tuyau 98	17,95	50	-0,3	0,15	Tuyau T14	35,5	90	2,86	0,45
Tuyau 99	16,1	50	0,07	0,03	Tuyau T15	35,6	50	0,15	0,08
Tuyau 103	40,5	200	-38,1	1,21	Tuyau T43	31,5	90	1,77	0,28
Tuyau 104	211	200	0,89	0,03	Tuyau T46	32,9	63	0,14	0,04
Tuyau 107	75	50	0,57	0,29	Tuyau T54	210,23	63	1,69	0,54

Tuyau 108	61	50	0,26	0,13	Tuyau T55	188,77	63	0,8	0,26
Tuyau 109	33,25	160	14,1	0,7	Tuyau T2	53,85	90	0,89	0,14
Tuyau 110	49,4	50	0,21	0,11	Tuyau T28	47,59	63	0,44	0,14
Tuyau T112	43	160	13,53	0,67	Tuyau T47	29,21	63	0,12	0,04
Tuyau T113	69,5	50	0,16	0,08	Tuyau T56	28,2	40	0,12	0,09
Tuyau T115	20	160	12,54	0,62	Tuyau T58	20	50	0,46	0,23
Tuyau T116	15,3	50	0,43	0,22	Tuyau T59	10	50	0,2	0,1
Tuyau N112	16,9	50	0,37	0,19	Tuyau T61	39,8	50	0,17	0,09
Tuyau T118	63,4	50	0,27	0,14	Tuyau T67	11,1	40	0,05	0,04
Tuyau T119	13,3	50	0,03	0,02	Tuyau T70	35,6	50	0,64	0,33
Tuyau T120	50	110	11,81	1,24	Tuyau T71	24,4	50	0,1	0,05
Tuyau T121	58,5	50	0,6	0,31	Tuyau T73	6,28	160	7,47	0,37
Tuyau T122	84,5	50	0,36	0,18	Tuyau T74	23	160	8,14	0,41
Tuyau T123	75,8	50	0,18	0,09	Tuyau T75	28	160	8,64	0,43
Tuyau T124	32,42	110	10,82	1,14	Tuyau T79	3,5	160	9,12	0,45
Tuyau T128	30,35	40	0,25	0,2	Tuyau T80	20,6	160	9,98	0,5
Tuyau T136	30,7	50	0,52	0,27	Tuyau T81	3,5	160	12,92	0,64
Tuyau T137	41	40	0,17	0,14	Tuyau T82	16,3	63	0,07	0,02
Tuyau T138	30,6	40	0,13	0,1	Tuyau T83	38,4	50	0,16	0,08
Tuyau T141	8,7	110	8,67	0,91	Tuyau T84	99,8	50	0,42	0,21
Tuyau T142	56,1	50	0,09	0,05	Tuyau T86	101,9	200	45,74	1,46
Tuyau T143	14	50	0,03	0,02	Tuyau T87	276	90	2,95	0,46
Tuyau T144	25,3	110	8,54	0,9	Tuyau T12	28,5	63	0,89	0,29
Tuyau T145	26,45	110	8,44	0,89	Tuyau T13	28,3	63	1,08	0,35
Tuyau T146	23	50	0,1	0,05	Tuyau T36	26,43	63	1,27	0,41
Tuyau T147	49,73	110	8,23	0,87	Tuyau T62	24,4	63	1,44	0,46
Tuyau T148	34,7	40	0,3	0,24	Tuyau T88	2,65	63	1,62	0,52
Tuyau T149	35,4	40	0,15	0,12	Tuyau T89	22,4	63	1,97	0,63
Tuyau T150	21,56	110	7,72	0,81	Tuyau T90	19,76	63	2,17	0,69
Tuyau T151	55,72	50	0,54	0,27	Tuyau T91	6,7	90	2,77	0,44
Tuyau T152	71,28	50	0,3	0,15	Tuyau T92	55,9	63	1,14	0,37
Tuyau T153	24,38	110	7,09	0,75	Tuyau T93	30,67	63	0,57	0,18
Tuyau T154	35,7	50	0,86	0,44	Tuyau T44	49,43	63	0,21	0,07
Tuyau T155	60,9	50	0,71	0,36	Tuyau T48	20,25	63	0,33	0,1
Tuyau T161	34	50	0,5	0,26	Tuyau T50	23	63	0,42	0,14
Tuyau T162	85	50	0,36	0,18	Tuyau T94	39	40	0,27	0,21
Tuyau T163	13,47	90	4,78	0,75	Tuyau T95	29	90	5,41	0,85
Tuyau T164	20,48	50	0,2	0,1	Tuyau T96	42	63	0,81	0,26
Tuyau T165	27,42	50	0,12	0,06	Tuyau T97	5,35	160	6,24	0,31
Tuyau T166	56,91	90	4,52	0,71	Tuyau T98	49,5	160	6,93	0,34
Tuyau T169	31,7	90	4,16	0,65	Tuyau T99	72,45	110	14,03	1,48

Tuyau T171	29,2	63	1,01	0,33	Tuyau T100	113,77	160	0,48	0,02
Tuyau T172	84	63	0,36	0,12	Tuyau T101	156,23	160	1,14	0,06
Tuyau T173	30	63	0,53	0,17	Tuyau T102	100	200	39,96	1,27
Tuyau T174	85	40	0,36	0,29	Tuyau T103	9,5	90	1,78	0,28
Tuyau T175	11,4	63	0,05	0,02	Tuyau T104	100	90	1,74	0,27
Tuyau T177	31,9	40	0,13	0,11	Tuyau T105	180	90	1,32	0,21
Tuyau T178	8,5	90	2,58	0,41	Tuyau T106	134	90	0,56	0,09
Tuyau T182	39,5	63	0,17	0,05	Tuyau T107	32,87	40	0,14	0,11
Tuyau T183	20	26	0,08	0,16	Tuyau T108	59,63	40	0,25	0,2
Tuyau T187	32,42	90	1,06	0,17	Tuyau T109	130,6	200	39,54	1,26
Tuyau T188	54	63	0,23	0,07	Tuyau T110	33,8	50	0,87	0,44
Tuyau T189	50,78	50	1,09	0,55	Tuyau T111	18,7	50	0,68	0,35
Tuyau T190	47	50	0,2	0,1	Tuyau T114	100	90	6,12	0,96
Tuyau T197	98,5	90	5,16	0,81	Tuyau T117	8,63	110	9,81	1,03
Tuyau T17	433,21	50	0,39	0,2	Tuyau T125	56	110	9,26	0,97
Tuyau T29	329,87	50	-0,77	0,39					

V.5.1. Discussion sur les résultats de 4eme variant :

Après la connexion du réseau par un deuxième réservoir, nous avons obtenu les résultats suivants:

- Les vitesses et les pressions ne change pas.
- Les pressions positives et acceptables et valables pour les conditions de l'écoulement
- Aucun changement pour cette variant
- Les conduites nécessitent des travaux de terrassement dans la route nationale 1

V.6. Conclusion :

Après l'étude que nous avons menée dans la région de Bouhraoua, dans les quartiers comprenant 450 et 350 unités résidentielles, nous avons cherché à comprendre les raisons pour lesquelles les besoins en eau des habitants n'étaient pas satisfaits. Nous avons proposé plusieurs solutions, notamment le changement de diamètre des canalisations et la conversion du réseau de distribution de ramifié en boucle. Nous avons remarqué une augmentation de la longueur des canaux sans aucun changement significatif dans les faibles vitesses, ce qui a entraîné une augmentation des coûts sans réaliser de bénéfices tangibles. De plus, nous avons relié chaque quartier à un canal direct depuis le réservoir sans résultat, de même que nous avons relié les quartiers à un réservoir voisin sans succès. Par conséquent, il semble que la seule solution restante soit de changer le diamètre de certaines canalisations, ce qui a donné des résultats satisfaisants dans une certaine mesure, tout en maintenant des vitesses faibles dans certaines parties

Conclusion générale

Conclusion générale

La simulation hydraulique n'est pas juste un outil pour calculer et concevoir rapidement et efficacement, elle est essentielle pour concevoir, analyser et planifier la gestion des réseaux de manière logique. Ce projet a été réalisé en plusieurs étapes.

On a mené une analyse complète du système d'approvisionnement en eau potable de la région de Bouhraoua, quartiers 450 et 350 logements.

L'étude a commencé en identifiant les caractéristiques environnementales telles que l'emplacement, la géologie et hydrogéologie, puis en estimant les besoins en eau de la région.

De plus, un diagnostic du réseau actuel a été réalisé pour identifier les points souffrant de pénurie d'eau potable en utilisant un logiciel avancé, Epanet.

Il convient de noter que ce réseau est alimenté par un réservoir de 1000 m³ et est composé d'un réseau subsidiaire avec des diamètres variant de 26 à 200 mètres. Sur la base de cette analyse et de ce diagnostic, il est apparu que l'approvisionnement est faible en plusieurs points du réseau, avec des vitesses variant de (0.01 à 0.1) et des pressions négatives.

Par conséquent, plusieurs solutions ont été proposées pour atténuer la crise et amener l'eau jusqu'aux points les plus éloignés du réseau.

La première consistait à changer les diamètres dans les parties faibles, et une amélioration significative des vitesses avec des pressions positives a été constatée.

La deuxième solution consistait à transformer le réseau en un anneau, mais malgré un changement mineur, les coûts étaient élevés car la longueur du réseau a augmenté de plus de 2000 mètres, en plus des coûts d'excavation, rendant cette méthode peu rentable.

La troisième proposition consistait à connecter chaque réseau à un réservoir distinct, mais les vitesses sont restées faibles dans certaines parties du réseau, avec des coûts supplémentaires et des difficultés, donc cette méthode n'était pas rentable non plus.

-Enfin, la quatrième proposition consistait à relier le réseau à un réservoir d'eau supplémentaire situé près de la zone étudiée, mais le problème des vitesses insuffisantes dans certaines parties du réseau persistait, en plus de coûts supplémentaires et de difficultés d'excavation, surtout dans une zone montagneuse.

De tout ce qui a été mentionné, il est apparu que la méthode rentable était de changer les diamètres, qui ont été jugés les plus adaptés et qui ont déjà été mis en œuvre par les autorités responsables telles que la Direction de l'irrigation, des ressources en eau et la société algérienne des eaux pour améliorer la structure du réseau.

De plus, il y a un projet de creuser un deuxième puits dans la région de Bouhraoua, ce qui contribuera à soulager la pression sur le puits actuel qui alimente également d'autres zones, y compris la clinique des oasis et ses environs.

En conclusion, il est essentiel de continuer à se concentrer sur l'amélioration de la structure du système d'approvisionnement en eau de la région et de mettre sérieusement en œuvre les solutions proposées avec efficacité.

Fournir un approvisionnement en eau durable et fiable est crucial pour le bien-être et le développement de la communauté locale, et nous espérons que les efforts déployés dans ce domaine contribueront à atteindre cet objectif. Enfin, j'espère que ce travail servira de référence pour l'étude du système d'approvisionnement en eau potable dans la région de Ghardaïa, en particulier dans les quartiers comprenant 450 et 350 unités de logement à Bouhraoua.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques :

- [1]- Nadia boulahia ,daif Massouda ,2001, Alimentation en eau potable pour la région de Bouamer - wilaya de Ouargla, thèse de D.E.U.A , L'Institut de hydraulique et de génie civil à Ouargla.
- [2]- CNAM CGP 113 2009-2010 TD de réseau d'AEP
- [3]- Mr Daoud ABBAS , 2015, Etude du réseau d'alimentation en eau potable de Bouhraoua (wilaya de Ghardaïa) thèse de master, universitaire de Ghardaïa
- [3]- NIREF/Monographie de la wilaya de Ghardaïa CNAM CGP 113 2009-2010.
- [4]- [https://ar.wikipedia.org/wiki/wilaya de Ghardaïa.](https://ar.wikipedia.org/wiki/wilaya_de_Ghardaïa)
- [5]- https://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_des_wilayas_d%27Alg%C3%A9rie(carte géographique)
- [6]- Mr Daoud ABBAS , 2015, Etude du réseau d'alimentation en eau potable de Bouhraoua (wilaya de Ghardaïa) thèse de master, universitaire de Ghardaïa.
- [6]- http://archives.univ-biskra.dz/bitstream/123456789/11868/6/الفصل_5_الدراسة_التحليلية_لغرداية/ .
- [7]- Mr Daoud ABBAS , 2015, Etude du réseau d'alimentation en eau potable de Bouhraoua (wilaya de Ghardaïa) thèse de master, universitaire de Ghardaïa
- [8]- M. KEBILI Mokhtar, M. BOUZIANE Mohamed Chrif Nadji, 2018, Etude et suivi des forages hydrauliques dans la région de Ghardaïa ,thèse de master, universitaire kasdi merbah ouagla.
- [8]- http://archives.univ-biskra.dz/bitstream/123456789/11868/6/الفصل_5_الدراسة_التحليلية_لغرداية/
- [9]- [https://fr.tutiempo.net/climat#google_vignette.](https://fr.tutiempo.net/climat#google_vignette)
- [10]-<https://fr.scribd.com/document/492232066/Cours-AEP>
- [10]- Mr Daoud ABBAS , 2015, Etude du réseau d'alimentation en eau potable de Bouhraoua (wilaya de Ghardaïa) thèse de master, universitaire de Ghardaïa.
- [10]- Nadia boulahia ,daif Massouda ,2001, Alimentation en eau potable pour la région de Bouamer - wilaya de Ouargla, thèse de D.E.U.A , L'Institut de hydraulique et de génie civil à Ouargla
- [11]- Google earth
- [12]-]- <https://fr.scribd.com/document/492232066/Cours-AEP>
- [12]- Nadia boulahia ,daif Massouda ,2001, Alimentation en eau potable pour la région de Bouamer -wilaya de Ouargla, thèse de D.E.U.A , L'Institut de hydraulique et de génie civil à Ouargla
- [12] - Mr : Daoud ABBAS , 2015, Etude du réseau d'alimentation en eau potable de Bouhraoua (wilaya de Ghardaïa) thèse de master, universitaire de Ghardaïa.

Références Bibliographiques

- [13]- par : Dr. Benzannache Naziha : 2021 ALIMENTATION EN EAU POTABLE thèse de Licence LMD
Université 8 Mai 1945 de Guelma Hydraulique .
- [13]- Haffaressas Nadjette,2019, Alimentation en eau potable de la nouvelle ville d'Oued Zénati
Thèse master, Université 8 Mai 1945 de Guelma.
- [13]- Nadia boulahia ,daif Massouda ,2001, Alimentation en eau potable pour la région de Bouamer -
wilaya de Ouargla, thèse de D.E.U.A , L'Institut de hydraulique et de génie civil à Ouargla
- [13]- Mr. Benariba Mourad, 2013, alimentation en eau potable de la ville de chebli
(w.blida),these de master, universite abou baker belkaid –tlemcen
- [14]- La Direction des Ressources en Eau de la Wilaya de Ghardaïa.(hydraulique)
- [14]- Algérienne des Eaux(ADE).
- [14]- Le bureau d'études CTH
- [15]- https://staff.univ-batna2.dz/sites/default/files/daoud_ali/files/ch_5_reseaux_de_distribution_de_leau.pdf
- [16]- Le bureau d'études CTH.
- [16]-La Direction des Ressources en Eau de la Wilaya de Ghardaïa.(hydraulique)
- [16]- Algérienne des Eaux(ADE).
- [17]- Prendre des photos du site du puits et du réservoir.
- [18]- Par: LAMA chamsseddine BELLAKHDAR abdelhak ,2017,Diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable
de la nouvelle zone du El-Hadhaba (commune de Metlili).these de master universitaire de Ghardaïa
- [19]- La Direction des Ressources en Eau de la Wilaya de Ghardaïa.(hydraulique)
- [19] - Algérienne des Eaux(ADE).
- [19]- Prendre une photo du réseau actuel en utilisant un ArcGIS.
- [20]- Prendre une photo de EPANET
- [21]- Par: LAMA chamsseddine BELLAKHDAR abdelhak ,2017,Diagnostic du réseau d'alimentation
en eau potable de la nouvelle zone du El-Hadhaba (commune de Metlili).these de master .
- [21]- <https://molecor.com/fr/calculs-hydrauliques-pour-conception-du-reseau>
- [22]- <https://fr.scribd.com/document/492232066/Cours-AEP>.
- [22]- Par: LAMA chamsseddine BELLAKHDAR abdelhak ,2017,Diagnostic du réseau d'alimentation
en eau potable de la nouvelle zone du El-Hadhaba (commune de Metlili).these de master.

Faculté des sciences et de la
technologie
Département d'Hydraulique et
Génie Civil

جامعة غرداية



Université de Ghardaïa

كلية العلوم و التكنولوجيا

قسم الري و الهندسة المدنية

ترخيص بإيداع مذكرة الماستر

بعد الاطلاع على التصحيحات المطلوبة على محتوى المذكرة المنجزة من طرف:

الطالب(ة): بولحية نادية

الشعبة: ري

التخصص: ري حضري

نحن الأساتذة:

الإمضاء	الصفة	الرتبة والجامعة الأصلية أو المؤسسة	الإسم واللقب
	رئيس	أستاذ محاضر أ (جامعة غرداية)	بولمعيز الطيب
	ممتحن	أستاذ مساعد ب (جامعة غرداية)	سلمان الطاهر
	مؤطر	أستاذ محاضر ب (جامعة غرداية)	بوتلي محمد هشام
	مؤطر مساعد	أستاذ مساعد ب (جامعة غرداية)	لشهب سنا

نرخص بإيداع النسخة النهائية لمذكرة الماستر بعنوان:

Diagnostic et simulation du fonctionnement hydraulique d'un réseau d'alimentation en eau potable en utilisant le logiciel Epanet, cas de la ville de Ghardaïa (Bouhraoua)

رئيس القسم

