

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Etude de la restructuration du réseau d'AEP de la ville de
Bouharoun (w. Tipaza).

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0007-20

APA Citation (APA توثيق):

Himrane, Aimen (2020). Etude de la restructuration du réseau d'AEP de la ville de
Bouharoun (w. Tipaza)[Mem Ing, ENSH].

The digital repository of the Higher National School for Hydraulics "Digital Repository of ENSH" is a platform for valuing the scientific production of the school's teachers and researchers.

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...) and broadcasting it online.

Digital Repository of ENSH is built on the open software platform and is managed by the Library of the National Higher School for Hydraulics.

المستودع الرقمي للمدرسة الوطنية العليا للري هو منصة خاصة بتقييم الإنتاج العلمي لأساتذة و باحثي المدرسة.

يهدف المستودع الرقمي للمدرسة إلى حصر الإنتاج العلمي سواء كان منشورا أو غير منشور (أطروحات، مطبوعات، مبداعات، مقالات الدورات، كتب....) و بثه على الخط.

المستودع الرقمي للمدرسة مبني على المنصة المفتوحة و يتم إدارته من طرف مديرية المكتبة للمدرسة العليا للري.

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique

Option: ALIMENTATION EN EAU POTABLE

THEME :

Etude de la restructuration du réseau d'AEP de la ville
de Bouharoun (W. Tipaza)

Présenté par :
HIMRANE Aimen

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
DJELLAB Mohamed	M.C.A	Président
BOUKHELIFA Mustapha	M.A.A	Examinateur
DERNOUNI Youcef	M.A.A	Examinateur
KAHLERRAS Malika	M.C.B	Promotrice

Session septembre 2020

ملخص

يواجه التجمع السكاني لمدينة بوهارون (ولاية تيبازة) العديد من الانقطاعات في إمدادات مياه الشرب، ولهذا السبب تتمثل دراستنا في تقدير احتياجات المياه الصالحة للشرب للسكان. سيمكننا ذلك لاحقاً من إجراء تشخيص لشبكتي التوزيع الحاليين من أجل اكتشاف الحالات الشاذة، وكذلك التحقق مما إذا كانت سعة صهاريج التخزين الحالية كافية حتى عام 2050.

بعد التقييم ، رأينا أن تجديد شبكات التوزيع ضروري لتحسين نوعية وكمية إمدادات مياه الشرب في المدينة حتى أفق الدراسة، أخيراً، شرحنا منهجية مد الأنابيب وتنظيم موقع العمل وتقدير تكلفة مشروع دراستنا.

Résumé

L'agglomération de la ville de Bouharoun (wilaya de Tipasa) fait face à de nombreuses perturbations d'approvisionnement en eau potable. C'est pour cette raison que notre étude consiste à estimer les besoins en eau de la population. Cela nous permettra par la suite d'effectuer un diagnostic des deux réseaux de distribution existants afin de détecter les anomalies, ainsi que de vérifier si la capacité des réservoirs de stockage existants est suffisante jusqu'à l'horizon 2050.

Après l'évaluation, nous avons jugé qu'une rénovation des réseaux de distribution s'impose, afin d'améliorer qualitativement et quantitativement l'alimentation en eau potable de la ville jusqu'à l'horizon d'étude. Enfin, nous avons expliqué la méthodologie de pose des canalisations, l'organisation de chantier et estimé le coût du projet de notre étude.

Abstract

The agglomeration of the city of Bouharoun (wilaya of Tipasa) is facing many disruptions in the supply of potable water. For this reason, our study consists in estimating the water needs of the population. This will enable us to subsequently carry out a diagnosis of the two existing distribution networks in order to detect anomalies, as well as to verify whether the capacity of the existing storage tanks is sufficient until 2050.

After the assessment, we judged that a renovation of the distribution networks is necessary in order to improve the quality and quantity of the city's drinking water supply up to the study horizon.

Finally, we explained the methodology for laying the pipes, the organization of the worksite and estimated the cost of our study project.

Table des matières

Liste des tableaux.....	6
Liste des figures.....	8
Liste des planches.....	9
Introduction générale.....	10
Chapitre I. Présentation de la zone d'étude.....	11
I.1. Introduction.....	12
I.2. Situation géographique.....	12
I.3. Topographie.....	13
I.4. Situation climatologique.....	13
I.4.1. Climat.....	13
I.4.2. Pluviométrie.....	13
I.4.3. Température.....	13
I.5. Géologie du sol.....	13
I.6. Séismicité du site.....	13
I.7. Situation démographique.....	14
I.8. Situation hydraulique.....	14
I.9. Conclusion.....	15
Chapitre II. Estimation des besoins en eau.....	16
II.1. Introduction.....	17
II.2. Évolution de la population à l'horizon d'étude.....	17
II.3. Estimation des besoins en eau potable.....	18
II.3.1. Les besoins domestiques.....	18
II.3.1.1. L'évaluation de la consommation moyenne journalière.....	18
II.3.1.2. Choix de la dotation.....	18
II.3.2. Estimation des besoins des autres catégories d'usagers.....	19
II.3.2.1. Besoins scolaires.....	19
II.3.2.2. Besoins administratifs.....	19

II.3.2.3. Besoins socioculturels.....	20
II.3.2.4. Besoins commerciaux et touristiques.....	20
II.3.2.5. Besoins sanitaires	21
II.3.3. Fuite et gaspillage.....	21
II.3.4. Récapitulation des besoins en eaux de la ville.....	21
II.4. Variation de la consommation en eau journalière	22
II.4.1. Consommation maximale journalière.....	22
II.4.2. Consommation minimale journalière.....	23
II.5. Variation de la consommation horaire.....	23
II.5.1. Consommation maximale horaire.....	23
II.5.2. Consommation minimale horaire	24
II.6. Détermination des débits horaires	25
II.6.1. Débit moyen horaire.....	25
II.6.2. Débit maximum horaire.....	25
II.7. Évaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d’habitants.....	25
II.7.1. La consommation horaire de la partie nord à l’horizon 2020	26
II.7.2. La consommation horaire de la partie sud à l’horizon 2020	28
II.7.3. La consommation horaire de la partie nord à l’horizon 2050	29
II.7.4. La consommation horaire de la partie sud à l’horizon 2050.....	31
II.8. Conclusion.....	34
Chapire III. Étude des réservoirs	35
III.1. Introduction.....	36
III.2. Rôle des réservoirs.....	36
III.3. Emplacement des réservoirs	36
III.4. Types des réservoirs	37
III.5. Équipement du réservoir	37
III.6. Matérialisation d'une réserve d'incendie	38
III.7. Calcul de la capacité des réservoirs	39
III.7.1. Calcul de capacité des réservoirs de la partie nord	40

III.7.2. Calcul de capacité des réservoirs de la partie sud	41
III.8. Entretien des réservoirs	43
III.9. Conclusion	43
Chapire IV. Diagnostic du réseau actuel	44
IV.1. Introduction	45
IV.2. Description du logiciel EPANET	45
IV.3. Inventaire des conduites de distribution	45
IV.4. Calcul hydraulique du réseau existant.....	47
IV.4.1. Calcul des débits aux nœud.....	47
IV.4.2. Résultat de la simulation du réseau existant à l’horizon 2020.....	57
IV.4.3. Anomalie et recommandation.....	67
IV.5. Conclusion.....	68
Chapire V. Dimensionnement du réseau de distribution.....	69
V.1. Introduction.....	70
V.2. Choix du système de distribution	70
V.3. Classification des réseaux	70
V.4. Conception et principe du tracé d’un réseau de distribution.....	72
V.5. Choix du type de matériau des conduites.....	72
V.6. Calcule des débits aux nœud.....	73
V.7. Résultat de la simulation du réseau projeté à l’horizon 2020	79
V.7.1. Partie nord	79
V.7.1.1. Cas de pointe	79
V.7.1.2. Cas de pointe + incendie	82
V.7.2. Partie sud.....	85
V.7.2.1. Cas de pointe	85
V.7.2.2. Cas de pointe + incendie	87
V.8. Répartition des débits et des pressions	90
V.9. Conclusion	90
Chapire VI. Organisation de chantier et pose de canalisation	91

VI.1. Introduction	92
VI.2. Travaux de pose de canalisation.....	92
VI.3. Calcul quantitative des travaux.....	95
VI.4. Choix des engins d'exécution	99
VI.5. Devis quantitatif estimatif.....	99
VI.6. Conclusion.....	100
Conclusion générale.....	101
Références bibliographiques.....	102
Annexes.....	103

Liste des tableaux

Tableau II.1. Estimation de l'évolution de la population par partie.....	17
Tableau II.2. Besoins domestiques de la ville de Bouharoun.....	19
Tableau II.3. Tableau récapitulatif des besoins scolaires.....	19
Tableau II.4. Tableau récapitulatif des besoins administratif.....	20
Tableau II.5. Tableau récapitulatif des besoins socioculturels	20
Tableau II.6. Tableau récapitulatif des besoins commerciaux et touristiques	21
Tableau II.7. Tableau récapitulatif des besoins sanitaires.....	21
Tableau II.8. Récapitulation des besoins en eaux de la ville	22
Tableau II.9. Consommation maximale journalière sur différents horizons.....	22
Tableau II.10. Consommation minimale journalière sur différents horizons.....	23
Tableau II.11. β_{max} en fonction du nombre d'habitants.....	24
Tableau II.12. Les valeurs de β_{max} , α_{max} et $K_{max,h}$	24
Tableau II.13. β min en fonction du nombre d'habitants	24
Tableau II.14. La valeur de β_{min} , α_{min} et $K_{min,h}$	25
Tableau II.15. Débits moyens et maximums horaires.....	25
Tableau II.16. Variation de la consommation horaire de la partie nord à l'horizon 2020	26
Tableau II.17. Variation de la consommation horaire de la partie sud à l'horizon 2020.....	28
Tableau II.18. Variation de la consommation horaire de la partie nord à l'horizon 2050	30
Tableau II.19. Variation de la consommation horaire de la partie sud à l'horizon 2050.....	32
Tableau III.1. Caractéristiques des réservoirs	39
Tableau III.2. Détermination de la capacité des réservoirs de la partie nord.....	40
Tableau III.3. Détermination de la capacité du réservoir de la partie sud.....	41
Tableau IV.1. Linéaires des conduites de distribution par diamètre et par matériau.....	45
Tableau IV.2. Linéaires de conduites par diamètre et période de pose	46
Tableau IV.3. Calcul des débits spécifiques à l'horizon (cas de pointe)	48
Tableau IV.4. Calcul des débits nodaux à l'horizon 2020 (cas de pointe)	49
Tableau IV.5. Débits et vitesses dans les différents tronçons du réseau existant dans la partie nord.....	58
Tableau IV.6. Les pressions aux Nœuds dans le réseau existant dans la partie nord.....	61
Tableau IV.7. Débits et vitesses dans les différents tronçons du réseau existant dans la partie sud.....	63
Tableau IV.8. Détermination des pressions aux Nœuds dans le réseau existant dans la partie sud.....	65
Tableau V.1. Calcul des débits spécifiques à l'horizon 2050 (cas de pointe)	74

Tableau V.2. Calcul des débits nodaux à l'horizon 2050, en cas de pointe.....	75
Tableau V.3. État des arcs du réseau projeté pour la partie nord à l'horizon (2050), cas de pointe	79
Tableau V.4. État des Nœuds du réseau projeté pour la partie nord à l'horizon (2050), cas de pointe	81
Tableau V.5. État des arcs du réseau projeté pour la partie nord à l'horizon 2050, cas de pointe + incendie	82
Tableau V.6. État des Nœuds du réseau projeté pour la partie nord à l'horizon (2050), cas de pointe+ incendie	83
Tableau V.7. État des arcs du réseau projeté pour la partie sud à l'horizon (2050), cas de pointe	85
Tableau V.8. État des Nœuds du réseau projeté pour la partie sud à l'horizon (2050), cas de pointe	86
Tableau V.9. État des arcs du réseau projeté pour la partie sud à l'horizon (2050), cas de pointe + incendie	87
Tableau V.10. État des Nœuds du réseau projeté pour la partie sud à l'horizon (2050), cas de pointe+ incendie	89
Tableau VI.1. Quantité des canalisations requises	95
Tableau VI.2. Calcul du volume du déblai	97
Tableau VI.3. Quantité des canalisations requises	97
Tableau VI.4. Quantité des canalisations requises	98
Tableau VI.5. Capacité du godet en fonction du volume de terrassement	99
Tableau VI.6. Choix du bulldozer en fonction de la capacité du godet.....	99
Tableau VI.7. Coût des travaux de distribution	99

Liste des figures

Figure I.1. Les limites de la commune de Bouharoun.....	12
Figure I.2. Schéma directeur des infrastructures AEP de la commune de Bouharoun	15
Figure II.1. Évolution de la population de la ville de Bouharoun au cours des années.....	18
Figure II.2. Histogramme de la consommation journalière de la partie nord à l'horizon 2020	27
Figure II.3. Courbe consommation journalière cumulée de la partie nord à l'horizon 2020..	27
Figure II.4. Histogramme de la consommation journalière de la partie sud à l'horizon 2020	29
Figure II.5. Courbe consommation journalière cumulée de la partie sud à l'horizon 2020.....	29
Figure II.6. Histogramme de la consommation journalière de la partie nord à l'horizon 2050	31
Figure II.7. Courbe consommation journalière cumulée de la partie nord à l'horizon 2050..	31
Figure II.8. Histogramme de la consommation journalière de la partie sud à l'horizon 2050	33
Figure II.9. Courbe consommation journalière cumulée de la partie sud à l'horizon 2050.....	33
Figure III.1. Schéma d'équipement des réservoirs.....	39
Figure V.1. Réseau ramifié.....	71
Figure V.2. Réseau maillé.....	71
Figure VI.1. Pose de conduite dans un terrain ordinaire.....	92

Liste des planches

Planche 1 : Plan de masse avec réseau d'AEP projeté

Planche 2 : Profil en long d'une conduite principale (nœuds R2 et 59 ; Partie nord de la ville de Bouharoun)

Planche 3 : Profil en long de la conduite principale (nœuds R1 et 41 ; Partie sud de la ville de Bouharoun)

Planche 4 : Plan des ouvrages de stockage (réservoirs)

Planche 5 : Les accessoires dans un réseau d'Alimentation en Eau Potable

Introduction générale

L'alimentation en eau potable (AEP) est aujourd'hui un service public essentiel pour le confort des logements, cela permet notamment de répondre aux besoins fondamentaux d'alimentation et contribuer à la protection de la santé. Dans certaines conditions, le réseau est susceptible de dégrader la qualité d'eau distribuée, d'où l'importance de prévoir un diagnostic des réseaux d'alimentation en eau potable, afin de détecter les anomalies et prévoir des solutions dans le but de les améliorer.

Dans ce contexte, s'inscrit le thème de mon projet de fin d'étude, qui porte l'intituler de « Étude de la restructuration du réseau d'AEP de la ville de Bouharoun (W. Tipaza) ».

La ville de Bouharoun présente plusieurs dégradations avancées des réseaux d'AEP (d'après les services de SEAAL de la commune). Ces dégradations se matérialisent par la récurrence des fuites d'eau sur les réseaux, et influent négativement sur la bonne distribution d'eau potable dans cette ville.

L'objet de ce projet consiste à faire, d'une part, une étude de diagnostic approfondie des réseaux d'alimentation en eau potable de la commune. Ce, afin de soulever les problèmes qui provoquent le dysfonctionnement des réseaux. Et d'autre part, de résoudre ces anomalies, dans le but de satisfaire qualitativement et quantitativement les besoins croissants en eau potable de notre zone d'étude.

Enfin, afin de s'assurer de la bonne exécution des travaux, nous avons mis en place une méthodologie de pose de canalisation et une organisation du chantier. Nous avons également soumis un devis estimatif afin de définir le coût du projet.

La structure du rapport est répartie sur six chapitres, constitués comme suit :

1. La représentation de la zone d'étude ;
2. L'estimation des besoins en eau de l'agglomération ;
3. L'étude des réservoirs ;
4. Le diagnostic du réseau existant ;
5. La projection et dimensionnement du réseau de distribution ;
6. La pose de canalisation et l'organisation du chantier.

Chapitre I. Présentation de la zone d'étude

I.1. Introduction

Le réseau d'alimentation en eau potable de la commune de Bouharoun wilaya de Tipasa rencontre plusieurs problèmes qui influent sur la satisfaction des besoins de l'agglomération.

Ces problèmes nous obligent à penser au projet d'alimentation en eau potable qui a la possibilité de satisfaire les besoins en eau des différentes catégories des consommateurs formant cette agglomération.

Ce chapitre a pour objet de faire une présentation de la situation de la zone d'étude de point de vue géographique, topographique, démographique, climatique, et hydraulique qui nous permettra par la suite de prendre les dispositions nécessaires lors de la réalisation des travaux et pour gérer au mieux notre travail.

I.2. Situation géographique

La wilaya de Tipasa compte 28 communes regroupées en 10 daïras. La commune de Bouharoun faisant l'objet de cette étude, se situe sur la côte ouest à environ 45km d'Alger et à 20km à l'est de la ville de Tipasa (chef-lieu de la wilaya).^[1]

Cette commune est limitée :

- **Au Nord** : par le rivage de la Mer Méditerranée.
- **À L'Est** : par la commune de Khemisti.
- **Au Sud** : par la commune d'Attaba.
- **À L'Ouest** : par la commune d'Ain Taguerait.

La figure I.1 représente les limites de la commune de BOUHAROUN :



Figure 0.1. Les limites de la commune de Bouharoun

I.3. Topographie

Bien que Bouharoun soit principalement connue pour son port, la majeure partie de son territoire est située dans la plaine haute du Sahel entre 100 et 280 mètres. Il existe 6 coulées vertes de bois entourant des cours d'eau qui dévalent les pentes vers la mer.

I.4. Situation climatologique

I.4.1. Climat

La zone d'étude est caractérisée par un climat tempéré méditerranéen divisé en deux saisons: un hiver doux et pluvieux d'Octobre à Mars et un été chaud et sec d'Avril à Septembre ; la saison sèche est caractérisée par une longue période de sécheresse qui peut durer de trois à quatre mois.
[1]

I.4.2. Pluviométrie

La pluie annuelle moyenne enregistrée par la station de Bou-Ismaïl fait ressortir une pluviométrie moyenne annuelle de 639mm. [1]

I.4.3. Température

Au niveau de la zone d'étude, les températures sont douces en hiver et chaude en été. Elle est soumise à une influence maritime. La température moyenne annuelle à Bouharoun est de 17.9°C.

La température moyenne de 24.8 °C du mois d'Aout le plus chaud de l'année et le mois le plus froid de l'année est celui de Janvier avec une température moyenne de 12.0 °C. [1]

I.5. Géologie du sol

La nature géologique est composée des alluvions récentes caractérisant la partie Ouest et nord, ce qui facilite les ruissellements superficiels et justifie le déficit en ressources hydriques au niveau de cette localité. [1]

I.6. Séismicité du site

D'après le document réglementaire (D.T.R.-B.C.-48), concernant les règles parasismiques algériennes R.P.A (édition 99), qui a été modifié et complété après le séisme du 21 mai 2003, élaboré par le Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique (C.G.S) le territoire national est divisé en quatre (04) zones de séismicité croissante, définies sur la carte des zones de séismicité ci-dessous qui précise cette répartition par wilaya, soit :

- Zone 0 : sismicité négligeable.
- Zone I : sismicité faible.
- Zone II : sismicité moyenne.
- Zone III : sismicité élevée.

La région de BOUHAROUN est connue par son instabilité technique. Elle est classée en zone III. C'est alors un facteur important qu'il faut prendre en considération pour la construction de tout type d'ouvrage à laquelle doivent être appliquées les règles parasismiques d'Algérie.

I.7. Situation démographique

Selon les services d'APC de Bouharoun et d'après les données de Recensement Générale de l'Habitat (RGPH) 2008, la population de l'agglomération chef-lieu est de 9 928 habitants. Par ailleurs, le coefficient d'accroissement est évalué à 2,3%. [1]

I.8. Situation hydraulique

Cette partie nous permettra de connaître la disposition du système d'alimentation en eau potable de la commune de Bouharoun (figure I.2), qui comprend trois parties :

- **Adduction** : La ville de Bouharoun est alimentée depuis les réservoirs tampons 2x1000 m³ de Saidia qui sont alimentés de leurs tours depuis la station de dessalement de Fouka, ainsi qu'à partir du champ de captage Halloula.
- **Ouvrage de stockage** : La ville de Bouharoun est alimentée en eau actuellement à partir de quatre réservoirs de tête dont la capacité totale est de 2 250 m³.
- **Distribution** : Le réseau de distribution en eau potable de la ville de Bouharoun est de type mixte sur un linéaire total de 18,5 km, avec des diamètres variant de 32 à 250 mm en : Acier, Acier Galvanisé, PVC et PEHD.

Le réseau de distribution de la commune de BOUHAROUN est réparti en deux parties, selon l'altitude des côtes de terrain :

- Le 1er étage, partie nord, est alimenté par le réservoir de Nedjar 750 m³.
- Le 2ème étage, partie sud, est alimenté par le réservoir Bouharoun 1000 m³, ainsi que le réservoir des Oranges 250 m³ et réservoir la Fermette 250 m³.

La figure I.2 représente une schématisation des infrastructures d'AEP, dans la commune de Bouharoun.

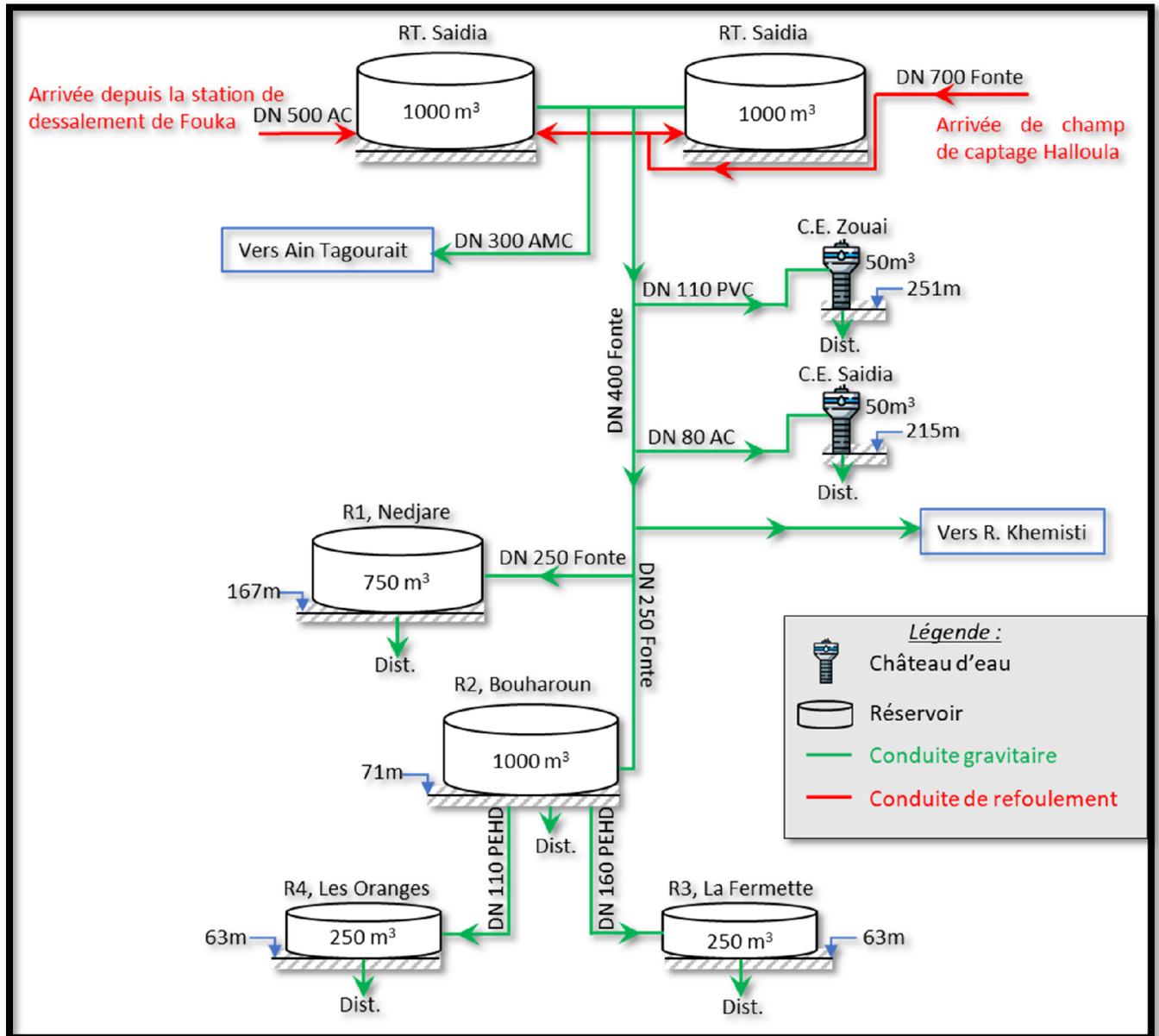


Figure 0.2. Schéma directeur des infrastructures AEP de la commune de Bouharoun

I.9. Conclusion

Nous avons représenté dans ce chapitre la ville Bouharoun afin de prendre connaissance des données nécessaires concernant notre région du point de vue topographique, géologique, démographique ainsi que la situation hydraulique.

Ces données nous serviront pour entamer le calcul hydraulique qui va suivre dans les chapitres ultérieurs de notre projet.

Chapire II. Estimation des besoins en eau

II.1. Introduction

Le but de ce chapitre est de déterminer la consommation journalière, avec une estimation des besoins en eau de l'agglomération qui dépend étroitement du développement démographique, de l'amélioration de niveau de vie de la population et des infrastructures existantes. Cette estimation est effectuée en fonction de l'évaluation de la population pour différents horizons.

II.2. Évolution de la population à l'horizon d'étude

D'après les informations récoltées au niveau de l'APC (Assemblée populaire communal) de Bouharoun, les statistiques de la ville donnent une population de 9 928 habitants en 2008 « dernier recensement » avec un taux d'accroissement moyen annuel de 2,3%.^[1]

L'estimation de la population future consiste à prendre en compte l'évaluation de la population à long terme, soit sur une période de 30 années. Pour notre étude présente, l'horizon actuel étant l'an 2020, et pour le long terme, il s'agira de l'horizon 2050.

La population future est alors estimée par la formule suivante :

$$P_N = P_0 * (1 + \tau)^n \quad \dots \text{(II.1)}$$

- P_N : Population future prise pour un horizon choisi (*hab*).
- P_0 : Population de l'année de référence prise lors du dernier recensement en 2008 (*hab*).
- τ : Taux d'accroissement annuel de la population. Dans notre cas : ($\tau=2,3\%$)
- n : nombre d'années séparant l'année de référence à l'horizon considéré.

Le nombre d'habitants de la ville de Bouharoun pour différents horizons est donné dans le Tableau II.1.

Tableau II.1. Estimation de l'évolution de la population par partie

Année	Population	
	Partie nord	Partie sud
2008	6 950	2 978
2020	9 130	3913
2035	12 841	5 503
2050	18 061	7 740

La figure II.1 permet de suivre l'évolution de la population de la ville de Bouharoun au cours des années 2008, 2020, 2035 et 2050.

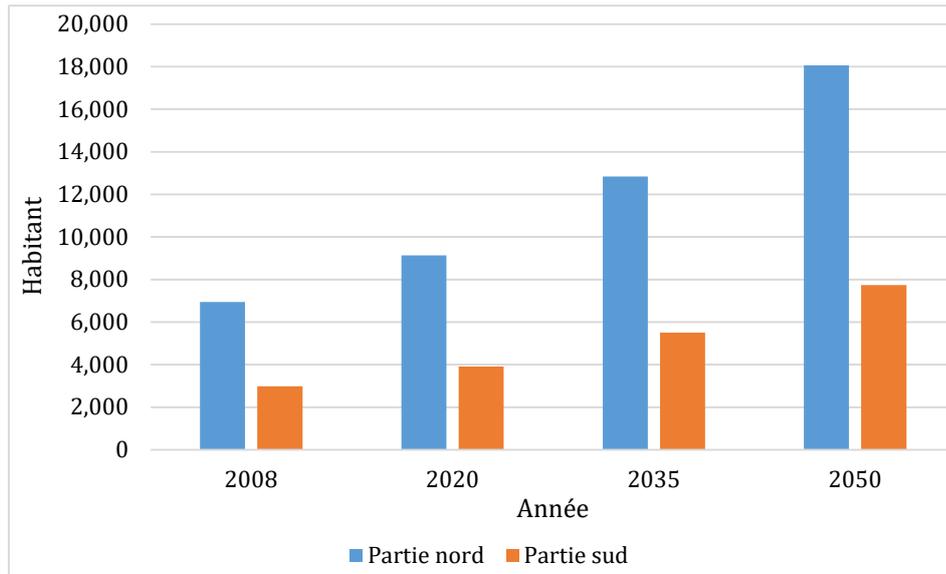


Figure II.1. Évolution de la population de la ville de Bouharoun au cours des années

II.3. Estimation des besoins en eau potable

II.3.1. Les besoins domestiques

II.3.1.1. L'évaluation de la consommation moyenne journalière

La consommation moyenne journalière, de la partie considérée par l'étude, est égale à la dotation multipliée par le nombre total des habitants. Ce, pour répondre à toutes sortes de consommation.

Pour le calcul des besoins moyens journaliers, on utilise la formule suivante :

$$Q_{moy.j} = \frac{dot \cdot P_n}{1000} (m^3/J) \dots (II.2)$$

- $Q_{moy.j}$: débit moyen journalier en (m^3/J) .
- Dot : dotation moyenne en $(l/J/hab)$.
- P_n : nombre d'habitants.

II.3.1.2. Choix de la dotation

En plus de la situation économique du consommateur, l'utilisation des équipements domestiques modernes et la disponibilité des ressources et de l'activité industrielle qui agissent sur la variation des besoins d'une agglomération, ces facteurs accusent une variation saisonnière qui est traduite par un maximum en été et un minimum en hiver, observant une consommation plus élevée au temps chaud et humide. Aussi, en se basant sur les tendances et les recommandations internationales, la dotation moyenne par habitant et par jour, excluant l'industrie, se situe comme suit :

Dotation pour différentes populations :

- Ville de moins de 20 000 hab. : 150 à 200 l/J/hab.
- Ville de 20 000 à 100 000 hab. : 200 à 300 l/J/hab.
- Ville de plus de 100 000 hab. : 300 à 350 l/J/hab.

Pour le calcul des besoins domestiques futurs de la ville de Bouharoun, la consommation journalière pour chaque habitant à différents horizons est donnée dans le tableau II.2.

Tableau II.2. Besoins domestiques de la ville de Bouharoun

	Horizon	Nombre D'habitant	Dotation moyenne (l/J/hab)	$Q_{moy,j}$ (m^3/J)
Partie nord	2020	9 130	150	1 369
	2050	18 061	180	3 251
Partie sud	2020	3 913	150	587
	2050	7 740	180	1 393

II.3.2. Estimation des besoins des autres catégories d'usagers

II.3.2.1. Besoins scolaires

Les besoins des différents équipements scolaires recueillis au niveau des différentes localités concernées par notre étude sont regroupés dans le tableau II.3.

Tableau II.3. Tableau récapitulatif des besoins scolaires

Zone	Équipement	Nombre d'équipement	Unité	Nombre	Dotation (l/J/unité)	$Q_{moy,j}$ (m^3/J)	$Q_{moy,j}$ total (m^3/J)
Partie nord	École	3	Élevé	705	15	10,6	25,9
	C.E.M	1	Élevé	405	15	6,1	
	Lycée	1	Élevé	616	15	9,2	
Partie sud	École	2	Élevé	470	15	7,1	14,1
	C.E.M	1	Élevé	473	15	7,1	
Total							40,0

(APC TIPAZA, 2020)

II.3.2.2. Besoins administratifs

Les divers équipements administratifs des localités concernées, leurs dotations et les débits journaliers correspondant sont dans le tableau II.4.

Tableau II.4. Tableau récapitulatif des besoins administratif

Zone	Équipement	Nombre d'équipement	Unité	Nombre	Dotation (l/J/unité)	$Q_{moy,j}$ (m^3/J)	$Q_{moy,j}^{total}$ (m^3/J)
Partie nord	Commissariat	1	Policier	70	15	1,1	6,5
	Gendarmerie	1	Gendarme	100	15	1,5	
	Poste	1	Employé	15	15	0,2	
	Agence de banque	3	Employé	45	15	0,7	
	Service administratif	10	Employé	200	15	3,0	
Partie sud	Commissariat	1	Policier	70	15	1,1	2,2
	Agence de banque	1	Employé	15	15	0,2	
	Service administratif	3	Employé	60	15	0,9	
Total							8,6

(APC TIPAZA, 2020)

II.3.2.3. Besoins socioculturels

Les différents besoins socioculturels sont assemblés dans le tableau II.5

Tableau II.5. Tableau récapitulatif des besoins socioculturels

Zone	Équipement	Nombre d'équipement	Unité	Nombre	Dotation (l/J/unité)	$Q_{moy,j}$ (m^3/J)	$Q_{moy,j}^{total}$ (m^3/J)
Partie nord	Mosquée	3	Fidèle	800	10	8,0	13,4
	Stade communal	2	Sportif	60	5	0,3	
	Placette	1	m ²	800	2	1,6	
	Salle de sport	2	Adhérent	140	25	3,5	
Partie sud	Mosquée	1	Fidèle	400	10	4,0	6
	Stade communal	2	Sportif	60	5	0,3	
	Salle de sport	1	Adhérent	80	25	2,0	
Total							19,7

(APC TIPAZA, 2020)

II.3.2.4. Besoins commerciaux et touristiques

Il s'agit de la consommation d'eau nécessaire au fonctionnement des commerces et du tourisme.

Tableau II.6. Tableau récapitulatif des besoins commerciaux et touristiques

Zone	Équipement	Nombre d'équipement	Unité	Nombre	Dotation (l/J/unité)	$Q_{moy,j}$ (m^3/J)	$Q_{moy,j}total$ (m^3/j)
Partie nord	Locaux commerciaux	100	m ²	4000	5	20	40
	Centre de repos	2	Lit	100	200	20	
Partie sud	Locaux commerciaux	40	m ²	1600	5	8	8
Total							48

(APC TIPAZA, 2020)

II.3.2.5. Besoins sanitaires

Les différents besoins sanitaires sont réunis dans le tableau II.7.

Tableau II.7. Tableau récapitulatif des besoins sanitaires

Zone	Équipement	Nombre d'équipement	Unité	Nombre	Dotation (l/J/unité)	$Q_{moy,j}$ (m^3/J)	$Q_{moy,j}total$ (m^3/J)
Partie nord	Polyclinique maternité	1	Lit	20	200	4,0	8,0
	Centre de soin	1	Patient	60	25	1,5	
	Pharmacie	2	m ²	50	5	2,5	
Partie sud	Pharmacie	1	m ²	25	5	1,3	1,3
Total							9,3

(APC TIPAZA, 2020)

II.3.3. Fuite et gaspillage

Les pertes dans le réseau sont constituées par des fuites diverses (joints de conduites, étanchéité d'appareillage), qui sont parfois importantes. Elles se produisent en grande partie sur les branchements particuliers. Ces pertes sont loin d'être négligeables. Nous faisons pour cette raison une majoration de 15 %.

II.3.4. Récapitulation des besoins en eaux de la ville

Les besoins moyens totaux de la ville de Bouharoun seront estimés par la somme des besoins domestiques et les besoins d'équipement :

$$Q_{moy,j}total = Q_{moy,j}domestiques + Q_{équipements} \dots (II.3)$$

Les résultats sont présentés sur le tableau II.8.

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

	Partie nord		Partie sud	
	$Q_{moy,j}$ 2020 (m^3/J)	$Q_{moy,j}$ 2050 (m^3/J)	$Q_{moy,j}$ 2020 (m^3/J)	$Q_{moy,j}$ 2050 (m^3/J)
Besoins d'équipement	93,74	93,74	31,87	31,87
Besoins Domestiques	1 369	3 251	587	1 393
Majoration des fuites (%)	15	15	15	15
Besoins total	1682,71	3846,38	711,61	1638,90

II.4. Variation de la consommation en eau journalière

En raison de l'irrégularité de la consommation journalière, on détermine La consommation journalière maximale qui nous permet de prédéterminer le dimensionnement des réseaux d'AEP.

II.4.1. Consommation maximale journalière

La consommation maximale journalière représente la journée de l'année où la consommation en eau est la plus grande, elle est définie par un coefficient d'irrégularité journalière $K_{max,j}$.

$$Q_{max,j} = K_{max,j} \times Q_{moy,j} \quad \dots (II.4)$$

- $Q_{max,j}$: Débit de consommation maximale journalière (m^3/J) ;
- $Q_{moy,j}$: Débit de consommation moyenne journalière (m^3/J) ;
- $K_{max,j}$: Coefficient d'irrégularité de la consommation maximale journalière.

Le coefficient $K_{max,j}$ permet de savoir de combien de fois le débit maximum journalier dépasse le débit moyenne journalier. Il est compris entre 1,1 et 1,3.

Dans notre étude nous prenons : $K_{max,j} = 1,2$

Tableau II.9. Consommation maximale journalière sur différents horizons

Zone	Horizon	$Q_{moy,j}$ (m^3/J)	$K_{max,j}$	$Q_{moy,j}$ (m^3/J)
Partie nord	2020	1 682,71	1,2	2019,26
	2050	3 846,38	1,2	4615,66
Partie sud	2020	711,61	1,2	853,94
	2050	1638,90	1,2	1966,68

II.4.2. Consommation minimale journalière

La consommation minimale journalière représente la journée de l'année où la consommation en eau est la plus faible, elle est définie par un coefficient d'irrégularité journalière $K_{min,j}$.

$$Q_{min,j} = K_{min,j} \times Q_{moy,j} \quad \dots \text{(II.5)}$$

- $Q_{min,j}$: Débit de consommation minimale journalière (m^3/J) ;
- $Q_{moy,j}$: Débit de consommation moyenne journalière (m^3/J) ;
- $K_{min,j}$: Coefficient d'irrégularité de la consommation minimale journalière.

Le coefficient $K_{min,j}$ est défini comme étant le rapport entre la consommation journalière minimale et la consommation moyenne journalière. Il est compris entre 0,7 et 0,9.

Dans notre étude nous prenons : $K_{min,j} = 0,85$

Tableau II.10. Consommation minimale journalière sur différents horizons

Zone	Horizon	$Q_{moy,j}$ (m^3/J)	$K_{min,j}$	$Q_{moy,j}$ (m^3/J)
Partie nord	2020	1 682,7	0,85	1430,31
	2050	3 846,4	0,85	3269,42
Partie sud	2020	711,6	0,85	604,87
	2050	1 638,9	0,85	1393,06

II.5. Variation de la consommation horaire

II.5.1. Consommation maximale horaire

Elle est représentée par le coefficient d'irrégularité maximale horaire ($K_{max,h}$) qui représente l'augmentation de la consommation horaire pour la journée la plus chargée de l'année.

Ce coefficient est donné par :

$$K_{max,h} = \alpha_{max} \times \beta_{max} \quad \dots \text{(II.6)}$$

- α_{max} : coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et de régime du travail, varie de 1,2 à 1,5 et dépend du niveau de développement local.

Dans notre étude nous prenons : $\alpha_{max} = 1,2$.

- β_{max} : coefficient d'étroitement lié à l'accroissement de la population.

Tableau II.11. β_{max} en fonction du nombre d'habitants

Population	1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	30000	50000	100000
β_{max}	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,13	1,1

Pour notre cas, les valeurs de β_{max} , α_{max} et $K_{max,h}$ sont mentionnée dans le tableau II.12.

Tableau II.12. Les valeurs de β_{max} , α_{max} et $K_{max,h}$

	Partie nord		Partie sud	
Horizon	2020	2050	2020	2050
Population	9 130	18 061	3913	7740
β_{max}	1,32	1,22	1,51	1,36
α_{max}	1,2	1,2	1,2	1,2
$K_{max,h}$	1,59	1,46	1,81	1,63

II.5.2. Consommation minimale horaire

Elle est représentée par le coefficient d'irrégularité minimale horaire ($K_{min,h}$) qui représente la diminution de la consommation horaire pour la journée la moins chargée de l'année.

Ce coefficient est donné par :

$$K_{min,h} = \alpha_{min} \times \beta_{min} \quad \dots \text{ (II.7)}$$

- α_{min} : coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et du régime du travail. Il varie de 0,4 à 0,6 et dépend du niveau de développement local.

Dans notre étude nous prenons : $\alpha_{min} = 0,5$.

- β_{min} : coefficient d'étroitement lié à l'accroissement de la population.

Tableau II.13. β_{min} en fonction du nombre d'habitants

Population	1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	30000	50000	100000
β_{min}	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,63	0,7

Dans notre cas, les valeur de β_{min} , α_{min} et $k_{min,h}$ sont mentionnées dans le tableau II.14.

Tableau II.14. La valeur de β_{min} , α_{min} et $K_{min,h}$

	Partie nord		Partie sud	
Horizon	2020	2050	2020	2050
Population	9 130	18061	3 913	7740
β_{min}	0,37	0,34	0,19	0,32
α_{min}	0,5	0,5	0,5	0,5
$K_{min,h}$	0,18	0,17	0,10	0,16

II.6. Détermination des débits horaires

II.6.1. Débit moyen horaire

Le débit moyen horaire est donné par la relation suivante :

$$Q_{moy,h} = \frac{Q_{max,j}}{24} (m^3/J) \quad \dots (II.8)$$

Avec :

- $Q_{moy,h}$: débit moyen horaire en m^3/h ;
- $Q_{max,j}$: débit maximum journalier en m^3/J .

II.6.2. Débit maximum horaire

Ce débit joue un rôle très important dans les différents calculs du réseau de distribution, il est déterminé par la relation suivante :

$$Q_{max,h} = K_{max,h} \cdot Q_{moy,h} \quad \dots (II.9)$$

Avec :

- $Q_{moy,h}$: débit moyen horaire en m^3/h ;
- $K_{max,h}$: coefficient d'irrégularité maximale horaire.

Tableau II.15. Débits moyens et maximums horaires

Zone	Horizon	$Q_{max,j}$ m^3/J	$Q_{moy,h}$ m^3/h	$K_{max,h}$	$Q_{max,h}$ m^3/h
Partie nord	2020	2019,26	84,14	1,59	133,45
	2050	4615,66	192,32	1,46	281,41
Partie sud	2020	853,94	35,58	1,81	64,29
	2050	1966,68	81,94	1,63	133,39

II.7. Évaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitants

Le débit horaire d'une agglomération est variable selon l'importance de cette dernière. Cette variation des débits horaires est exprimée en pourcentage (%) par rapport au débit maximal journalier de l'agglomération.

Dans notre cas, nous avons :

- Une population moins de 10 000 *hab*, dans : la partie sud à l'horizon 2020 et la partie nord à l'horizon 2020 et 2050.
- Une population entre 10 001 *hab* et 50 000 *hab* pour la partie nord à l'horizon 2050.

II.7.1. La consommation horaire de la partie nord à l'horizon 2020

La variation de consommation horaire de la partie nord à l'horizon 2020 est représentée dans le tableau II.16.

Tableau II.16. Variation de la consommation horaire de la partie nord à l'horizon 2020

Heures	Consommation %	Consommation m^3/h	Consommation cumulée	
			%	m^3/h
0--1	1	20,2	1,5	20,2
1--2	1	20,2	3	40,4
2--3	1	20,2	4,5	60,6
3--4	1	20,2	6	80,8
4--5	2	40,4	8,5	121,2
5--6	3	60,6	12	181,7
6--7	5	101,0	16,5	282,7
7--8	6,5	131,3	22	413,9
8--9	6,5	131,3	28,25	545,2
9--10	5,5	111,1	34,5	656,3
10--11	4,5	90,9	40,75	747,1
11--12	5,5	111,1	47	858,2
12--13	7	141,3	52	999,5
13--14	7	141,3	57	1 140,9
14--15	5,5	111,1	62,5	1 251,9
15--16	4,5	90,9	68,5	1 342,8
16--17	5	101,0	74,5	1 443,8
17--18	6,5	131,3	80	1 575,0
18--19	6,5	131,3	85	1 706,3
19--20	5	101,0	89,5	1 807,2
20--21	4,5	90,9	93,5	1 898,1
21--22	3	60,6	96,5	1 958,7
22--23	2	40,4	98,5	1 999,1
23--24	1	20,2	100	2 019,3

- Le débit de pointe $Q_{max,h}$ pour la partie nord de la ville de Bouharoun à l'horizon 2020 est de **141,3 m³/h** soit **39,26 l/s** et survient entre 12 h et 14h.

La figure II.2 présente l'histogramme de la consommation journalière de la partie nord de la ville Bouharoun à l'horizon 2020.

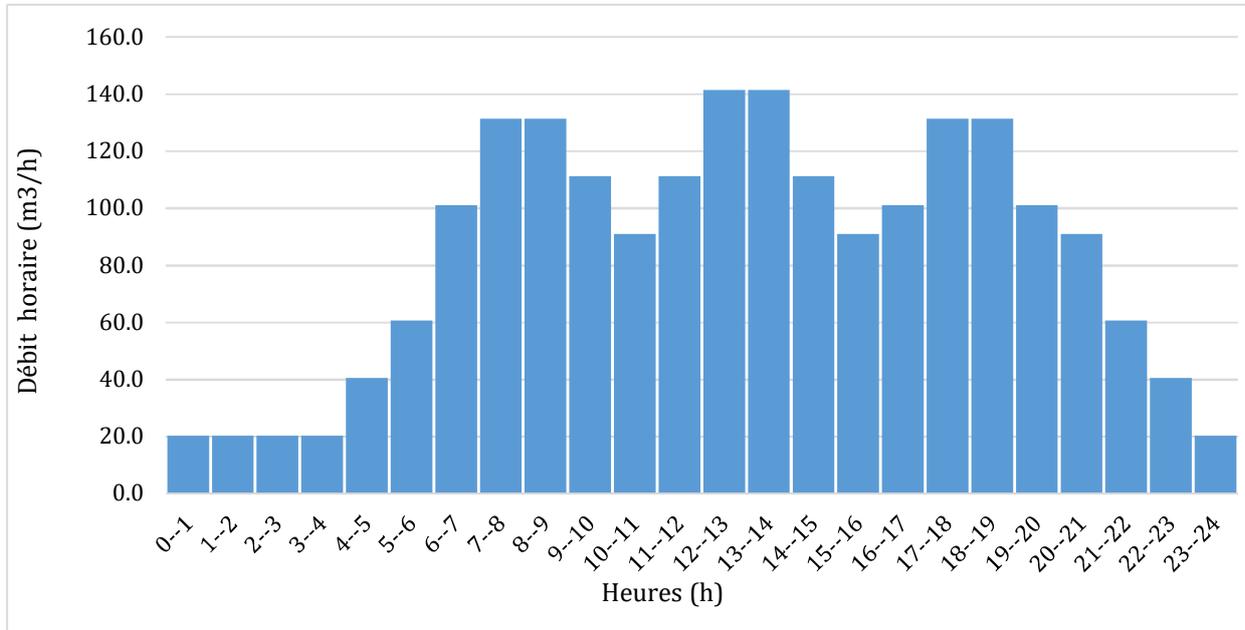


Figure II.2. Histogramme de la consommation journalière de la partie nord à l'horizon 2020

La figure II.3 présente la courbe de consommation journalière cumulée de la partie nord à l'horizon 2020.

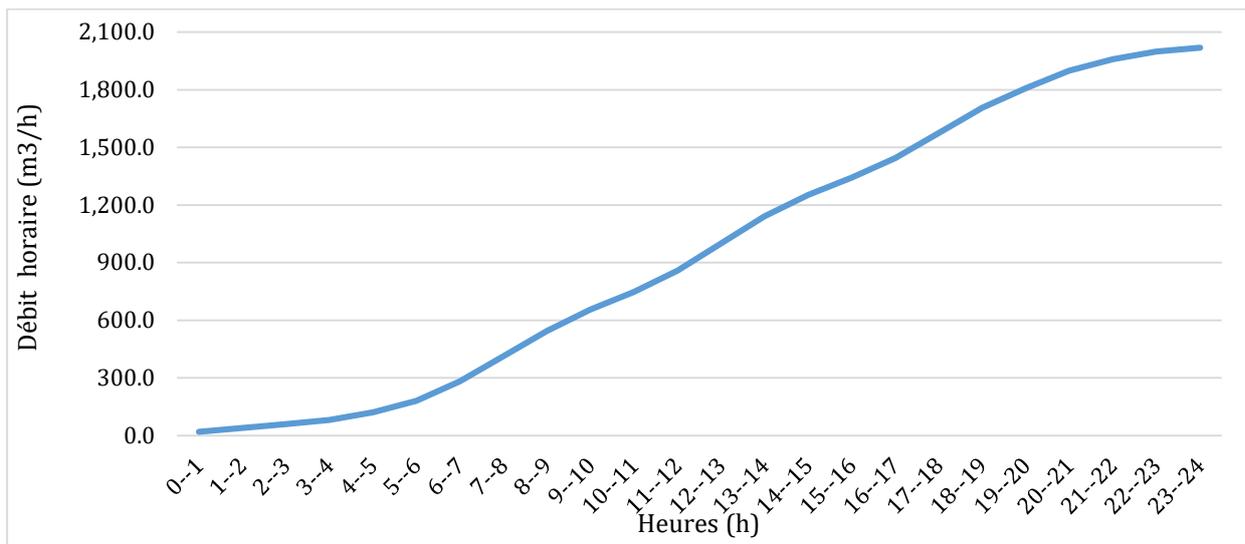


Figure II.3. Courbe consommation journalière cumulée de la partie nord à l'horizon 2020

II.7.2. La consommation horaire de la partie sud à l'horizon 2020

La variation de consommation horaire de la partie sud à l'horizon 2020 est représentée dans le tableau II.17.

Tableau II.17. Variation de la consommation horaire de la partie sud à l'horizon 2020

Heures	Consommation %	Consommation m^3/h	Consommation cumulée	
			%	m^3/h
0--1	1	8,5	1,5	8,5
1--2	1	8,5	3	17,1
2--3	1	8,5	4,5	25,6
3--4	1	8,5	6	34,2
4--5	2	17,1	8,5	51,2
5--6	3	25,6	12	76,9
6--7	5	42,7	16,5	119,6
7--8	6,5	55,5	22	175,1
8--9	6,5	55,5	28,25	230,6
9--10	5,5	47,0	34,5	277,5
10--11	4,5	38,4	40,75	316,0
11--12	5,5	47,0	47	362,9
12--13	7	59,8	52	422,7
13--14	7	59,8	57	482,5
14--15	5,5	47,0	62,5	529,4
15--16	4,5	38,4	68,5	567,9
16--17	5	42,7	74,5	610,6
17--18	6,5	55,5	80	666,1
18--19	6,5	55,5	85	721,6
19--20	5	42,7	89,5	764,3
20--21	4,5	38,4	93,5	802,7
21--22	3	25,6	96,5	828,3
22--23	2	17,1	98,5	845,4
23--24	1	8,5	100	853,9

- Le débit de pointe $Q_{max,h}$ pour la partie sud à l'horizon 2020 est de **59,8 m^3/h** soit **16,6 l/s** et survient entre 12 h et 14h.

La figure II.4 représente l'histogramme de la consommation journalière de la partie sud à l'horizon 2020.

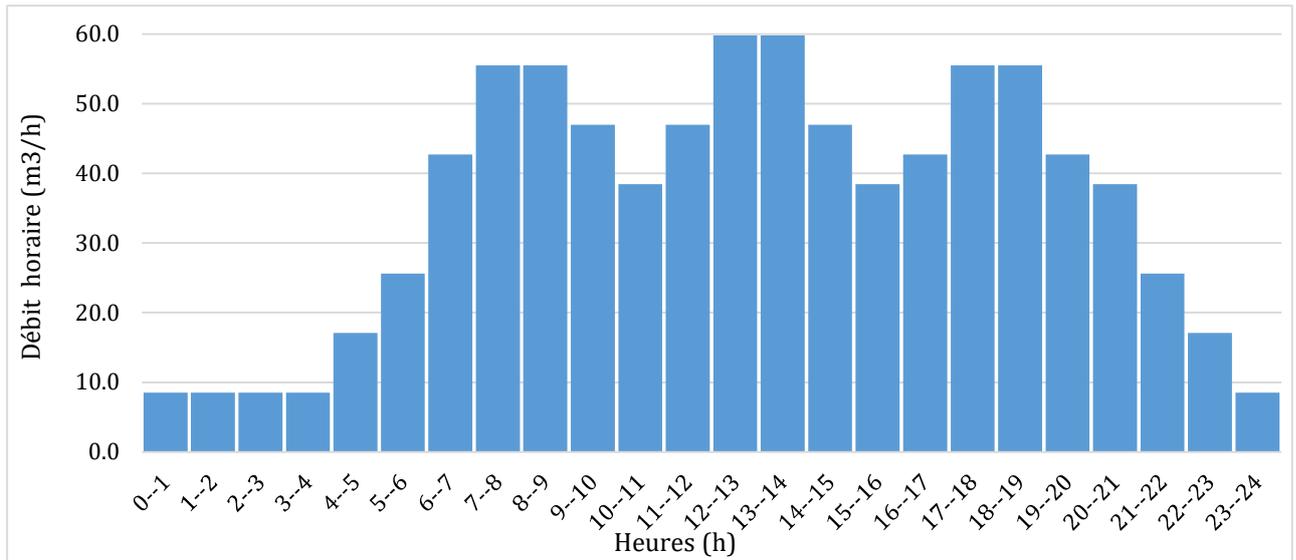


Figure II.4. Histogramme de la consommation journalière de la partie sud à l'horizon 2020

La figure II.5 présente la courbe de consommation journalière cumulée de la partie sud à l'horizon 2020.

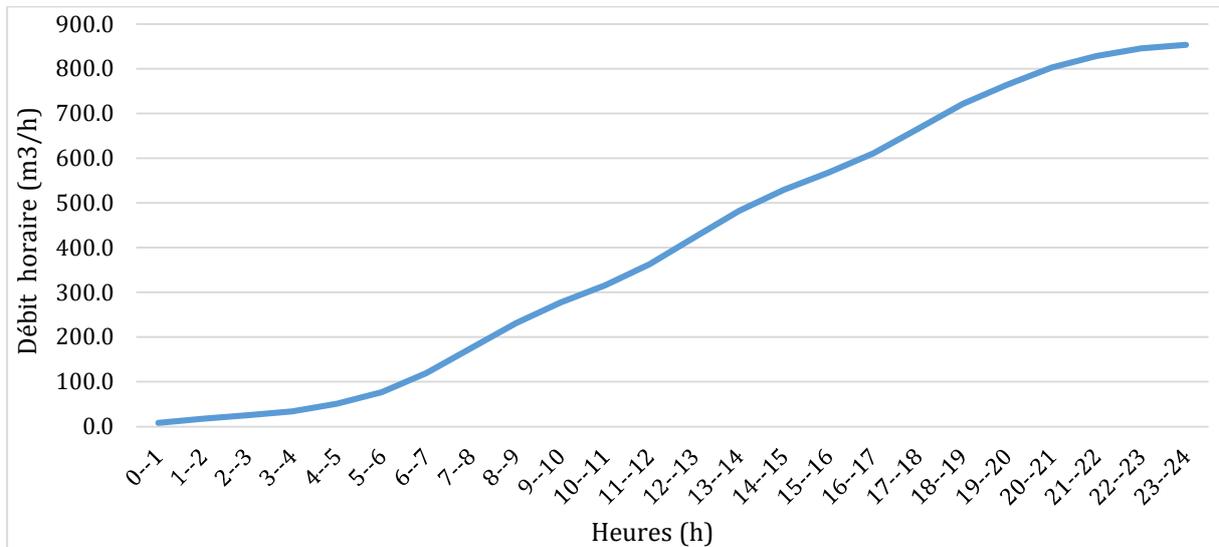


Figure II.5. Courbe consommation journalière cumulée de la partie sud à l'horizon 2020

II.7.3. La consommation horaire de la partie nord à l'horizon 2050

La variation de consommation horaire de la partie nord à l'horizon 2050 est représentée dans le tableau II.18.

Tableau II.18. Variation de la consommation horaire de la partie nord à l'horizon 2050

Heures	Consommation %	Consommation m^3/h	Consommation cumulée	
			%	m^3/h
0--1	1,5	69,2	1,5	69,2
1--2	1,5	69,2	3	138,5
2--3	1,5	69,2	4,5	207,7
3--4	1,5	69,2	6	276,9
4--5	2,5	115,4	8,5	392,3
5--6	3,5	161,5	12	553,9
6--7	4,5	207,7	16,5	761,6
7--8	5,5	253,9	22	1 015,4
8--9	6,25	288,5	28,25	1 303,9
9--10	6,25	288,5	34,5	1 592,4
10--11	6,25	288,5	40,75	1 880,9
11--12	6,25	288,5	47	2 169,4
12--13	5	230,8	52	2 400,1
13--14	5	230,8	57	2 630,9
14--15	5,5	253,9	62,5	2 884,8
15--16	6	276,9	68,5	3 161,7
16--17	6	276,9	74,5	3 438,7
17--18	5,5	253,9	80	3 692,5
18--19	5	230,8	85	3 923,3
19--20	4,5	207,7	89,5	4 131,0
20--21	4	184,6	93,5	4 315,6
21--22	3	138,5	96,5	4 454,1
22--23	2	92,3	98,5	4 546,4
23--24	1,5	69,2	100	4 615,7

- Le débit de pointe $Q_{max,h}$ pour la partie nord de la ville de Bouharoun à l'horizon 2050 est de **288,5 m³/h**, soit **80,13 l/s** et survient entre 8 h et 12h.

La figure II.2 présente l'histogramme de la consommation journalière de la partie nord de la ville Bouharoun à l'horizon 2050.

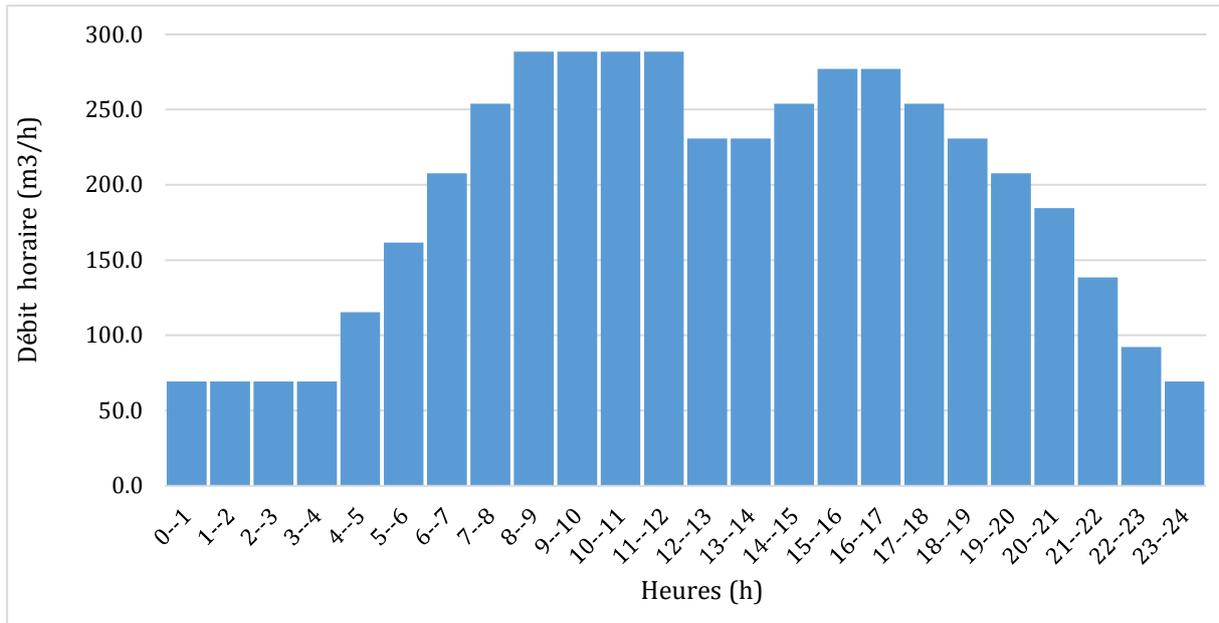


Figure II.6. Histogramme de la consommation journalière de la partie nord à l'horizon 2050

La figure II.5 présente la courbe de consommation journalière cumulée de la partie nord à l'horizon 2050.

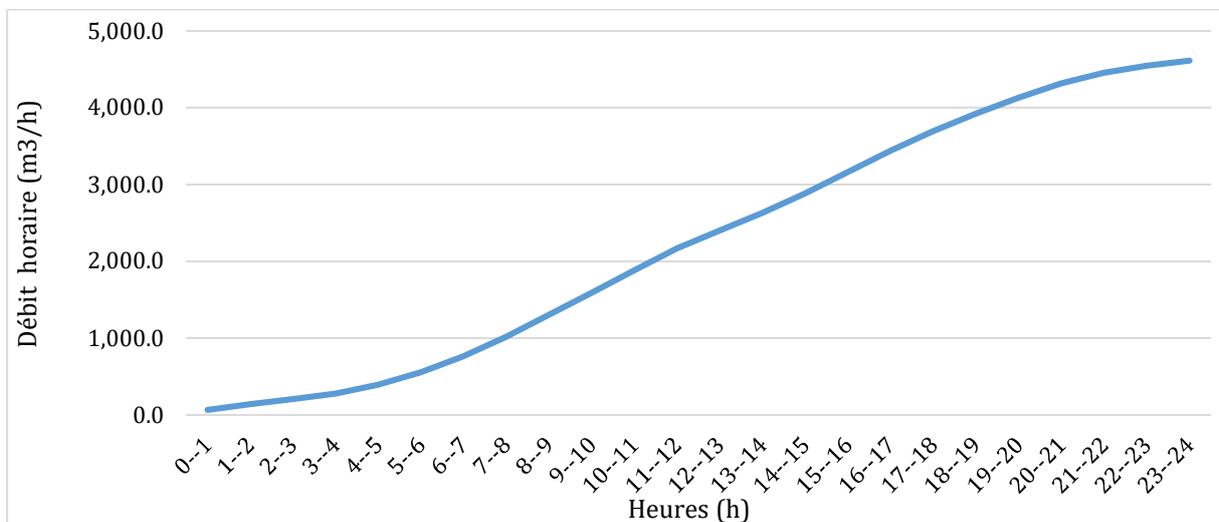


Figure II.7. Courbe consommation journalière cumulée de la partie nord à l'horizon 2050

II.7.4. La consommation horaire de la partie sud à l'horizon 2050

La variation de consommation horaire de la partie sud à l'horizon 2050 est représentée dans le tableau II.19.

Tableau II.19. Variation de la consommation horaire de la partie sud à l'horizon 2050

Heures	Consommation %	Consommation m^3/h	Consommation cumulée	
			%	m^3/h
0--1	1	19,7	1,5	19,7
1--2	1	19,7	3	39,3
2--3	1	19,7	4,5	59,0
3--4	1	19,7	6	78,7
4--5	2	39,3	8,5	118,0
5--6	3	59,0	12	177,0
6--7	5	98,3	16,5	275,3
7--8	6,5	127,8	22	403,2
8--9	6,5	127,8	28,25	531,0
9--10	5,5	108,2	34,5	639,2
10--11	4,5	88,5	40,75	727,7
11--12	5,5	108,2	47	835,8
12--13	7	137,7	52	973,5
13--14	7	137,7	57	1 111,2
14--15	5,5	108,2	62,5	1 219,3
15--16	4,5	88,5	68,5	1 307,8
16--17	5	98,3	74,5	1 406,2
17--18	6,5	127,8	80	1 534,0
18--19	6,5	127,8	85	1 661,8
19--20	5	98,3	89,5	1 760,2
20--21	4,5	88,5	93,5	1 848,7
21--22	3	59,0	96,5	1 907,7
22--23	2	39,3	98,5	1 947,0
23--24	1	19,7	100	1 966,7

- Le débit de pointe $Q_{Q_{max,h}}$ pour la partie sud à l'horizon 2020 est de **137,7 m³/h**, soit **38,24 l/s** et survient entre 12 h et 14h.

La figure II.4 présente l'histogramme de la consommation journalière de la partie sud à l'horizon 2050.

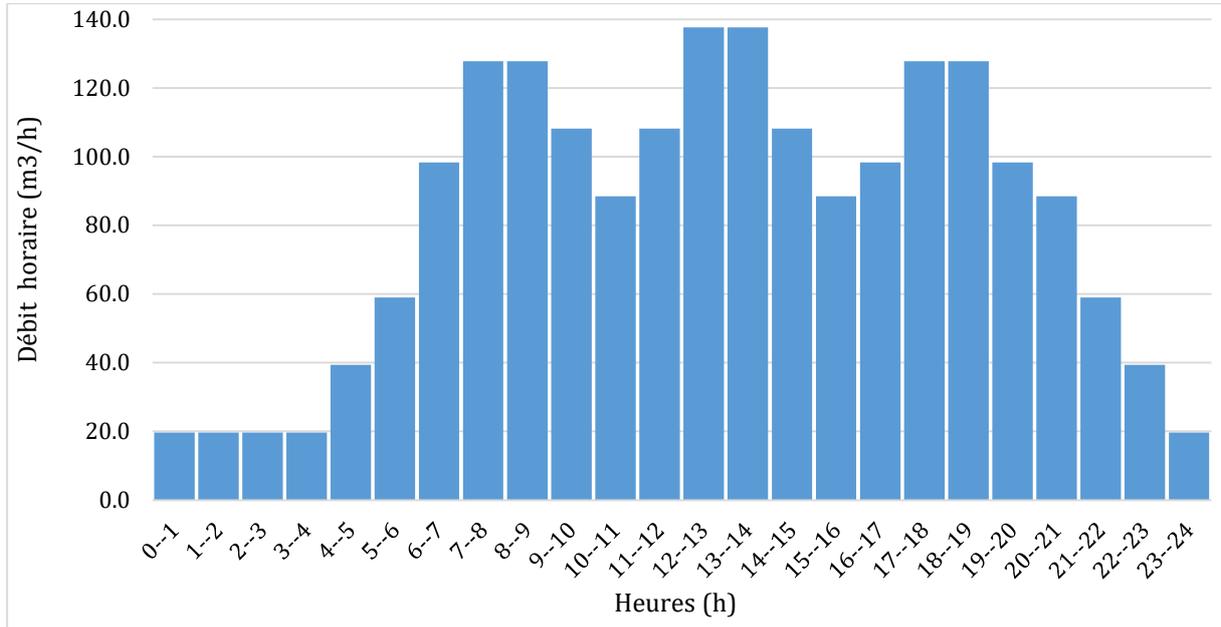


Figure II.8. Histogramme de la consommation journalière de la partie sud à l'horizon 2050

La figure II.5 présente la courbe de consommation journalière cumulée de la partie sud à l'horizon 2050.

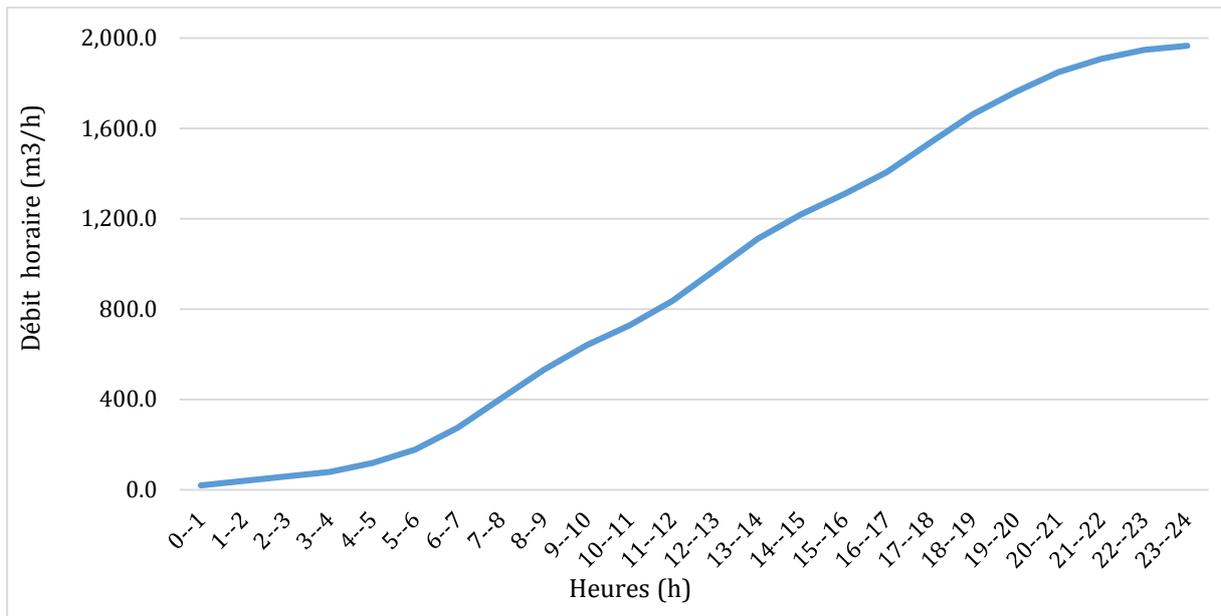


Figure II.9. Courbe consommation journalière cumulée de la partie sud à l'horizon 2050

II.8. Conclusion

En comparant le débit maximum journalier caractérisant la consommation aux débits disponible pour les deux horizons actuel 2020 et future 2050. En sachant que le débit des ressources est égal à $6\,624\text{ m}^3/j$, nous avons :

- Horizon 2020 :

$$Q_{max.j\ 2020} = 2\,873\text{ m}^3/j < Q_{ressource} = 6\,624,0\text{ m}^3/j \dots \text{(II.11)}$$

- Horizon 2050 :

$$Q_{max.j\ 2050} = 6\,582.3\text{ m}^3/j < Q_{ressource} = 6\,624.0\text{ m}^3/j \dots \text{(II.12)}$$

Nous concluons que les ressources actuelles peuvent satisfaire la totalité des besoins en eau potable de la ville de Bouharoun jusqu'à l'horizon 2050.

Chapire III. Étude des réservoirs

III.1. Introduction

Le réservoir est un ouvrage intermédiaire entre les réseaux d'adductions et les réseaux de distribution. C'est un ouvrage aménagé pour contenir de l'eau, soit destinée à la consommation publique, soit de l'eau à usage industriel. Ces derniers possèdent des débits non uniformes durant la journée. L'étude du réservoir nous permet alors de gérer les débits selon la demande.

III.2. Rôle des réservoirs

Les réservoirs d'eau sont en général nécessaires pour pouvoir alimenter convenablement une agglomération en eau potable.

Les réservoirs ont plusieurs rôles dans un système d'AEP, on peut citer : [2]

- Régularité dans le fonctionnement du pompage ;
- Sollicitation régulière des points d'eau ;
- Emmagasinement d'eau pendant les heures creuses de consommation et restitution pendant les heures où la consommation devient importante ;
- Assurer la continuité de la distribution pendant l'arrêt de la pompe ;
- Régulariser la pression dans le réseau de distribution ;
- Coordonner le régime d'adduction au régime de distribution ;
- Jouer le rôle de brise charge dans le cas d'une distribution étagée ;
- Assurer la réserve d'incendie ;
- Jouer le rôle de relais.

III.3. Emplacement des réservoirs

L'emplacement du réservoir pose souvent un problème délicat à résoudre. Pour cela, nous sommes amenés à tenir compte des considérations techniques et économiques suivantes : [3]

- Il est préférable que l'emplacement puisse permettre une distribution gravitaire, c'est-à-dire que la côte du radier doit être supérieure à la côte piézométrique maximale dans le réseau ;
- Pour des raisons économiques, il est préférable que son remplissage se fasse gravitairement, c'est à-dire le placer à un point bas par rapport à la prise d'eau ;
- L'implantation doit se faire, de préférence, à l'extrémité de la ville ou à proximité du centre important de consommation ;

- L'emplacement du réservoir doit être choisi de telle façon à pouvoir satisfaire les abonnés de point de vue pression.

III.4. Types des réservoirs

Pour des capacités réduites, les réservoirs sont, parfois, construits en tôle « métalliques ». Mais, d'une manière générale, les réservoirs sont construits en maçonnerie et surtout en béton armé ou en béton précontraint. La hauteur à donner au plan d'eau inférieur de la cuve impose, très souvent, les conditions de construction du réservoir qui peut être :^[2]

- Complètement enterré ;
- Semi enterré ;
- Surélevé.

III.5. Équipement du réservoir

Un réservoir unique ou compartimenté doit être équipé d'une :^[2]

- Conduite d'arrivée ou d'alimentation ;
- Conduite de départ ou de distribution ;
- Conduite de vidange ;
- Conduite de trop-plein ;
- Système de matérialisation d'incendie ;
- Conduite by-pass.

Toutes ces conduites doivent normalement aboutir dans une chambre de manœuvre. La traversée des parois des réservoirs par les diverses canalisations peut s'effectuer, soit à l'aide des gaines étanches comprenant un corps en fonte muni de cannelures extérieures et de deux brides de raccordement, soit au moyen de manchons et viroles à double bride.

a. Conduite d'arrivée ou d'alimentation

Cette conduite du type refoulement ou gravitaire, doit arriver de préférence dans la cuve en siphon noyé ou par le bas, toujours à l'opposé de la conduite de départ, pour provoquer un meilleur brassage.

Cette arrivée par le bas ou en siphon noyé permet le renouvellement d'eau par mélange en créant des perturbations. L'extrémité de cette dernière est munie d'un dispositif qui obture la conduite quand le niveau atteint son maximum. ^[2]

b. Conduite de départ ou de distribution

Cette conduite est placée à l'opposé de la conduite d'arrivée à quelques centimètres au-dessus du radier (15 à 20 cm) pour éviter l'entrée de matières en suspension. L'extrémité est munie d'une crépine courbée pour éviter le phénomène de vortex (pénétration d'air dans la conduite). Cette conduite est équipée d'une vanne à survitesse permettant la fermeture rapide en cas de rupture.

[2]

c. Conduite de trop-plein

Cette conduite permet d'évacuer l'excès d'eau au réservoir dans le cas où la pompe ne s'arrête pas à son extrémité qui doit être en forme de siphon afin d'éviter l'introduction de certains corps nocifs dans la cuve. [2]

d. Conduite de vidange

La conduite de vidange doit partir du point le plus bas du radier. Elle permet la vidange du réservoir en cas de nettoyage ou de réparation.

Elle est munie d'un robinet vanne, et se raccorde généralement à la conduite de trop-plein. Le robinet vanne doit être nettoyé après chaque vidange pour éviter les dépôts de sable. [2]

e. Conduite by-pass

C'est un tronçon de conduite qui relie la conduite d'arrivée et la conduite de départ dans le cas d'un réservoir. Utile pour maintenir l'alimentation du réseau quand le réservoir est isolé pour son entretien. [2]

III.6. Matérialisation d'une réserve d'incendie

C'est une disposition spéciale de la tuyauterie qui permet d'interrompre l'écoulement, une fois Le niveau de la réserve d'incendie est atteint, nous distinguons :

- **Système à deux prises** : rarement utilisé du fait de l'existence d'une tranche d'eau morte. La réserve de sécurité n'est pas convenablement renouvelée.
- **Système à siphon** : désamorcer quand le niveau de la réserve est atteint, grâce à l'évent, pour que la réserve ne soit pas entamée. Ainsi la réserve est constamment renouvelée, en restant disponible tout le temps.

La figure V.1 présente le schéma d'équipement des réservoirs.

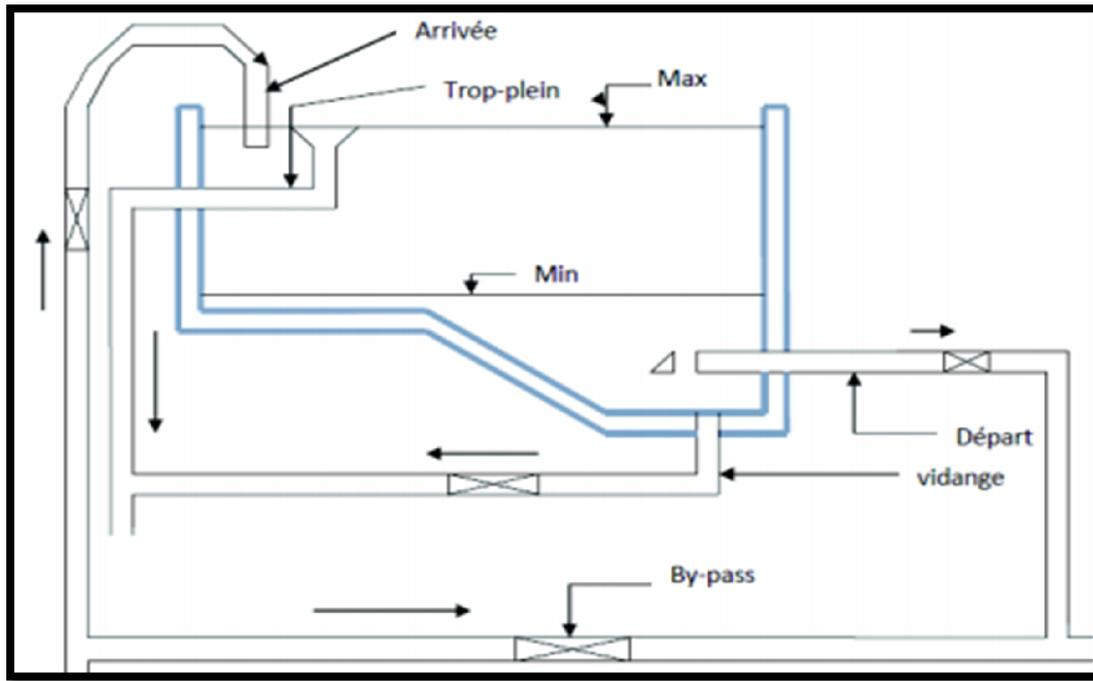


Figure III.1. Schéma d'équipement des réservoirs

III.7. Calcul de la capacité des réservoirs

Pour satisfaire au rôle qu'ils doivent jouer, les réservoirs doivent avoir une capacité suffisante.

La capacité d'un réservoir doit être estimée en tenant compte des variations des débits à l'entrée comme à la sortie, augmentée éventuellement de la réserve d'incendie qui est estimée à un minimum de 120 m³.

Le réseau d'alimentation de cette étude est fait de telle sorte que l'agglomération de la ville de Bouharoun soit alimentée principalement par quatre réservoirs, comme le décrit le tableau suivant :

Tableau III.1. Caractéristiques des réservoirs

Réservoir	Volume (m ³)	Cote radier (m NGA)	Type	Zone desservies
R1 NEDJAR	750	167	Semi enterré	- Partie sud de la ville de Bouharoun - Cité 140 logements LSP - Cité 60 logements
R2 BOUHAROUN	1000	71	Au sol	- Alimente toute la partie nord de la ville Bouharoun - Réservoirs R3 - Réservoir R4
R3 LA FERMETTE	250	63	Au sol	- Aliment une partie du centre-ville
R4 LES ORANGES	250	63	Enterré	- Aliment une partie du centre-ville

(SEAAL, 2020)

III.7.1. Calcul de capacité des réservoirs de la partie nord

La partie nord à une population entre 10 001 à 50 000 habitants, ce qui correspond à la deuxième colonne du tableau des répartitions horaires du débit maximal journalier (voir annexe).

Sachant que la station de pompage fonctionne 20h/24h, donc l'apport horaire est : $100/20 = 5\%$.

On détermine le tableau au-dessous :

Tableau III.2. Détermination de la capacité des réservoirs de la partie nord

Heures	Consommation d'eau en (%)	Refolement d'eau en (%)	Arrivée d'eau au réservoir	Départ d'eau du réservoir	Reste dans le réservoir	
					$\Delta V+$	$\Delta V-$
0--1	1,5	5	3,5	-	3,5	15
1--2	1,5	5	3,5	-	7	11,5
2--3	1,5	5	3,5	-	10,5	8
3--4	1,5	5	3,5	-	14	4,5
4--5	2,5	5	2,5	-	16,5	2
5--6	3,5	5	1,5	-	18	0,5
6--7	4,5	5	0,5	-	18,5	0
7--8	5,5	5	-	0,5	18	0,5
8--9	6,25	5	-	1,25	16,75	1,75
9--10	6,25	5	-	1,25	15,5	3
10--11	6,25	5	-	1,25	14,25	4,25
11--12	6,25	5	-	1,25	13	5,5
12--13	5	5	0	-	13	5,5
13--14	5	5	0	-	13	5,5
14--15	5,5	5	-	0,5	12,5	6
15--16	6	5	-	1	11,5	7
16--17	6	5	-	1	10,5	8
17--18	5,5	5	-	0,5	10	8,5
18--19	5	5	0		10	8,5
19--20	4,5	5	0,5		10,5	8
20--21	4	0	-	4	6,5	12
21--22	3	0	-	3	3,5	15
22--23	2	0	-	2	1,5	17
23--24	1,5	0	-	1,5	0	18,5
Total	100	100	/	/	/	/

(SEAAAL, 2020)

Nous calculons la capacité des réservoirs de la partie nord par la méthode analytique suivante :

$$V_R = \frac{|\Delta V^+| + |\Delta V^-|}{100} \times Q_{max.j} + V_{inc} \dots \text{(III.1)}$$

- V_R : volume totale du réservoir en (m³) ;
- $\frac{|\Delta V^+| + |\Delta V^-|}{100}$: Coefficient de dimensionnement ;

Avec :

- ΔV^+ : excès pendant les différentes heures de la journée ;
- ΔV^- : déficit pendant les différentes heures de la journée ;
- $Q_{max.j}$: débit maximale journalière en (m³/j) ;
- V_{inc} : réserve d'incendie (120m).

A.N :

$$V_R = \frac{18,5+0}{100} \times 4615,66 + 120$$

$$V_R = 973,90 \text{ m}^3$$

La capacité du réservoir R2 Bouharoun, existant dans la partie nord de la ville de Bouharoun est de 1000 m³. Cette capacité de réservoir est suffisante pour alimenter la partie nord jusqu'à l'horizon 2050.

III.7.2. Calcul de capacité des réservoirs de la partie sud

La partie sud à une population, moins de 10 000 habitants, ce qui correspond à la première colonne du tableau des répartitions horaires du débit maximal journalier (voir annexe).

Sachant que la station de pompage fonctionne 20h/24h, donc l'apport horaire est : $100/20 = 5\%$.

On détermine le tableau au-dessous :

Tableau III.3. Détermination de la capacité du réservoir de la partie sud

Heures	Consommation d'eau en (%)	Refolement d'eau en (%)	Arrivée d'eau au réservoir	Départ d'eau du réservoir	Reste dans le réservoir	
					ΔV^+	ΔV^-
0--1	1	5	4	-	4	9,5
1--2	1	5	4	-	8	5,5
2--3	1	5	4	-	12	1,5
3--4	1	5	4	-	16	-2,5
4--5	2	5	3	-	19	-5,5
5--6	3	5	2	-	21	-7,5

Heures	Consommation d'eau en (%)	Refoulement d'eau en (%)	Arrivée d'eau au réservoir	Départ d'eau du réservoir	Reste dans le réservoir	
					ΔV^+	ΔV^-
6--7	5	5	0	-	21	-7,5
7--8	6,5	5	-	1,5	19,5	-6
8--9	6,5	5	-	1,5	18	-4,5
9--10	5,5	5	-	0,5	17,5	-4
10--11	4,5	5	0,5	-	18	-4,5
11--12	5,5	5	-	0,5	17,5	-4
12--13	7	5	-	2	15,5	-2
13--14	7	5	-	2	13,5	0
14--15	5,5	5	-	0,5	13	0,5
15--16	4,5	5	0,5	-	13,5	0
16--17	5	5	-	0	13,5	0
17--18	6,5	5	-	1,5	12	1,5
18--19	6,5	5	-	1,5	10,5	3
19--20	5	5	-	0	10,5	3
20--21	4,5	0	-	4,5	6	7,5
21--22	3	0	-	3	3	10,5
22--23	2	0	-	2	1	12,5
23--24	1	0	-	1	0	13,5
Total	100	100	/	/	/	/

Nous calculons la capacité des réservoirs de la partie sud par la méthode analytique :

$$V_R = \frac{|\Delta V^+| + |\Delta V^-|}{100} \times Q_{max.j} + V_{inc} \dots \text{(III. 2)}$$

- V_R : volume totale du réservoir en (m³) ;
- $\frac{|\Delta V^+| + |\Delta V^-|}{100}$: Coefficient de dimensionnement ;

Avec :

- ΔV^+ : excès pendant les différentes heures de la journée ;
- ΔV^- : déficit pendant les différentes heures de la journée ;
- $Q_{max.j}$: débit maximale journalière en (m³/j) ;
- V_{inc} : réserve d'incendie (120m).

A.N :

$$V_R = \frac{21+0}{100} \times 1966,68 + 120$$

$$V_R = 533 \text{ m}^3$$

La capacité du réservoir R1 Nedjare, existant dans la partie sud de la ville de Bouharoun est de 750 m³. Ce réservoir est largement suffisant jusqu'à l'horizon 2050.

III.8. Entretien des réservoirs

L'entretien des réservoirs se fait obligatoirement au moins une fois par an. Cet entretien comporte plusieurs opérations :

- Isolement est vidange de la cuve, afin d'éviter le gaspillage de l'eau et la perte du temps, on ne procède à cette opération que lorsque la quantité d'eau stockée dans le réservoir est la plus faible.
- Élimination des dépôts sur les parois.
- Examen et réparation.
- Désinfection à l'aide de produits chlorés.
- Il faut signaler que les parties métalliques (portes, échelles, équipements hydrauliques et cheminées d'aération) sont aussi concernées par l'entretien.

Par mesure d'hygiène et de sécurité les réservoirs sont couverts afin d'être protégés contre les corps étrangers et les variations de température.

III.9. Conclusion

La détermination de la capacité des réservoirs nous a permis de savoir s'il y a intérêt à projeter un réservoir ou non.

Selon notre calcul, nous avons trouvé que la capacité des réservoirs existants : le réservoir R1 pour la partie sud et le réservoir R2 pour la partie nord, ont un volume suffisant, tout en supposant que l'état de ces réservoirs restera bon jusqu'à l'horizon considéré 2050.

Chapire IV. Diagnostic du réseau actuel

IV.1. Introduction

Ce chapitre consiste à définir les conditions actuelles du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Bouharoun. D'après les données et les documents fournis par les services techniques de SEAAL, concernant le réseau existant de la ville, nous allons procéder à une simulation du comportement hydraulique avec le logiciel EPANET, afin de vérifier la fiabilité de notre réseau en déterminant les vitesses et les pressions dans le réseau à l'état actuel.

IV.2. Description du logiciel EPANET

EPANET est un logiciel développé pour la simulation du comportement des systèmes de distribution d'eau d'un point de vue hydraulique et également d'un point de vue de qualité de l'eau, distribué par la US Environmental Protection Agency (EPA). Grâce à ses algorithmes de calcul les plus avancés, son interface graphique conviviale et intuitive, aux possibilités de relations avec d'autres logiciels d'application aussi à l'existence d'une liste d'utilisateurs et lieux de communications et d'échanges.

- Fonction et application :

Le logiciel EPANET a pour objectif une très bonne compréhension de l'écoulement et de l'usage de l'eau dans les systèmes de distribution. Il peut être utilisé pour plusieurs types d'applications dans l'analyse des systèmes de distribution et offre aussi un aide à la recherche de stratégies alternatives pour mieux gérer le réseau.

IV.3. Inventaire des conduites de distribution

Selon les données récupérées par les services de SEAAL, le réseau de distribution de la ville de Bouharoun est composé de divers matériaux avec un linéaire de l'ordre de 18,5 km avec des diamètres variant entre 32 à 250mm. Un inventaire plus détaillé est représenté par les deux tableaux en-dessous.

Le tableau IV.1 présente le linéaire des conduites existantes par diamètre et type du matériau utilisé.

Tableau IV.1. Linéaires des conduites de distribution par diamètre et par matériau

DN (mm)	Linéaire total (ml)	Acier (ml)	PVC (ml)	PEHD (ml)	Acier galvanisé (ml)
32	114,0	114	/	/	/
40	1108,0	180	/	928	/

DN (mm)	Linéaire total (ml)	Acier (ml)	PVC (ml)	PEHD (ml)	Acier galvanisé (ml)
50	3216,8	356	137,2	/	2723,6
57	653,0	/	653	/	/
63	1946,0	/	166	1780	/
75	20,0	/	20	/	/
80	1314,0	46	/	/	1268
90	2009,0	/	1070	939	/
100	5653,0	5225,0	/	/	428
125	389,0	389	/	/	/
150	1331,0	1331	/	/	/
160	96,5	96,5	/	/	/
250	688,7	688,7	/	/	/
Total	18539,0	8426,2	2046,2	3647,0	4419,6
%	100,0	45,45	11,04	19,67	23,84

Le tableau IV.2 présente le linéaire des conduites existantes par diamètre et par diamètre et période de pose.

Tableau IV.2. Linéaires de conduites par diamètre et période de pose

DN (mm)	Linéaire total (ml)	1970-1980 (ml)	1981-1990 (ml)	2001-2010 (ml)
32	114,0	0	114	0
40	1108,0	130	50	928
50	3216,8	0	3079,6	137,2
57	653,0	0	0	653
63	1946,0	0	166	1780
75	20,0	0	0	20
80	1314,0	0	1268	46
90	2009,0	0	1429	580
100	5653,0	3370	2283,0	0
125	389,0	0	389	0
150	1331,0	0	121	1210
160	96,5	0	96,5	0
250	688,7	0	688,7	0
Total	18539,0	3500,0	9684,8	5354,2
%	100,0	18,88	52,24	28,88

Remarque : nous pouvons constater que la majorité du réseau est composé par des matériaux de qualité médiocre (Acier, Acier galvanisé) et d'une qualité légèrement meilleure de PVC.

IV.4. Calcul hydraulique du réseau existant

Le système existant dans la ville de Bouharoun est le système de distribution avec des réservoirs de tête, donc la simulation de fonctionnement du réseau de distribution considère les deux cas de fonctionnement les plus usuels, à savoir :

- Cas de fonctionnement en débit de pointe (Q_{pte}) ;
- Cas de fonctionnement en débit de pointe plus incendie ($Q_p + Q_{inc}$).
- Détermination des débits (routes et nœuds) :

Le calcul des débits dans un réseau s'effectue par la détermination de :

- La longueur des tronçons qui assurent une distribution en route.
- Débit en route pendant l'heure de pointe.
- Débit spécifique en considérant le débit en route.

IV.4.1. Calcul des débits aux nœuds

- Débit en route

Le débit en route de chaque tronçon est le débit uniformément réparti sur son parcours, il est donné par la formule suivante :

$$Q_r = Q_{pte} - \sum Q_{conc} \text{ (l/s) ... (IV.1)}$$

Avec :

- Q_r : débit en route (l/s);
- Q_{pte} : débit de pointe de consommation (l/s) ;
- Q_{conc} : Débit concentré (l/s).

Dans nos deux réseaux, on ne dispose pas de débit concentré : $Q_{conc} = 0 \text{ l/s}$

- Débit spécifique

Pour le calcul, on admet l'hypothèse selon laquelle les besoins sont répartis régulièrement sur la longueur des réseaux de distribution. Pour cette raison, nous avons calculé le débit spécifique, égal à :

$$q_{sp} = \frac{Q_r}{\sum L_i} \text{ (l/s/m) ... (IV.2)}$$

Avec :

- Q_r : débit en route en (l/s) ;
- $\sum L_i$: Somme des longueurs des tronçons (l/s).

Comme on a deux réseaux indépendamment l'un de l'autre (partie nord et partie sud), on obtiendra deux débits maximums horaires, et vu que le linéaire diffère d'une zone à une autre, on aura donc deux débits spécifiques à calculer, comme suit :

Tableau IV.3. Calcul des débits spécifiques à l'horizon (cas de pointe)

Réseaux	Q max.h 2020 (l/s)	Somme des longueurs (m)	Débit spécifique qsp (l/s/m)
Partie nord	39,26	11 653,12	0,00338
Partie sud	16,6	4 919,05	0,00337

- Débit aux nœuds

Les débits nodaux sont des débits concentrés en chaque nœud pour alimenter la population répartie autour de la moitié du tronçon de la conduite ayant en commun les nœuds considérés, ils sont déterminés par la relation suivante :

$$Q_{ni} = 0,5 \sum q_{ri} + \sum Q_{conc} \dots (IV.3)$$

Avec :

- Q_{ni} : débit au nœud (l/s),
- $\sum Q_{conc}$: somme des débits concentrés au niveau du nœud considéré (l/s).
- $\sum q_{ri}$: somme des débits en route des tronçons reliant deux nœuds (l/s)

Remarque :

On note que la somme des débits concentrés aux différents nœuds du réseau de distribution est nulle ($\sum Q_{conc}=0$).

- **Cas de pointe :**

Les résultats du calcul des débits aux nœuds en cas de pointe du réseau de distribution, sont donnés dans le tableau IV.4.

Tableau IV.4. Calcul des débits nodaux à l'horizon 2020 (cas de pointe)

Nœud	Tronçon	Longueur (m)	qsp (l/s/m)	Débit tronçon (l/s)	Débit nodale (l/s)
1	1--2	865,33	0,00338	2,927	1,463
2	2--1	865,33	0,00338	2,927	1,545
	2--3	13,99	0,00338	0,047	
	2--25	34,55	0,00338	0,117	
3	3--2	13,99	0,00338	0,047	0,324
	3--4	37	0,00338	0,125	
	3--7	140,8	0,00338	0,476	
4	4--5	13,37	0,00338	0,045	0,201
	4--6	68,71	0,00338	0,232	
	4--3	37	0,00338	0,125	
5	5--4	13,37	0,00338	0,045	0,023
6	6--4	68,71	0,00338	0,232	0,116
7	7--3	140,8	0,00338	0,476	0,334
	7--8	28,3	0,00338	0,096	
	7--9	28,5	0,00338	0,096	
8	8--7	28,3	0,00338	0,096	0,048
9	9--7	28,5	0,00338	0,096	0,183
	9--10	15	0,00338	0,051	
	9--15	64,52	0,00338	0,218	
10	10--9	15	0,00338	0,051	0,138
	10--11	38,13	0,00338	0,129	
	10--12	28,24	0,00338	0,096	
11	11--oct	38,13	0,00338	0,129	0,064
12	12--10	28,24	0,00338	0,096	0,220
	12--13	17,58	0,00338	0,059	
	12--14	84,01	0,00338	0,284	
13	13--12	17,58	0,00338	0,059	0,030
14	14--12	84,01	0,00338	0,284	0,268
	14--15	37,6	0,00338	0,127	
	14--17	36,86	0,00338	0,125	
15	15--09	64,52	0,00338	0,218	0,240
	15--14	37,6	0,00338	0,127	
	15--16	39,68	0,00338	0,134	
16	16--15	39,68	0,00338	0,134	0,188
	16--17	38,8	0,00338	0,131	
	16--19	32,83	0,00338	0,111	
17	17--14	36,86	0,00338	0,125	0,183
	17--16	38,8	0,00338	0,131	
	17--18	32,83	0,00338	0,111	
18	18--17	32,83	0,00338	0,111	0,176
	18--19	42,1	0,00338	0,142	

Nœud	Tronçon	Longueur (m)	qsp (l/s/m)	Débit tronçon (l/s)	Débit nodale (l/s)
	18--20	28,89	0,00338	0,098	
19	19--16	32,83	0,00338	0,111	0,189
	19--18	42,1	0,00338	0,142	
	19--21	37	0,00338	0,125	
	20--18	28,89	0,00338	0,098	
20	20--21	48,95	0,00338	0,166	0,132
	21--19	37	0,00338	0,125	
21	21--20	48,95	0,00338	0,166	0,322
	21--22	104,45	0,00338	0,353	
	22--21	104,45	0,00338	0,353	
22	22--23	38,31	0,00338	0,130	0,492
	22--24	148	0,00338	0,501	
	23--22	38,31	0,00338	0,130	
23	23--22	38,31	0,00338	0,130	0,065
24	24--22	148	0,00338	0,501	0,250
25	25--2	34,55	0,00338	0,117	0,932
	25--26	120,05	0,00338	0,406	
	25--134	396,3	0,00338	1,340	
26	26--25	120,05	0,00338	0,406	0,640
	26--27	39,67	0,00338	0,134	
	26--43	218,5	0,00338	0,739	
27	27--26	39,67	0,00338	0,134	0,315
	27--28	22,78	0,00338	0,077	
	27--133	123,6	0,00338	0,418	
28	28--27	22,78	0,00338	0,077	0,366
	28--29	39,67	0,00338	0,134	
	28--34	154	0,00338	0,521	
29	29--28	39,67	0,00337	0,134	0,070
	29--30	1,91	0,00337	0,006	
30	30--29	1,91	0,00337	0,006	0,340
	30--31	100	0,00337	0,337	
	30--49	100	0,00337	0,337	
31	31--30	100	0,00337	0,337	0,582
	31--32	2,11	0,00337	0,007	
	31--104	243,26	0,00337	0,820	
32	32--31	2,11	0,00337	0,007	0,018
	32--33	8,57	0,00337	0,029	
33	33--32	8,57	0,00337	0,029	0,014
34	34--28	154	0,00338	0,521	0,321
	34--35	31,45	0,00338	0,106	
	34--41	4,474	0,00338	0,015	
35	35--34	31,45	0,00338	0,106	0,241
	35--36	22,89	0,00338	0,077	

Nœud	Tronçon	Longueur (m)	qsp (l/s/m)	Débit tronçon (l/s)	Débit nodale (l/s)
	35--37	87,98	0,00338	0,298	
36	36--35	22,89	0,00338	0,077	0,163
	36--37	36,89	0,00338	0,125	
	36--39	36,89	0,00338	0,125	
37	37--35	87,98	0,00338	0,298	0,277
	37--36	36,89	0,00338	0,125	
	37--38	39,13	0,00338	0,132	
38	38--37	39,13	0,00338	0,132	0,273
	38--39	56,85	0,00338	0,192	
	38--133	65,67	0,00338	0,222	
39	39--36	36,89	0,00338	0,125	0,166
	39--38	4,564	0,00338	0,015	
	39--40	56,85	0,00338	0,192	
40	40--39	4,564	0,00338	0,015	0,421
	40--41	206,7	0,00338	0,699	
	40--77	37,54	0,00338	0,127	
41	41--34	4,474	0,00338	0,015	0,499
	41--40	206,7	0,00338	0,699	
	41--42	83,84	0,00338	0,284	
42	42--41	83,84	0,00338	0,284	0,142
43	43--26	218,5	0,00337	0,736	0,623
	43--45	31,58	0,00337	0,106	
	43--48	119,8	0,00337	0,404	
44	44--102	32,33	0,00337	0,109	0,054
45	45--43	31,58	0,00337	0,106	0,594
	45--46	177,01	0,00337	0,596	
	45--47	144,2	0,00337	0,486	
46	46--45	177,01	0,00337	0,596	0,298
47	47--45	144,2	0,00337	0,486	0,243
48	48--43	119,8	0,00337	0,404	0,202
49	49--30	119,8	0,00337	0,404	0,441
	49--50	142,1	0,00337	0,479	
50	50--49	142,1	0,00337	0,479	1,090
	50--51	198,8	0,00337	0,670	
	50--90	306,32	0,00337	1,032	
51	51--50	198,8	0,00337	0,670	0,868
	51--52	218,5	0,00337	0,736	
	51--53	97,98	0,00337	0,330	
52	52--51	218,5	0,00337	0,736	0,368
53	53--51	97,98	0,00337	0,330	1,065
	53--54	481,93	0,00337	1,624	
	53--55	52,32	0,00337	0,176	

Nœud	Tronçon	Longueur (m)	qsp (l/s/m)	Débit tronçon (l/s)	Débit nodale (l/s)
54	54--53	52,32	0,00337	0,176	0,088
55	55-53	481,93	0,00337	1,624	0,812
56	56--57	66,55	0,00337	0,224	0,196
	56--58	49,8	0,00337	0,168	
57	57--56	66,55	0,00337	0,224	0,112
58	58--56	49,8	0,00337	0,168	0,402
	58--59	80,8	0,00337	0,272	
	58--60	108	0,00337	0,364	
59	59--58	80,8	0,00337	0,272	0,136
60	60--58	108	0,00337	0,364	0,398
	60--61	63,5	0,00337	0,214	
	60--66	65	0,00337	0,219	
61	61--60	63,5	0,00337	0,214	0,261
	61--62	62,52	0,00337	0,211	
	61--63	28,91	0,00337	0,097	
62	62--61	62,52	0,00337	0,211	0,105
63	63--61	28,91	0,00337	0,097	0,157
	63--64	32,84	0,00337	0,111	
	63--65	31,21	0,00337	0,105	
64	64--63	32,84	0,00337	0,111	0,055
65	65--63	31,21	0,00337	0,105	0,053
66	66--60	65	0,00337	0,219	0,263
	66--67	58,5	0,00337	0,197	
	66--68	32,35	0,00337	0,109	
67	67--66	58,5	0,00337	0,197	0,099
68	68--54	32,35	0,00337	0,109	0,198
	68--66	1,3	0,00337	0,004	
	68--69	84,14	0,00337	0,283	
69	69--68	84,14	0,00337	0,283	0,193
	69--70	76,74	0,00337	0,259	
	69--73	10,54	0,00337	0,036	
70	70--69	76,74	0,00337	0,259	0,332
	70--71	72,64	0,00337	0,245	
	70--72	47,48	0,00337	0,160	
71	71--70	72,64	0,00337	0,245	0,122
72	72--70	47,48	0,00337	0,160	0,080
73	73--69	10,54	0,00337	0,036	0,077
	73--74	15,45	0,00337	0,052	
	73--75	19,88	0,00337	0,067	
74	74--73	15,45	0,00337	0,052	0,026
75	75--73	19,88	0,00337	0,067	0,959
	75--76	76,12	0,00337	0,256	

Nœud	Tronçon	Longueur (m)	qsp (l/s/m)	Débit tronçon (l/s)	Débit nodale (l/s)
	75--78	473,3	0,00337	1,595	
76	76--75	76,12	0,00337	0,256	0,128
77	77--40	37,54	0,00338	0,127	0,528
	77--132	274,67	0,00338	0,929	
78	78--75	473,3	0,00337	1,595	0,797
79	79--80	178,3	0,00337	0,601	0,300
80	80--79	178,3	0,00337	0,601	0,484
	80--81	108,92	0,00337	0,367	
81	81--80	108,92	0,00337	0,367	0,963
	81--82	210	0,00337	0,708	
	81--86	252,95	0,00337	0,852	
82	82--81	210	0,00337	0,708	1,246
	82--83	264,7	0,00337	0,892	
	82--84	264,7	0,00337	0,892	
83	83--82	264,7	0,00337	0,892	1,174
	83--84	51,78	0,00337	0,174	
	83--89	380,3	0,00337	1,281	
84	84--82	264,7	0,00337	0,892	0,538
	84--83	51,78	0,00337	0,174	
	84--85	2,82	0,00337	0,010	
85	85--84	2,82	0,00337	0,010	0,485
	85--86	58,62	0,00337	0,197	
	85--89	226,7	0,00337	0,764	
86	86--81	252,95	0,00337	0,852	0,766
	86--85	58,62	0,00337	0,197	
	86--88	143,3	0,00337	0,483	
87	87--86	143,3	0,00337	0,483	0,388
	87--88	4,8	0,00337	0,016	
	87--90	82	0,00337	0,276	
88	88--87	82	0,00337	0,276	0,279
	88--89	57,13	0,00337	0,192	
	88--154	26,23	0,00337	0,088	
89	89--83	380,3	0,00337	1,281	1,119
	89--85	226,7	0,00337	0,764	
	89--88	57,13	0,00337	0,192	
90	90--50	306,32	0,00337	1,032	0,639
	90--87	4,8	0,00337	0,016	
	90--91	68,43	0,00337	0,231	
91	91--90	68,43	0,00337	0,231	0,560
	91--92	260,5	0,00337	0,878	
	91--93	3,8	0,00337	0,013	
92	92--91	260,5	0,00337	0,878	0,439
93	93--91	3,8	0,00337	0,013	0,146

Nœud	Tronçon	Longueur (m)	qsp (l/s/m)	Débit tronçon (l/s)	Débit nodale (l/s)
	93--94	49,39	0,00337	0,166	
	93--119	33,3	0,00337	0,112	
94	94--93	49,39	0,00337	0,166	0,436
	94--95	168,765	0,00337	0,569	
	94--98	40,61	0,00337	0,137	
95	95--94	168,765	0,00337	0,569	0,284
96	96--98	136	0,00337	0,458	0,229
97	97--115	62,55	0,00337	0,211	0,105
98	98--94	40,61	0,00337	0,137	0,397
	98--96	136	0,00337	0,458	
	98-100	59,34	0,00337	0,200	
99	99--100	134,1	0,00337	0,452	0,226
100	100--98	59,34	0,00337	0,200	0,541
	100--99	134,1	0,00337	0,452	
	100--104	127,63	0,00337	0,430	
101	101--102	139,6	0,00337	0,470	0,235
102	102--101	139,6	0,00337	0,470	0,352
	102--44	32,33	0,00337	0,109	
	102--103	37,12	0,00337	0,125	
103	103--102	37,12	0,00337	0,125	0,399
	103--105	97,35	0,00337	0,328	
	103--107	102,2	0,00337	0,344	
104	104--32	243,26	0,00337	0,820	0,632
	104--100	127,63	0,00337	0,430	
	104--105	4,05	0,00337	0,014	
105	105--103	97,35	0,00337	0,328	0,209
	105--104	4,05	0,00337	0,014	
	105--106	22,96	0,00337	0,077	
106	106--105	22,96	0,00337	0,077	0,321
	106--108	162,3	0,00337	0,547	
	106--112	5,25	0,00337	0,018	
107	107--103	102,2	0,00337	0,344	0,001
108	108--106	162,3	0,00337	0,547	0,341
	108--109	22,47	0,00337	0,076	
	108-110	17,57	0,00337	0,059	
109	109--108	22,47	0,00337	0,076	0,038
110	110--108	17,57	0,00337	0,059	0,030
111	111-112	94,14	0,00337	0,317	0,159
112	112--106	5,25	0,00337	0,018	0,170
	112--111	94,14	0,00337	0,317	
	112--113	1,4	0,00337	0,005	
113	113--112	1,4	0,00337	0,005	0,002
114	114--115	58,43	0,00337	0,197	0,098

Nœud	Tronçon	Longueur (m)	qsp (l/s/m)	Débit tronçon (l/s)	Débit nodale (l/s)
115	115--97	62,55	0,00337	0,211	0,339
	115--114	58,43	0,00337	0,197	
	115--117	80,46	0,00337	0,271	
116	116--117	45,15	0,00337	0,152	0,076
117	117--115	80,46	0,00337	0,271	0,241
	117--116	45,15	0,00337	0,152	
	117--119	17,45	0,00337	0,059	
118	118--119	29,38	0,00337	0,099	0,049
119	119--93	33,3	0,00337	0,112	0,135
	119--117	17,45	0,00337	0,059	
	119--118	29,38	0,00337	0,099	
120	120--121	30,04	0,00337	0,101	0,051
121	121--120	30,04	0,00337	0,101	0,627
	121--122	91,44	0,00337	0,308	
	121--130	250,8	0,00337	0,845	
122	122--121	91,44	0,00337	0,308	0,285
	122--123	41,59	0,00337	0,140	
	122--124	36,33	0,00337	0,122	
123	123--122	41,59	0,00337	0,140	0,070
124	124--122	36,33	0,00337	0,122	0,507
	124--125	130,8	0,00337	0,441	
	124--126	133,9	0,00337	0,451	
125	125--124	130,8	0,00337	0,441	0,220
126	126--124	133,9	0,00337	0,451	0,226
127	127--128	104,2	0,00337	0,351	0,176
128	128--127	104,2	0,00337	0,351	0,357
	128--129	88	0,00337	0,296	
	128--130	19,68	0,00337	0,066	
129	129--128	88	0,00337	0,296	0,148
130	130--121	250,8	0,00337	0,845	0,650
	130--128	19,68	0,00337	0,066	
	130--131	115,11	0,00337	0,388	
131	131--130	115,11	0,00337	0,388	0,194
132	132--77	274,67	0,00337	0,925	0,493
	132--133	18,22	0,00337	0,061	
133	133--27	123,6	0,00338	0,418	0,351
	133--38	65,67	0,00338	0,222	
	133--132	18,22	0,00338	0,062	
134	134--25	396,3	0,00338	1,340	0,914
	134--135	143,9	0,00338	0,487	
135	135--134	143,9	0,00338	0,487	0,263
	135--136	1,4	0,00338	0,005	
	135--172	10,13	0,00338	0,034	

Nœud	Tronçon	Longueur (m)	qsp (l/s/m)	Débit tronçon (l/s)	Débit nodale (l/s)
136	136--135	1,4	0,00338	0,005	0,196
	136--137	114,4	0,00338	0,387	
137	137-136	114,4	0,00338	0,387	0,781
	137--138	25	0,00338	0,085	
	137--139	322,4	0,00338	1,090	
138	138--137	25	0,00338	0,085	0,042
139	139--137	322,4	0,00338	1,090	0,545
140	140--141	333,2	0,00338	1,127	0,824
	140--172	154	0,00338	0,521	
141	141--140	333,2	0,00338	1,127	0,566
	141--142	1,35	0,00338	0,005	
142	142--141	1,35	0,00338	0,005	0,200
	142--144	116,7	0,00338	0,395	
143	143-144	140,4	0,00338	0,475	0,237
144	144-142	116,7	0,00338	0,395	0,544
	144-143	140,4	0,00338	0,475	
	144--146	64,32	0,00338	0,218	
145	145--146	42,14	0,00338	0,143	0,071
146	146--144	64,32	0,00338	0,218	0,310
	146--145	42,14	0,00338	0,143	
	146--153	76,81	0,00338	0,260	
147	147--153	70,18	0,00338	0,237	0,119
148	148--149	98,22	0,00338	0,332	0,166
149	149--148	98,22	0,00338	0,332	0,359
	149--150	92,6	0,00338	0,313	
	149--151	21,45	0,00338	0,073	
150	150--149	92,6	0,00338	0,313	0,157
151	151--149	21,45	0,00338	0,073	0,156
	151--152	58,36	0,00338	0,197	
	151--153	12,4	0,00338	0,042	
152	152--151	58,36	0,00338	0,197	0,099
153	153--151	12,4	0,00338	0,042	0,270
	153--147	70,18	0,00338	0,237	
	153--146	76,81	0,00338	0,260	
154	154--88	26,23	0,00337	0,088	0,286
	154--155	128,8	0,00337	0,434	
	154--163	14,8	0,00337	0,050	
155	155--154	128,8	0,00337	0,434	0,701
	155--156	140,3	0,00337	0,473	
	155--170	147,3	0,00337	0,496	
156	156--155	147,3	0,00337	0,496	0,453
	156--157	120,1	0,00337	0,405	

Nœud	Tronçon	Longueur (m)	qsp (l/s/m)	Débit tronçon (l/s)	Débit nodale (l/s)
	156--159	1,3	0,00337	0,004	
157	157--156	120,1	0,00337	0,405	0,202
158	158--159	3,5	0,00337	0,012	0,006
159	159--156	1,3	0,00337	0,004	0,139
	159--158	3,5	0,00337	0,012	
	159--160	77,75	0,00337	0,262	
160	160--159	77,75	0,00337	0,262	0,321
	160--161	67,09	0,00337	0,226	
	160--162	45,65	0,00337	0,154	
161	161--160	67,09	0,00337	0,226	0,113
162	162--160	45,65	0,00337	0,154	0,077
163	163--154	14,8	0,00337	0,050	0,412
	163--164	36,7	0,00337	0,124	
	163--166	192,8	0,00337	0,650	
164	164--163	36,7	0,00337	0,124	1,134
	164--165	185,2	0,00337	0,624	
	164--267	451	0,00337	1,519	
165	165--164	185,2	0,00337	0,624	0,537
	165--166	48	0,00337	0,162	
	165--167	85,8	0,00337	0,289	
166	166--163	192,8	0,00337	0,650	0,754
	166--165	48	0,00337	0,162	
	166--168	206,66	0,00337	0,696	
167	167--164	451	0,00337	1,519	1,186
	167--165	85,8	0,00337	0,289	
	167--168	167,22	0,00337	0,563	
168	168--166	206,66	0,00337	0,696	3,132
	168--167	167,22	0,00337	0,563	
	168--169	1485,33	0,00337	5,004	
169	169--168	1685,33	0,00337	5,678	2,839
170	170--155	140,3	0,00337	0,473	0,236
171	171--135	10,13	0,00337	0,034	0,019
	171--172	1,2	0,00337	0,004	
172	172--140	154	0,00337	0,519	0,261
	172--171	1,2	0,00337	0,004	

IV.4.2. Résultat de la simulation du réseau existant à l'horizon 2020

a. Partie nord

Les débits et les vitesses au niveau du réseau existant dans la partie nord sont représentés sur le tableau IV.5.

Tableau IV.5. Débits et vitesses dans les différents tronçons du réseau existant dans la partie nord

ID Arc	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)
Conduite 75	4,05	184	-42,75	1,61
Conduite 135	41,59	50	0,05	0,03
Conduite 137	9,123	250	-1,9	0,04
Conduite 76	15,45	50	0,03	0,02
Conduite 78	17,45	100	-0,69	0,09
Conduite 79	17,57	50	0,02	0,01
Conduite 82	19,68	100	0,54	0,07
Conduite 83	19,88	50	1,5	0,77
Conduite 84	22,47	50	0,03	0,02
Conduite 90	28,91	125	0,21	0,02
Conduite 91	29,38	100	0,04	0,01
Conduite 93	30,04	64	2,74	0,85
Conduite 96	31,21	50	0,04	0,02
Conduite 98	31,58	55,4	0,89	0,37
Conduite 99	32,33	102,2	0,04	0,01
Conduite 100	32,35	80	-2,72	0,54
Conduite 102	32,84	50	0,04	0,02
Conduite 103	33,3	100	-0,83	0,11
Conduite 107	37,12	102,2	0,62	0,08
Conduite 112	40,61	200	12,34	0,39
Conduite 123	45,15	100	0,07	0,01
Conduite 114	45,65	32,6	-0,06	0,07
Conduite 116	47,48	50	0,06	0,03
Conduite 121	49,39	200	11,77	0,37
Conduite 124	51,78	100	0,94	0,12
Conduite 127	57,13	100	0,81	0,1
Conduite 129	58,43	50	0,08	0,04
Conduite 130	58,5	50	0,08	0,04
Conduite 131	58,62	125	-2,61	0,21
Conduite 132	59,34	200	12,84	0,41
Conduite 133	62,52	50	0,08	0,04
Conduite 134	62,55	100	-0,08	0,01
Conduite 136	65	80	-2,44	0,49
Conduite 138	66,55	50	0,11	0,05
Conduite 142	72,64	50	0,1	0,05
Conduite 143	76,12	50	0,1	0,05
Conduite 144	76,74	50	0,42	0,21
Conduite 145	80,46	100	-0,43	0,05
Conduite 146	80,8	80	0,13	0,03
Conduite 152	91,44	64	1,04	0,32
Conduite 155	94,14	50	0,12	0,06
Conduite 156	97,98	250	6,6	0,13

ID Arc	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)
Conduite 158	102,2	100	0,01	0,01
Conduite 159	104,2	100	0,14	0,02
Conduite 161	108	80	-1,63	0,32
Conduite 163	119,8	55,4	0,16	0,07
Conduite 167	127,63	200	13,61	0,43
Conduite 168	128,8	100	1,82	0,23
Conduite 169	130,8	50	0,19	0,1
Conduite 170	133,9	50	0,18	0,09
Conduite 171	134,1	100	0,34	0,04
Conduite 172	136	100	0,18	0,02
Conduite 173	139,6	40	-0,3	0,24
Conduite 175	141,1	100	-0,3	0,04
Conduite 176	143,3	150	4,8	0,27
Conduite 177	144,2	55,4	0,19	0,08
Conduite 181	162,3	50	0,32	0,16
Conduite 149	177,01	55,4	0,24	0,1
Conduite 157	178,3	100	0,26	0,03
Conduite 186	192,8	150	2,28	0,13
Conduite 187	198,8	250	7,58	0,15
Conduite 154	218,5	55,4	1,54	0,64
Conduite 162	226,7	100	0,33	0,04
Conduite 189	250,8	64	1,2	0,37
Conduite 160	264,7	100	0,27	0,03
Conduite 165	380,3	100	0,25	0,03
Conduite 139	473,3	60	0,63	0,22
Conduite 140	481,93	250	0,64	0,01
Conduite 147	10,48	50	1,6	0,81
Conduite 148	84,14	50	-2,17	1,1
Conduite 184	1,5	100	0,52	0,07
Conduite 185	3,5	100	0,01	0,01
Conduite 183	206,66	100	0,81	0,1
Conduite 188	228,8	64	0,32	0,1
Conduite 164	2,82	100	-1,9	0,24
Conduite 166	4,8	150	-12,46	0,71
Conduite 174	3,8	200	10,82	0,34
Conduite 141	52,32	80	-5,12	1,02
Conduite 151	142,1	100	11,39	1,45
Conduite 190	243,26	184	-56,85	2,14
Conduite 192	39,67	181,8	2,27	0,09
Conduite 194	8,57	250	71,66	1,46
Conduite 182	5,25	184	-41,07	1,54
Conduite 193	28,51	250	71,67	1,46
Conduite 180	134,96	184	-40,81	1,53

ID Arc	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)
Conduite 70	88	100	-0,12	0,01
Conduite 71	210	100	-0,54	0,07
Conduite 73	26,23	150	6,33	0,36
Conduite 74	14,8	150	4,29	0,24
Conduite 80	36,33	80	0,76	0,15
Conduite 81	140,3	100	-0,21	0,03
Conduite 85	67,09	55,4	0,09	0,04
Conduite 86	85,8	100	-0,97	0,12
Conduite 87	48	100	-0,88	0,11
Conduite 89	185,2	100	0,52	0,07
Conduite 92	36,7	100	-1,69	0,22
Conduite 94	451	80	0,28	0,06
Conduite 95	68,43	200	10,04	0,32
Conduite 97	306,32	250	-2,95	0,06
Conduite 101	168,765	50	-0,22	0,11
Conduite 104	115,112	100	0,15	0,02
Conduite 105	22,96	250	41,57	0,85
Conduite 106	22,78	55,4	-2,07	0,86
Conduite 108	260,5	100	0,35	0,04
Conduite 109	77,754	55,4	-0,4	0,17
Conduite 110	120,1	50	-0,18	0,09
Conduite 111	167,22	100	0,32	0,04
Conduite 113	108,92	150	-0,64	0,04
Conduite 115	81,78	100	0,17	0,02
Conduite 117	147,3	100	-1,06	0,13
Conduite 54	82	150	-7,36	0,42
Conduite 150	252,95	125	1,57	0,13
Conduite 119	97,35	102,2	-0,93	0,11
Conduite 120	100	250	-14,33	0,29
Conduite 153	100	100	11,74	1,49
Conduite 125	77,69	80	-0,9	0,18
Conduite 126	49,8	80	-1,18	0,24
Conduite 128	63,5	50	0,5	0,25
Conduite 178	10	204,6	40,81	1,24
Conduite 191	5	80	5,05	1
Conduite 179	8	250	-2,78	0,06
Vanne 77	Sans Valeur	250	-71,65	1,46
Vanne 219	Sans Valeur	200	2,32	0,07

Les résultats de calculs des pressions aux nœuds en cas de pointe pour le réseau existant dans la partie nord sont représentés dans le Tableau IV.6.

Tableau IV.6. Les pressions aux Nœuds dans le réseau existant dans la partie nord

ID Nœud	Altitude (m)	Demande (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
Noeud 93	17,52	0,11	66,30	48,78
Noeud 50	17,63	0,86	66,25	48,63
Noeud 49	28,58	0,35	71,01	42,44
Noeud 156	24,30	0,36	65,88	41,57
Noeud 167	17,96	0,93	65,97	48,00
Noeud 30	39,05	0,27	74,57	35,51
Noeud 52	22,28	0,30	66,22	43,94
Noeud 51	16,96	0,68	66,23	49,27
Noeud 45	17,63	0,47	57,69	40,06
Noeud 46	14,83	0,24	57,62	42,79
Noeud 73	18,26	0,06	60,54	42,28
Noeud 75	22,31	0,77	60,06	37,75
Noeud 28	43,01	0,20	61,00	17,98
Noeud 61	28,72	0,21	64,21	35,49
Noeud 63	28,72	0,12	64,21	35,49
Noeud 166	17,40	0,59	66,00	48,60
Noeud 124	35,84	0,40	63,05	27,21
Noeud 165	17,96	0,42	65,99	48,03
Noeud 103	30,63	0,31	66,52	35,89
Noeud 107	31,66	0,00	66,52	34,86
Noeud 125	15,66	0,19	62,99	47,33
Noeud 122	41,92	0,22	63,07	21,15
Noeud 123	41,92	0,05	63,07	21,15
Noeud 112	35,32	0,13	66,37	31,05
Noeud 95	17,09	0,22	66,24	49,15
Noeud 120	45,41	0,04	64,00	18,59
Noeud 27	43,01	0,17	60,51	17,49
Noeud 81	14,83	0,76	66,06	51,23
Noeud 90	12,51	0,52	66,24	53,73
Noeud 97	31,66	0,08	66,28	34,62
Noeud 115	19,31	0,27	66,28	46,98
Noeud 117	23,05	0,19	66,29	43,24
Noeud 116	19,31	0,07	66,29	46,98
Noeud 159	24,30	0,11	65,88	41,57
Noeud 163	15,66	0,32	66,04	50,38
Noeud 164	15,66	0,89	66,01	50,35
Noeud 53	14,72	0,84	66,21	51,49
Noeud 70	18,26	0,26	60,66	42,40
Noeud 72	18,26	0,06	60,66	42,40
Noeud 33	61,52	0,01	74,70	13,18
Noeud 31	39,05	0,46	74,61	35,56
Noeud 74	18,26	0,03	60,54	42,28

ID Noeud	Altitude (m)	Demande (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
Noeud 55	27,35	0,64	66,21	38,87
Noeud 56	45,05	0,17	64,06	19,01
Noeud 65	22,31	0,04	64,21	41,90
Noeud 66	22,28	0,21	64,73	42,44
Noeud 68	22,28	0,16	64,94	42,65
Noeud 94	17,52	0,34	66,34	48,83
Noeud 92	25,05	0,35	66,28	41,23
Noeud 128	35,84	0,28	62,30	26,46
Noeud 106	35,32	0,18	66,46	31,14
Noeud 104	35,32	0,50	66,62	31,29
Noeud 100	30,63	0,43	66,46	35,82
Noeud 69	18,26	0,15	60,82	42,56
Noeud 84	13,79	0,42	66,08	52,28
Noeud 83	12,49	0,92	66,06	53,57
Noeud 121	45,41	0,49	63,37	17,95
Noeud 47	20,81	0,19	57,65	36,84
Noeud 155	17,40	0,55	65,93	48,53
Noeud 80	16,96	0,38	66,05	49,10
Noeud 79	12,62	0,26	66,05	53,43
Noeud 64	28,72	0,04	64,21	35,49
Noeud 88	15,66	0,22	66,08	50,42
Noeud 60	22,28	0,31	64,39	42,10
Noeud 98	17,52	0,31	66,39	48,87
Noeud 96	25,76	0,18	66,39	40,63
Noeud 85	13,79	0,38	66,08	52,28
Noeud 89	11,07	0,88	66,07	54,99
Noeud 129	30,58	0,12	62,30	31,72
Noeud 43	17,63	0,49	57,82	40,20
Noeud 48	20,81	0,16	57,80	37,00
Noeud 26	43,01	0,35	60,51	17,49
Noeud 114	23,05	0,08	66,28	43,23
Noeud 82	14,40	0,98	66,05	51,66
Noeud 58	39,52	0,32	64,13	24,61
Noeud 99	33,75	0,34	66,45	32,70
Noeud 130	35,84	0,51	62,30	26,46
Noeud 161	34,49	0,09	65,80	31,31
Noeud 59	39,37	0,13	64,12	24,75
Noeud 91	17,52	0,44	66,29	48,78
Noeud 102	23,05	0,28	66,52	43,46
Noeud 158	24,30	0,00	65,88	41,57
Noeud 67	22,28	0,08	64,72	42,44
Noeud 57	38,37	0,11	64,05	25,68
Noeud 111	31,66	0,12	66,36	34,69
Noeud 108	25,05	0,27	66,26	41,21

ID Noeud	Altitude (m)	Demande (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
Noeud 110	25,05	0,02	66,26	41,21
Noeud 119	23,05	0,11	66,29	43,24
Noeud 154	15,66	0,23	66,05	50,38
Noeud 86	13,79	0,62	66,11	52,32
Noeud 71	22,28	0,10	60,66	38,37
Noeud 87	12,51	0,31	66,22	53,71
Noeud 160	34,49	0,25	65,80	31,31
Noeud 62	28,72	0,08	64,20	35,49
Noeud 127	17,40	0,14	62,30	44,90
Noeud 44	17,52	0,04	66,52	49,00
Noeud 101	33,75	0,30	66,05	32,30
Noeud 168	23,68	0,80	65,96	42,28
Noeud 131	30,58	0,15	62,30	31,72
Noeud 169	19,43	0,32	65,88	46,45
Noeud 78	4,99	0,63	59,25	54,26
Noeud 105	35,32	0,25	66,54	31,22
Noeud 76	26,72	0,10	60,06	33,34
Noeud 126	17,40	0,18	62,99	45,59
Noeud 118	19,31	0,04	66,29	46,98
Noeud 162	34,49	0,06	65,79	31,30
Noeud 170	26,88	0,21	65,92	39,04
Noeud 157	30,58	0,18	65,82	35,24
Noeud 109	25,05	0,03	66,26	41,21
Noeud 54	19,00	0,07	65,05	46,05
Noeud 32	61,00	0,01	74,61	13,61
Noeud 113	35,00	0,00	66,30	31,30
R2	73,00	-98,74	75,00	2,00
R3	63,00	11,75	64,00	1,00
R4	63,00	47,73	64,00	1,00

b. Partie sud

Les débits et les vitesses au niveau du réseau existant dans la partie sud sont représentés dans le tableau IV.7.

Tableau IV.7. Débits et vitesses dans les différents tronçons du réseau existant dans la partie sud

ID Arc	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)
Conduite 66	4,474	76,8	0,65	0,14
Conduite 67	4,564	76,8	-0,11	0,02
Conduite 54	9,123	220,4	3,53	0,09
Conduite 32	10,13	73,6	3,37	0,79
Conduite 44	11,07	51,4	1,21	0,58

ID Arc	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)
Conduite 45	12,4	73,6	0,74	0,17
Conduite 73	13,37	64	0,02	0,01
Conduite 19	15	64	-0,67	0,21
Conduite 60	18,22	76,8	-0,86	0,18
Conduite 57	22,89	79,2	-0,16	0,03
Conduite 17	28,24	64	-0,52	0,16
Conduite 5	28,89	64	-0,35	0,11
Conduite 20	28,3	42,6	0,04	0,03
Conduite 70	31,45	79,2	-0,39	0,08
Conduite 6	32,83	64	-0,34	0,11
Conduite 23	34,55	220,4	10,23	0,27
Conduite 8	35,29	93,8	0,91	0,13
Conduite 65	36,89	76,8	-0,06	0,01
Conduite 63	37,54	76,8	-0,06	0,01
Conduite 18	38,13	42,6	0,05	0,03
Conduite 12	39,68	93,8	1,19	0,17
Conduite 40	42,14	32,6	0,05	0,07
Conduite 13	37,6	64	-0,25	0,08
Conduite 9	38,8	64	-0,13	0,04
Conduite 7	42,1	64	-0,14	0,04
Conduite 4	48,95	93,8	-0,25	0,04
Conduite 68	56,85	76,8	0,18	0,04
Conduite 46	58,36	51,4	0,09	0,04
Conduite 69	65,67	79,2	0,58	0,12
Conduite 3	68,71	42,6	0,09	0,06
Conduite 43	70,18	51,4	0,11	0,05
Conduite 34	64,1	73,6	2,12	0,5
Conduite 59	83,84	53,6	0,11	0,05
Conduite 56	87,98	79,2	0,05	0,01
Conduite 61	91,67	76,8	0,27	0,06
Conduite 48	92,6	51,4	0,12	0,06
Conduite 49	98,22	51,4	0,13	0,06
Conduite 31	114,4	51,4	1,06	0,51
Conduite 55	123,6	79,2	-1,71	0,35
Conduite 21	140,8	93,8	2,73	0,39
Conduite 26	141	90	4,78	0,75
Conduite 62	173	76,8	-0,2	0,04
Conduite 64	206,7	79,2	0,15	0,03
Conduite 27	322,4	32,6	0,42	0,51
Conduite 24	396,3	141	5,49	0,35
Conduite 36	116,7	73,6	1,96	0,46
Conduite 33	154	73,6	3,21	0,75
Conduite 39	64,32	73,6	1,35	0,32

ID Arc	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)
Conduite 10	28,5	93,8	2,43	0,35
Conduite 11	64,52	93,8	-1,62	0,23
Conduite 15	84,01	64	0,32	0,1
Conduite 16	36,86	64	-0,36	0,11
Conduite 22	38,31	64	0,05	0,02
Conduite 2	13,99	93,8	3,24	0,47
Conduite 25	17,58	42,6	0,02	0,02
Conduite 29	29,3	53,6	0,03	0,01
Conduite 30	39,13	79,2	0,19	0,04
Conduite 37	76,81	73,3	1,06	0,25
Conduite 47	21,46	73,6	0,53	0,12
Conduite 41	22,78	108,6	1,58	0,17
Conduite 42	214,46	79,2	1,29	0,26
Conduite 50	148	93,8	0,19	0,03
Conduite 51	104,45	93,8	0,62	0,09
Conduite 52	37	79,2	0,63	0,13
Conduite 53	37	76,8	0,26	0,06
Conduite 58	120,05	220,4	4,02	0,11
Conduite 38	140,4	32,6	0,18	0,22
Conduite 28	25	32,6	0,03	0,04
Conduite 35	273,1	54,4	0,43	0,19
Conduite 1	865,32	220,4	14,67	0,38
Conduite 71	15	250	15,8	0,32
Vanne VR_7	Sans Valeur	90	2,11	0,33
Vanne VR_6	Sans Valeur	90	3,36	0,53

Les résultats de calculs des pressions aux nœuds en cas de pointe pour le réseau existant dans la partie sud sont représentés dans le Tableau IV.8.

Tableau IV.8. Détermination des pressions aux Nœuds dans le réseau existant dans la partie sud

ID Noeud	Altitude (m)	Demande (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
Noeud 16	79,99	0,15	169,78	89,79
Noeud 19	74,91	0,15	169,77	94,86
Noeud 28	43,01	0,28	170,28	127,26
Noeud 22	94,95	0,38	169,73	74,78
Noeud 9	79,99	0,14	169,86	89,87
Noeud 4	72,88	0,16	170,26	97,37
Noeud 5	72,88	0,02	170,26	97,37
Noeud 149	29,60	0,28	115,51	85,92
Noeud 2	94,61	1,20	170,31	75,69

Noeud 10	79,99	0,11	169,84	89,85
Noeud 40	40,07	0,33	169,96	129,89
Noeud 77	40,07	0,41	169,97	129,89
Noeud 27	43,01	0,24	170,28	127,27
Noeud 34	60,63	0,25	169,97	109,34
Noeud 39	40,07	0,13	169,96	129,89
Noeud 15	79,99	0,19	169,80	89,81
Noeud 144	44,43	0,42	115,79	71,36
Noeud 3	94,61	0,25	170,26	75,65
Noeud 7	79,81	0,26	169,91	90,10
Noeud 8	79,30	0,04	169,91	90,61
Noeud 148	26,88	0,13	115,50	88,62
Noeud 137	80,01	0,60	167,44	87,43
Noeud 139	100,20	0,42	162,38	62,19
Noeud 21	88,45	0,25	169,75	81,30
Noeud 135	66,56	0,20	168,57	102,01
Noeud 136	61,66	0,15	168,45	106,79
Noeud 25	94,61	0,72	170,29	75,68
Noeud 134	69,69	0,71	169,83	100,14
Noeud 141	46,43	0,44	126,31	79,88
Noeud 13	79,30	0,02	169,82	90,52
Noeud 38	40,07	0,21	169,97	129,89
Noeud 132	28,58	0,38	169,97	141,40
Noeud 133	28,58	0,27	169,99	141,41
Noeud 26	43,01	0,50	170,29	127,27
Noeud 153	30,19	0,21	115,53	85,35
Noeud 147	27,26	0,11	115,53	88,26
Noeud 18	74,91	0,14	169,76	94,86
Noeud 171	61,66	0,01	168,44	106,78
Noeud 143	30,55	0,18	115,32	84,77
Noeud 140	43,60	0,66	126,65	83,05
Noeud 20	74,91	0,10	169,75	94,84
Noeud 35	49,39	0,19	169,97	120,57
Noeud 151	30,19	0,12	115,52	85,34
Noeud 146	30,19	0,24	115,64	85,46
Noeud 145	30,19	0,05	115,63	85,45
Noeud 12	79,30	0,17	169,82	90,52
Noeud 11	79,30	0,05	169,84	90,54
Noeud 41	60,63	0,39	169,97	109,34
Noeud 42	44,66	0,11	169,96	125,30
Noeud 17	74,91	0,14	169,78	94,87
Noeud 14	79,99	0,21	169,79	89,80
Noeud 36	49,39	0,13	169,97	120,57
Noeud 150	29,60	0,12	115,50	85,90
Noeud 23	103,95	0,05	169,73	65,78

Noeud 152	29,60	0,09	115,52	85,92
Noeud 24	94,61	0,19	169,73	75,12
Noeud 6	72,88	0,09	170,25	97,36
Noeud 37	49,39	0,21	169,97	120,57
Noeud 142	46,00	0,15	116,31	70,31
Noeud 172	61,00	0,14	128,44	67,44
Noeud 138	75,90	0,03	167,44	91,55
Noeud 1	163,00	1,13	170,99	7,99
R1	169,00	-16,60	171,00	2,00

IV.4.3. Anomalie et recommandation

D'après le dimensionnement du réseau de distribution de la ville en question à l'état actuel, on constate de nombreux problèmes, de point de vue hydraulique, dues aux mauvais dimensionnements et à la mauvaise gestion de réseau.

D'après les résultats de la simulation, on fait le constat suivant :

- **Les pressions :** Le réseau d'alimentation en eau potable de la partie sud est déséquilibré du point de vue pression. On remarque que plusieurs nœuds avec des pressions très élevées, où la valeur maximale est enregistrée au niveau du nœud 133 avec une pression de 141,41 m et une pression minimale de 7,99 m au niveau du nœud 1.
- **Répartition des vitesses :** Les deux réseaux de distribution de la ville présente des vitesses très faibles entre 0,01 m/s et 0,3 m/s pour la plupart des tronçons. Nous avons aussi quelques vitesses d'écoulement supérieures à 1,5 m/s, et qui atteignent leur valeur maximale de 2,14 (m/s) au niveau de la conduite n°190 pour la partie nord.

Les faibles vitesses dans les conduites favorisent la formation du tartre qui provoque par la suite le colmatage de ces dernières. Les fortes vitesses fatiguent les conduites et provoquent des usures prématurées.

Recommandation :

Afin d'améliorer la desserte en eau des abonnés, et remédier aux problèmes rencontrés dans le réseau pendant l'heure de pointe à l'état actuel et jusqu'à un horizon 2050, nous proposons une restructuration du réseau de distribution et une suppression de toutes les conduites en : Acier et Acier Galvanisé. Nous préconisons d'utiliser, dans les nouveaux réseaux, des conduites en PEHD, dans le but de :

- Minimiser les fuites, vu que ce matériau résiste mieux aux chocs et à la corrosivité.

- Éviter la corrosion du matériau, pour une qualité d'eau non nuisible à la santé de l'homme.
- Fiabilité et durabilité du réseau (durée de vie estimée à 50 ans).

IV.5. Conclusion

L'étape du diagnostic technique nous a permis d'identifier les anomalies des réseaux de distribution existants d'une part, et de mettre le point sur les conditions actuelles du réseau de distribution en eau potable de la ville de Bouharoun d'autre part.

Les résultats de la simulation indiquent que le réseau actuel présente des vitesses très faible et des pressions supérieures à la norme dans plusieurs nœuds. La vétusté des conduites, ainsi que leurs matériaux provoquent des fuites accès fréquent au sein du réseau. Donc, il s'avère nécessaire d'améliorer les conditions de distribution qui consistent à la rénovation du réseau d'alimentation.

Afin d'améliorer le comportement hydraulique du réseau d'alimentation, nous allons procéder dans le chapitre qui suit au redimensionnement de réseau de distribution à l'horizon de calcul.

Chapire V. Dimensionnement du réseau de distribution

V.1. Introduction

Nous allons dans ce chapitre procéder à une simulation hydraulique du réseau de distribution avec le logiciel EPANET, pour pouvoir dimensionner celui-ci, afin de déterminer les vitesses et les pressions dans le réseau. Pour le calcul des dimensions du réseau, il convient de se placer dans les hypothèses les plus défavorables. Les canalisations doivent être dimensionnées à partir du débit de pointe et d'incendie avec une pression de service suffisante pour les habitations élevées. Avant de lancer cette simulation, nous allons tout d'abord déterminer les débits aux nœuds et les débits route pour chaque tronçon.

V.2. Choix du système de distribution

Puisque le terrain présente une dénivellation importante, nous avons opté pour un réseau de distribution avec des réservoirs de tête. Dans ce système, les pompes refoulent à partir des forages vers les réservoirs de stockage, puis la distribution sera gravitaire à partir des réservoirs vers le réseau de distribution. [4]

V.3. Classification des réseaux

Un réseau de distribution peut avoir une forme ramifiée ou une forme maillée, ce qui est plus courant. Les principaux éléments des réseaux sont les conduites, les branchements et les pièces spéciales (coudes, vannes, ventouses...). [4]

Les réseaux de distribution sont constitués des conduites principales et des conduites secondaires. On distingue différents types de réseaux : [4]

- **Réseau ramifié** : c'est un réseau tel que tout point du réseau ne peut être alimenté que d'une seule façon. La caractéristique d'un réseau ramifié est que l'eau circule dans toute la canalisation dans un seul sens, mais il manque de sécurité et de souplesse en cas de rupture ou survenue d'un accident sur la conduite principale. Tous les abonnés à l'aval seront privés de l'eau.

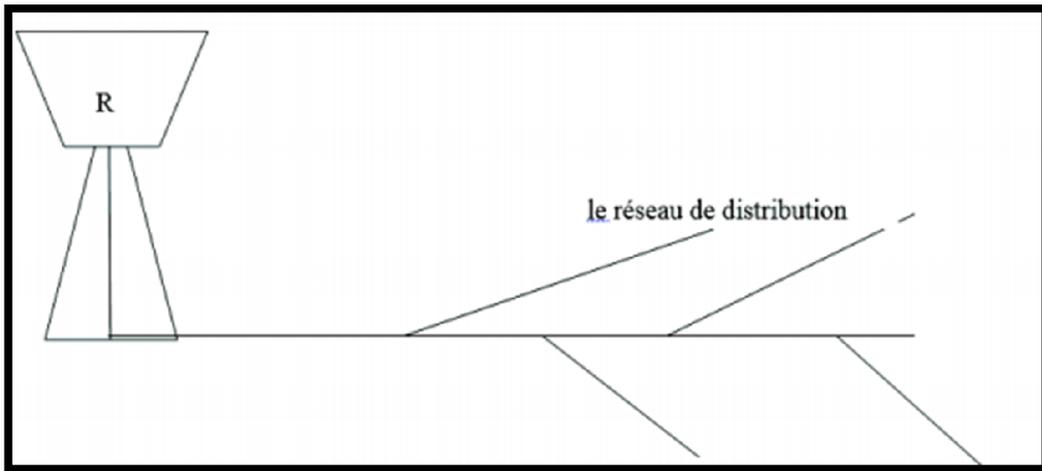


Figure V.1. Réseau ramifié

- **Réseau maillé** : c'est le cas le plus fréquent en distribution. Le réseau maillé est l'assemblage de deux ou de plusieurs réseaux ramifiés par des conduites qui permettent des échanges entre les réseaux, et qui constituent des mailles permettant une alimentation de retour. Le réseau maillé présente les avantages suivants : plus de sécurité dans l'alimentation (en cas de casse d'une conduite, il suffit de l'isoler et tous les abonnés situés à l'aval seront alimentés par les autres conduites) et une répartition plus uniforme des pressions et des débits dans tout le réseau. Par contre, il est plus coûteux et difficile à calculer.

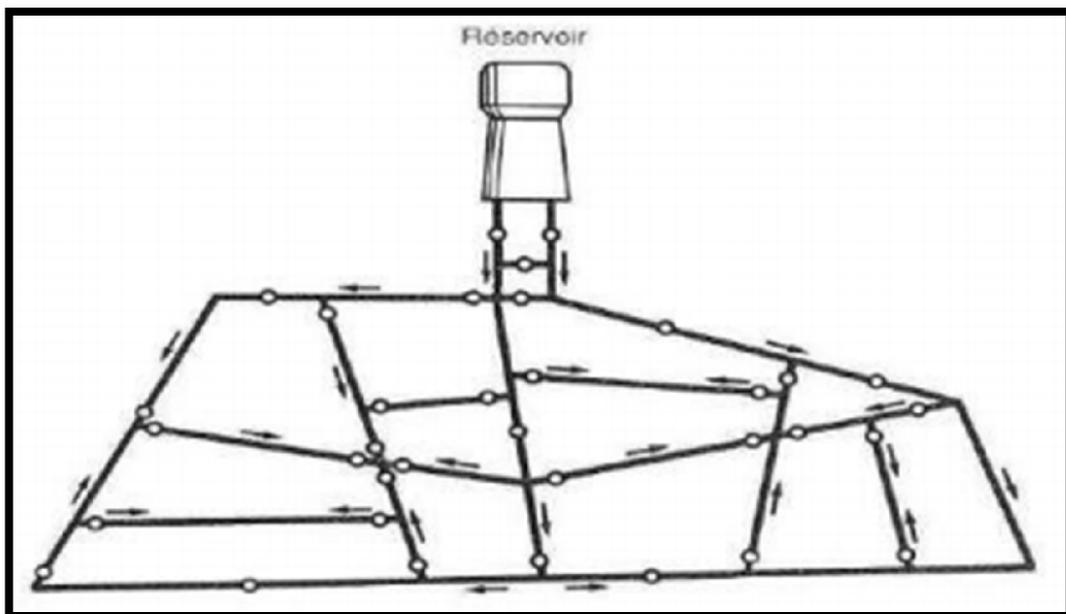


Figure V.2. Réseau maillé

Éventuellement, on peut utiliser d'autre type du réseau :

- **Réseau mixte**, qui est un réseau maillé comportant des ramifications permettant d'alimenter quelques zones isolées de la ville.

V.4. Conception et principe du tracé d'un réseau de distribution

Plusieurs facteurs influent sur la conception du réseau, on peut noter que les plus importants sont l'emplacement des principaux consommateurs et le relief de la région.

Pour tracer le réseau, il y a un certain nombre de conditions qu'il faut respecter : ^[4]

- Tout d'abord, il faut repérer les endroits où les besoins sont importants, c'est-à-dire les quartiers ayant une forte densité de population.
- Déterminer l'itinéraire (sens) principal pour assurer la distribution à ces consommateurs.
- Suivant ce sens, tracer les conduites principales en parallèle, ces conduites principales doivent être bien réparties pour avoir une bonne distribution d'eau.
- Pour alimenter l'intérieur des quartiers, ces conduites principales reliées entre elles par des conduites secondaires pour former des boucles (maille).

V.5. Choix du type de matériau des conduites

Le type de matériau utilisé dépend de plusieurs paramètres bien déterminés. On peut citer les paramètres suivants :

- Le diamètre ;
- La pression de service supportée ;
- Les conditions de pose ;
- Le prix ;
- La durée de vie ;
- Disponibilité sur le marché.

Après une première expérimentation dans les branchements, les hydrauliciens n'ont pas tardé à généraliser l'utilisation des tubes en polyéthylène haute densité (PEHD) dans les réseaux de distribution d'eau potable et dans les réseaux d'adduction. La bonne tenue à la pression pendant toute leur durée d'exploitation (au minimum 50 ans) et la parfaite étanchéité par rapport aux fuites (le taux de fuite le plus bas par rapport à tous les matériaux connus) ont convaincu les professionnels de l'AEP à généraliser leur utilisation. ^[4]

La disponibilité d'une solution complète en PEHD (Tubes – raccords – système de branchements) a également contribué à susciter l'intérêt des professionnels en charge de la gestion des réseaux d'AEP.

Les avantages du PEHD : [2]

- Bonne résistance à la corrosion interne, externe, microbiologique et à l'entartage.
- Disponibilité sur le marché.
- Facilité de pose (grande flexibilité), possibilité d'enroulement en couronne pour les petits diamètres.
- Fiabilité au niveau des branchements (réduction de risque de fuite).
- Bonne caractéristique hydraulique (coefficient de rugosité très faible).
- Durée de vie prouvée par l'expérience et le test de vieillissement théoriquement de 50 ans à une température de 20°C.

L'inconvénient du PEHD : il nécessite une grande technicité pour la jonction. [2]

Suite aux nombreux avantages qu'ils procurent, on envisage donc pour la conception du nouveau réseau de distribution de Bouharoun d'utiliser les tubes en polyéthylène haut densité PN10.

V.6. Calcule des débits aux nœud

Le système de distribution est caractérisé par deux cas :

- Cas de pointe ;
- Cas de pointe plus incendie.

a. Débit route

Le débit en route de chaque tronçon est le débit uniformément réparti sur son parcours, il est donné par la formule suivante :

$$Q_r = Q_{pte} - \sum Q_{conc} \quad (l/s) \quad \dots (V.1)$$

Avec :

- Q_r : débit en route ;
- Q_{pte} : débit de pointe de consommation ;
- Q_{conc} : Débit concentré.

Dans nos deux réseaux, on ne dispose pas de débit concentré : $Q_{conc} = 0 \text{ l/s}$

b. Détermination du débit spécifique

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

$$q_{sp} = \frac{Q_r}{\sum L_i} \quad (l/s/m) \quad \dots (V.2)$$

Avec :

- Q_r : débit en route en (l/s).
- $\sum L_i$: Somme des longueurs des tronçons en (m).

Comme on a deux réseaux indépendamment l’un de l’autre (partie nord et partie sud), on obtiendra deux débits maximums horaires, et vu que le linéaire diffère d’une zone à une autre, on aura donc deux débits spécifiques à calculer, comme suit :

Tableau V.1. Calcul des débits spécifiques à l’horizon 2050 (cas de pointe)

Réseaux	$Q_{max,h} \text{ 2050 (l/s)}$	Somme des longueurs (m)	Débit spécifique $q_{sp} \text{ (l/s/m)}$
Partie nord	80,13	8727,77	0,00918
Partie sud	38,24	4799,53	0,00831

c. Débit aux nœuds

Les débits nodaux sont des débits concentrés en chaque nœud pour alimenter la population répartie autour de la moitié du tronçon de la conduite ayant en commun les nœuds considérés, ils sont déterminés par la relation suivante :

$$Q_{ni} = 0,5 \sum q_{ri} + \sum Q_{conc} \quad \dots (V.3)$$

Avec :

- Q_{ni} : débit au nœud (l/s) ;
- $\sum Q_{conc}$: somme des débits concentrés au niveau du nœud considéré (l/s) ;
- $\sum q_{ri}$: somme des débits en route des tronçons reliant deux nœuds (l/s).

Remarque :

On note que la somme des débits concentrés aux différents nœuds du réseau de distribution est nulle ($\sum Q_{conc}=0$).

Les résultats du calcul des débits aux nœuds en cas de pointe du réseau de distribution, sont donnés dans le tableau V.2.

Tableau V.2. Calcul des débits nodaux à l'horizon 2050, en cas de pointe

Nœud	Tronçons	Longueur (m)	qsp (l/s/m)	Débit tronçon (l/s)	Débit nodale (l/s)
1	1--24	250,60	0,00831	2,083	1,042
2	2--6	149,20	0,00831	1,240	0,620
3	3--21	116,43	0,00831	0,968	0,484
4	4--5	91,54	0,00831	0,761	0,381
5	5--25	18,11	0,00831	0,151	1,209
	5--4	91,54	0,00831	0,761	
	5--9	181,14	0,00831	1,506	
6	6--2	149,20	0,00831	1,240	0,620
9	9--5	181,14	0,00831	1,506	1,374
	9--12	88,84	0,00831	0,739	
	9--13	60,58	0,00831	0,504	
10	10--14	111,56	0,00831	0,927	0,464
12	12--9	88,84	0,00831	0,739	0,883
	12--13	48,99	0,00831	0,407	
	12--16	74,66	0,00831	0,621	
13	13--9	60,58	0,00831	0,504	0,774
	13--12	48,99	0,00831	0,407	
	13--17	76,59	0,00831	0,637	
14	14--41	114,34	0,00831	0,951	1,192
	14--15	60,76	0,00831	0,505	
	14--10	111,56	0,00831	0,927	
15	15--14	60,76	0,00831	0,505	0,253
16	16--12	74,66	0,00831	0,621	0,835
	16--17	51,37	0,00831	0,427	
	16--18	74,79	0,00831	0,622	
17	17--13	76,59	0,00831	0,637	0,705
	17--16	51,37	0,00831	0,427	
	17--18	41,67	0,00831	0,346	
18	18--16	74,79	0,00831	0,622	0,927
	18--17	41,67	0,00831	0,346	
	18--19	106,60	0,00831	0,886	
19	19--18	106,60	0,00831	0,886	1,250
	19--20	60,57	0,00831	0,504	
	19--21	133,60	0,00831	1,111	
20	20--19	60,57	0,00831	0,504	0,252
21	21--19	133,60	0,00831	1,111	1,667
	21--22	151,07	0,00831	1,256	
	21--24	116,43	0,00831	0,968	
22	22-21	151,07	0,00831	1,256	0,628

Nœud	Tronçons	Longueur (m)	qsp (l/s/m)	Débit tronçon (l/s)	Débit nodale (l/s)
23	23--29	297,35	0,00831	2,472	1,236
24	24--1	250,60	0,00831	2,083	1,042
25	25--5	18,11	0,00831	0,151	0,075
26	26--27	158,62	0,00831	1,319	0,994
	26--37	80,49	0,00831	0,669	
27	27--26	158,62	0,00831	1,319	2,228
	27--28	76,32	0,00831	0,635	
	27--31	63,63	0,00831	0,529	
	27--32	237,50	0,00831	1,975	
28	28--27	76,32	0,00831	0,635	0,317
29	29--44	155,00	0,00831	1,289	2,582
	29--43	168,90	0,00831	1,404	
	29--23	297,35	0,00831	2,472	
31	31--27	63,63	0,00831	0,529	1,211
	31--34	77,81	0,00831	0,647	
	31--36	149,95	0,00831	1,247	
32	32--27	237,50	0,00831	1,975	0,987
33	33--44	6,38	0,00831	0,053	0,027
34	34--31	77,81	0,00831	0,647	1,281
	34--35	230,24	0,00831	1,914	
35	35--34	230,24	0,00831	1,914	1,055
	35--36	23,67	0,00831	0,197	
36	36--31	149,95	0,00831	1,247	0,940
	36--35	23,67	0,00831	0,197	
	36--37	52,58	0,00831	0,437	
37	37--26	80,49	0,00831	0,669	0,553
	37--36	52,58	0,00831	0,437	
38	38--42	172,03	0,00831	1,430	2,889
	38--39	288,56	0,00831	2,399	
	38--41	234,40	0,00831	1,949	
39	39--38	288,56	0,00831	2,399	1,200
40	40--41	63,08	0,00831	0,524	0,262
41	41--38	234,40	0,00831	1,949	1,712
	41--40	63,08	0,00831	0,524	
	41--14	114,34	0,00831	0,951	
42	42--38	172,03	0,00831	1,430	0,715
43	43--29	168,90	0,00831	1,404	0,702
44	44--33	6,38	0,00831	0,053	0,671
	44--29	155,00	0,00831	1,289	
45	45--65	225,87	0,00918	2,074	1,037
46	46--70	347,34	0,00918	3,189	2,217
	46--63	116,97	0,00918	1,074	
	46--47	18,73	0,00918	0,172	
47	47--71	136,41	0,00918	1,252	1,902

Nœud	Tronçons	Longueur (m)	qsp (l/s/m)	Débit tronçon (l/s)	Débit nodale (l/s)
	47--43	18,73	0,00918	0,172	
	47--89	259,18	0,00918	2,380	
48	48--80	106,30	0,00918	0,976	4,251
	48--57	16,13	0,00918	0,148	
	48--60	176,50	0,00918	1,620	
	48--59	627,03	0,00918	5,757	
	49--62	78,12	0,00918	0,717	
49	49--67	307,91	0,00918	2,827	2,274
	49--81	109,29	0,00918	1,003	
	50--77	24,03	0,00918	0,221	
50	50--53	141,82	0,00918	1,302	1,331
	50--52	124,03	0,00918	1,139	
	51	51--77	130,82	0,00918	
52	52--50	124,03	0,00918	1,139	0,569
53	53--50	141,82	0,00918	1,302	0,651
54	54--55	128,21	0,00918	1,177	0,589
55	55--57	17,57	0,00918	0,161	1,332
	55--54	128,21	0,00918	1,177	
	55--65	144,48	0,00918	1,326	
56	56--75	108,67	0,00918	0,998	0,499
57	57--48	16,13	0,00918	0,148	0,826
	57--64	146,14	0,00918	1,342	
	57--55	17,57	0,00918	0,161	
58	58--79	90,49	0,00918	0,831	1,337
	58--90	53,97	0,00918	0,496	
	58--62	146,70	0,00918	1,347	
59	59--48	627,03	0,00918	5,757	2,878
60	60--48	176,50	0,00918	1,620	0,810
61	61--73	94,19	0,00918	0,865	1,109
	61--66	103,90	0,00918	0,954	
	61--83	43,41	0,00918	0,399	
62	62--58	146,70	0,00918	1,347	1,418
	62--49	78,12	0,00918	0,717	
	62--70	84,16	0,00918	0,773	
63	63--46	116,97	0,00918	1,074	0,537
64	64--57	146,14	0,00918	1,342	0,671
65	65--45	225,87	0,00918	2,074	2,098
	65--68	86,78	0,00918	0,797	
	65--55	144,48	0,00918	1,326	
66	66--73	349,20	0,00918	3,206	3,067
	66--61	103,90	0,00918	0,954	
	66--69	215,00	0,00918	1,974	
67	67--49	307,91	0,00918	2,827	1,413
68	68--65	86,78	0,00918	0,797	3,219

Nœud	Tronçons	Longueur (m)	qsp (l/s/m)	Débit tronçon (l/s)	Débit nodale (l/s)
	68--72	614,44	0,00918	5,641	
69	69--66	215,00	0,00918	1,974	3,084
	69--82	104,40	0,00918	0,958	
	69--83	352,38	0,00918	3,235	
70	70--46	347,34	0,00918	3,189	2,183
	70--62	84,16	0,00918	0,773	
	70--71	44,09	0,00918	0,405	
71	71--70	44,09	0,00918	0,405	1,379
	71--44	136,41	0,00918	1,252	
	71--73	33,33	0,00918	0,306	
	71--83	86,66	0,00918	0,796	
72	72--68	614,44	0,00918	5,641	4,181
	72--74	296,45	0,00918	2,722	
73	73--71	33,33	0,00918	0,306	2,188
	73--61	94,19	0,00918	0,865	
	73--66	349,20	0,00918	3,206	
74	74--72	296,45	0,00918	2,722	1,361
75	75--56	108,67	0,00918	0,998	1,546
	75--76	196,80	0,00918	1,807	
	75--78	31,32	0,00918	0,288	
76	76--75	196,80	0,00918	1,807	2,211
	76--77	146,38	0,00918	1,344	
	76--78	138,53	0,00918	1,272	
77	77--50	24,47	0,00918	0,225	1,385
	77-51	130,82	0,00918	1,201	
	77--76	146,38	0,00918	1,344	
78	78--75	31,32	0,00918	0,288	1,855
	78--76	138,53	0,00918	1,272	
	78--79	234,24	0,00918	2,151	
79	79--78	234,24	0,00918	2,151	2,209
	79--80	156,44	0,00918	1,436	
	79--58	90,49	0,00918	0,831	
80	80--79	156,44	0,00918	1,436	1,542
	80--84	73,15	0,00918	0,672	
	80--48	106,30	0,00918	0,976	
81	81--49	109,29	0,00918	1,003	0,502
82	82--69	104,40	0,00918	0,958	0,479
83	83--71	86,66	0,00918	0,796	2,215
	83--61	43,41	0,00918	0,399	
	83--69	352,38	0,00918	3,235	
84	84--80	73,15	0,00918	0,672	2,010
	84--85	150,20	0,00918	1,379	
	84--90	214,40	0,00918	1,968	
85	85--84	150,20	0,00918	1,379	2,018

Nœud	Tronçons	Longueur (m)	qsp (l/s/m)	Débit tronçon (l/s)	Débit nodale (l/s)
	85--86	289,30	0,00918	2,656	
86	86--85	289,30	0,00918	2,656	2,663
	86--88	290,85	0,00918	2,670	
87	87--88	209,13	0,00918	1,920	0,960
88	88--86	290,85	0,00918	2,670	3,698
	88--87	209,13	0,00918	1,920	
	88--90	305,50	0,00918	2,805	
89	89--47	259,18	0,00918	2,380	1,190
90	90--84	214,40	0,00918	1,968	2,634
	90--88	305,50	0,00918	2,805	
	90--58	53,97	0,00918	0,496	

V.7. Résultat de la simulation du réseau projeté à l'horizon 2020

Après le calcul des débits aux nœuds, nous allons lancer une simulation de notre nos réseaux pour pouvoir déterminer les diamètres dans chaque tronçon.

V.7.1. Partie nord

V.7.1.1. Cas de pointe

Les débits et les vitesses au niveau du réseau projeté pour la partie nord à l'horizon 2050, sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau V.3. État des arcs du réseau projeté pour la partie nord à l'horizon (2050), cas de pointe

ID Arc	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)
Conduite 63	106,30	220,4	23,25	0,61
Conduite 88	53,97	110,2	-5,96	0,62
Conduite 90	146,70	220,4	-27,16	0,71
Conduite 81	170,90	79,2	3,44	0,7
Conduite 80	150,20	96,8	-7,08	0,96
Conduite 82	118,40	55,4	-1,62	0,67
Conduite 79	73,15	110,2	-8,03	0,84
Conduite 87	214,40	66	1,06	0,31
Conduite 86	305,50	55,4	-2,26	0,94
Conduite 102	349,20	55,4	0,81	0,33
Conduite 104	43,41	66	1,77	0,52
Conduite 103	103,90	96,8	-4,08	0,55
Conduite 107	215,00	66	-1,82	0,53
Conduite 108	104,40	44	0,48	0,32
Conduite 64	176,50	44	0,81	0,53
Conduite 54	124,03	44	-0,57	0,37

ID Arc	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)
Conduite 85	209,13	44	0,96	0,63
Conduite 57	196,80	55,4	1,63	0,68
Conduite 59	138,53	79,2	5,11	1,04
Conduite 60	31,32	354,6	76,45	0,77
Conduite 101	94,19	79,2	-3,42	0,69
Conduite 100	33,33	110,2	-6,42	0,67
Conduite 105	86,66	96,8	5,73	0,78
Conduite 69	128,21	44	0,59	0,39
Conduite 67	146,14	44	-0,67	0,44
Conduite 68	17,57	141	13,82	0,88
Conduite 66	16,13	176,2	-15,31	0,63
Conduite 62	156,44	220,4	32,82	0,86
Conduite 89	90,49	220,4	-34,45	0,9
Conduite 61	234,24	277,6	-69,48	1,15
Conduite 84	290,85	66	2,39	0,7
Conduite 76	296,45	55,4	1,36	0,56
Conduite 92	84,16	220,4	21,55	0,56
Conduite 99	44,09	176,2	-17,64	0,72
Conduite 96	18,73	55,4	-1,03	0,43
Conduite 97	259,18	44	1,19	0,78
Conduite 98	136,41	96,8	-4,12	0,56
Conduite 72	225,87	44	1,04	0,68
Conduite 65	627,03	110,2	2,88	0,3
Conduite 106	352,38	66	1,74	0,51
Conduite 73	86,78	110,2	-8,76	0,92
Conduite 74	189,92	66	3,38	0,99
Conduite 109	116,97	44	0,54	0,35
Conduite 110	347,34	79,2	1,73	0,35
Conduite 71	108,67	354,6	79,63	0,81
Conduite 70	294,65	354,6	80,13	0,81
Conduite 78	78,12	79,2	4,19	0,85
Conduite 83	109,29	44	0,5	0,33
Conduite 111	307,91	55,4	1,41	0,59
Conduite 91	146,38	79,2	4,54	0,92
Conduite 94	24,47	66	-2,55	0,75
Conduite 93	130,82	44	0,6	0,4
Conduite 95	141,82	44	0,65	0,43
Conduite 75	424,52	66	2,16	0,63
Conduite 77	144,48	141	11,9	0,76

Les résultats de calculs des pressions aux nœuds du réseau projeté pour la partie nord à l'horizon 2050, en cas de pointe, sont représentés dans le Tableau V.4.

Tableau V.4. État des Nœuds du réseau projeté pour la partie nord à l'horizon (2050), cas de pointe.

ID Nœud	Altitude (m)	Demande (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
Noeud 76	29,14	2,21	71,51	42,37
Noeud 78	26,99	1,85	73,39	46,4
Noeud 75	31,32	1,55	73,43	42,11
Noeud 55	17,39	1,33	71,84	54,45
Noeud 54	25,71	0,59	71,22	45,51
Noeud 57	17,06	0,83	71,93	54,87
Noeud 64	25,60	0,67	71,04	45,44
Noeud 48	16,61	4,25	71,96	55,35
Noeud 80	17,55	1,54	72,12	54,57
Noeud 58	17,38	1,34	72,28	54,9
Noeud 90	13,00	2,63	72,08	59,08
Noeud 62	17,59	1,42	71,99	54,4
Noeud 85	11,18	2,02	70,28	59,1
Noeud 86	11,63	2,66	69,15	57,52
Noeud 84	14,20	2,01	71,66	57,46
Noeud 88	3,32	3,7	66,73	63,41
Noeud 87	2,87	0,96	64,34	61,47
Noeud 73	11,70	2,19	71,62	59,93
Noeud 66	18,96	3,07	70,65	51,7
Noeud 61	18,37	1,11	71,01	52,64
Noeud 83	18,35	2,21	71,22	52,86
Noeud 69	20,94	3,08	69,56	48,62
Noeud 82	19,82	0,48	69,21	49,39
Noeud 60	7,08	0,81	70,47	63,39
Noeud 59	12,60	2,88	71,34	58,74
Noeud 74	28,34	1,36	65,63	37,3
Noeud 72	28,43	4,18	67,72	39,28
Noeud 52	24,70	0,57	69,13	44,43
Noeud 50	24,80	1,33	69,69	44,89
Noeud 53	27,83	0,65	68,88	41,05
Noeud 51	21,64	0,6	69,27	47,63
Noeud 45	24,14	1,04	68,32	44,18
Noeud 65	25,02	2,1	71,28	46,27
Noeud 68	38,65	3,22	70,66	32,01
Noeud 71	14,64	1,38	71,76	57,12
Noeud 67	38,89	1,41	68,94	30,05
Noeud 79	21,37	2,21	72,55	51,18
Noeud 70	14,99	2,18	71,88	56,89
Noeud 89	24,35	1,19	66,94	42,59
Noeud 46	26,85	2,22	71,21	44,36
Noeud 47	24,35	1,9	71,29	46,94
Noeud 63	46,84	0,54	70,73	23,89

ID Noeud	Altitude (m)	Demande (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
Noeud 56	45,88	0,5	73,58	27,71
Noeud 49	24,62	2,27	71,25	46,63
Noeud 81	29,80	0,5	70,85	41,05
Noeud 77	24,69	1,38	69,92	45,23
R2	71,00	-80,13	74	3

V.7.1.2. Cas de pointe + incendie

Dans cette partie, on doit vérifier que le débit pointe + incendie sera véhiculé par les diamètres précédents.

On ajoutera un débit concentré de 17 l/s, au point le plus défavorable. Dans notre cas, le point le plus défavorable est le nœud 59, éloigné de 1571.22m par rapport au réservoir R2.

Les débits et les vitesses au niveau du réseau projeté pour la partie nord à l'horizon 2050, en cas de pointe + incendie, sont représenté dans le tableau suivant :

Tableau V.5. État des arcs du réseau projeté pour la partie nord à l'horizon 2050, cas de pointe + incendie.

ID Arc	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)
Conduite 63	106,30	220,4	40,25	1,06
Conduite 88	53,97	110,2	-6,49	0,68
Conduite 90	146,70	220,4	-27,16	0,71
Conduite 81	170,90	79,2	3,4	0,69
Conduite 80	150,20	96,8	-7,02	0,95
Conduite 82	118,40	55,4	-1,6	0,66
Conduite 79	73,15	110,2	-7,49	0,79
Conduite 87	214,40	66	1,54	0,45
Conduite 86	305,50	55,4	-2,32	0,96
Conduite 102	349,20	55,4	0,81	0,33
Conduite 104	43,41	66	1,77	0,52
Conduite 103	103,90	96,8	-4,08	0,55
Conduite 107	215,00	66	-1,82	0,53
Conduite 108	104,40	44	0,48	0,32
Conduite 64	176,50	44	0,81	0,53
Conduite 54	124,03	44	-0,57	0,37
Conduite 85	209,13	44	0,96	0,63
Conduite 57	196,80	55,4	1,64	0,68
Conduite 59	138,53	79,2	5,11	1,04
Conduite 60	31,32	354,6	93,44	0,95
Conduite 101	94,19	79,2	-3,42	0,69
Conduite 100	33,33	110,2	-6,42	0,67
Conduite 105	86,66	96,8	5,73	0,78

ID Arc	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)
Conduite 69	128,21	44	0,59	0,39
Conduite 67	146,14	44	-0,67	0,44
Conduite 68	17,57	141	13,82	0,88
Conduite 66	16,13	176,2	-15,31	0,63
Conduite 62	156,44	220,4	49,29	1,29
Conduite 89	90,49	220,4	-34,98	0,92
Conduite 61	234,24	277,6	-86,48	1,43
Conduite 84	290,85	66	2,34	0,68
Conduite 76	296,45	55,4	1,36	0,56
Conduite 92	84,16	220,4	21,55	0,56
Conduite 99	44,09	176,2	-17,64	0,72
Conduite 96	18,73	55,4	-1,03	0,43
Conduite 97	259,18	44	1,19	0,78
Conduite 98	136,41	96,8	-4,12	0,56
Conduite 72	225,87	44	1,04	0,68
Conduite 65	627,03	110,2	19,88	2,08
Conduite 106	352,38	66	1,74	0,51
Conduite 73	86,78	110,2	-8,76	0,92
Conduite 74	189,92	66	3,38	0,99
Conduite 109	116,97	44	0,54	0,35
Conduite 110	347,34	79,2	1,73	0,35
Conduite 71	108,67	354,6	96,63	0,98
Conduite 70	294,65	354,6	97,13	0,98
Conduite 78	78,12	79,2	4,19	0,85
Conduite 83	109,29	44	0,5	0,33
Conduite 111	307,91	55,4	1,41	0,59
Conduite 91	146,38	79,2	4,54	0,92
Conduite 94	24,47	66	-2,55	0,75
Conduite 93	130,82	44	0,6	0,4
Conduite 95	141,82	44	0,65	0,43
Conduite 75	424,52	66	2,16	0,63
Conduite 77	144,48	141	11,9	0,76

Les résultats de calculs des pressions aux nœuds du réseau projeté pour la partie nord à l'horizon 2050, en cas de pointe + incendie, sont représentés dans le Tableau V.6

Tableau V.6. État des Nœuds du réseau projeté pour la partie nord à l'horizon (2050), cas de pointe+ incendie

ID Noeud	Altitude (m)	Demande (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
Noeud 76	29,14	2,21	71,26	42,12
Noeud 78	26,99	1,85	73,13	46,15
Noeud 75	31,32	1,55	73,19	41,87

ID Noeud	Altitude (m)	Demande (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
Noeud 55	17,39	1,33	70,41	53,02
Noeud 54	25,71	0,59	69,79	44,08
Noeud 57	17,06	0,83	70,49	53,44
Noeud 64	25,60	0,67	69,61	44
Noeud 48	16,61	4,25	70,53	53,92
Noeud 80	17,55	1,54	70,96	53,41
Noeud 58	17,38	1,34	71,59	54,22
Noeud 90	13,00	2,63	71,37	58,37
Noeud 62	17,59	1,42	71,3	53,72
Noeud 85	11,18	2,02	69,19	58,01
Noeud 86	11,63	2,66	68,08	56,45
Noeud 84	14,20	2,01	70,56	56,36
Noeud 88	3,32	3,7	65,77	62,45
Noeud 87	2,87	0,96	63,38	60,5
Noeud 73	11,70	2,19	70,94	59,24
Noeud 66	18,96	3,07	69,97	51,01
Noeud 61	18,37	1,11	70,32	51,95
Noeud 83	18,35	2,21	70,53	52,18
Noeud 69	20,94	3,08	68,88	47,93
Noeud 82	19,82	0,48	68,53	48,71
Noeud 60	7,08	0,81	69,04	61,96
Noeud 59	12,60	19,88	50,07	37,47
Noeud 74	28,34	1,36	64,2	35,87
Noeud 72	28,43	4,18	66,29	37,85
Noeud 52	24,70	0,57	68,87	44,17
Noeud 50	24,80	1,33	69,44	44,64
Noeud 53	27,83	0,65	68,62	40,79
Noeud 51	21,64	0,6	69,01	47,38
Noeud 45	24,14	1,04	66,89	42,75
Noeud 65	25,02	2,1	69,85	44,84
Noeud 68	38,65	3,22	69,22	30,58
Noeud 71	14,64	1,38	71,08	56,44
Noeud 67	38,89	1,41	68,25	29,36
Noeud 79	21,37	2,21	71,88	50,51
Noeud 70	14,99	2,18	71,19	56,21
Noeud 89	24,35	1,19	66,25	41,9
Noeud 46	26,85	2,22	70,52	43,67
Noeud 47	24,35	1,9	70,6	46,26
Noeud 63	46,84	0,54	70,05	23,2
Noeud 56	45,88	0,5	73,41	27,53
Noeud 49	24,62	2,27	70,57	45,95
Noeud 81	29,80	0,5	70,17	40,37
Noeud 77	24,69	1,38	69,66	44,98
R2	71,00	-97,13	74	3

V.7.2. Partie sud

V.7.2.1. Cas de pointe

Les débits et les vitesses au niveau du réseau projeté pour la partie sud à l'horizon 2050, sont représentés dans le tableau V.7.

Tableau V.7. État des arcs du réseau projeté pour la partie sud à l'horizon (2050), cas de pointe

ID Arc	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)
Conduite 32	52,58	96,8	5,3	0,72
Conduite 33	80,49	96,8	5,86	0,8
Conduite 37	23,67	66	-3,18	0,93
Conduite 36	145,30	44	-0,91	0,6
Conduite 35	84,94	44	-1,22	0,8
Conduite 28	76,32	44	0,32	0,21
Conduite 27	158,62	55,4	2,72	1,13
Conduite 2	250,60	44	1,04	0,69
Conduite 49	60,76	44	0,25	0,17
Conduite 47	63,08	44	-0,26	0,17
Conduite 46	234,40	110,2	3,88	0,41
Conduite 40	297,35	44	-1,24	0,81
Conduite 41	168,90	44	0,7	0,46
Conduite 39	155,00	79,2	4,52	0,92
Conduite 21	151,07	44	0,63	0,41
Conduite 22	113,90	44	0,48	0,32
Conduite 20	133,60	79,2	2,78	0,56
Conduite 19	60,57	44	0,25	0,17
Conduite 18	106,60	66	4,28	1,25
Conduite 17	41,67	55,4	2,2	0,91
Conduite 16	74,79	79,2	3,01	0,61
Conduite 12	60,58	79,2	-5,18	1,05
Conduite 15	51,37	44	-0,67	0,44
Conduite 3	232,80	277,6	36,16	0,6
Conduite 8	91,54	44	0,38	0,25
Conduite 23	18,11	220,4	23,55	0,62
Conduite 1	559,20	277,6	38,24	0,63
Conduite 11	48,99	44	-0,82	0,54
Conduite 5	91,97	220,4	34,92	0,92
Conduite 7	9,22	220,4	34,91	0,92
Conduite 26	119,54	110,2	-9,57	1
Conduite 24	44,37	110,2	-9,57	1
Conduite 38	530,72	176,2	13,9	0,57
Conduite 44	172,03	141	7,97	0,51
Conduite 42	6,38	141	8,71	0,56
Conduite 45	288,56	44	1,2	0,79

Conduite 9	181,14	141	9,78	0,63
Conduite 10	88,84	66	3,23	0,94
Conduite 13	74,66	79,2	3,17	0,64
Conduite 14	76,59	79,2	3,58	0,73
Conduite 50	103,38	44	0,46	0,31
Conduite 48	114,34	44	1,91	1,26
Conduite 30	63,63	44	-0,82	0,54
Conduite 31	149,95	44	-1,19	0,78
Conduite 34	77,81	44	-0,84	0,55
Conduite 29	237,50	44	0,99	0,65
Conduite 4	91,54	44	0,62	0,41
Réducteur 1	Sans Valeur	220,4	34,91	0,92
Réducteur 2	Sans Valeur	110,2	9,57	1
Réducteur 3	Sans Valeur	141	8,69	0,56

Remarque : afin de régler les pressions, on a installé 3 réducteurs de pression : le réducteur 1 avec une consigne de 2bars, le réducteur 2 avec une consigne de 4bars et le réducteur 3 avec une consigne de 4.5bars.

Les résultats de calculs des pressions aux nœuds du réseau projeté pour la partie sud à l'horizon 2050, en cas de pointe, sont représentés dans le Tableau V.8.

Tableau V.8. État des Nœuds du réseau projeté pour la partie sud à l'horizon (2050), cas de pointe

ID Nœud	Altitude (m)	Demande (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
Noeud 37	45,87	0,55	105,81	59,94
Noeud 36	44,11	0,94	105,53	61,42
Noeud 26	60,69	0,99	106,34	45,65
Noeud 35	40,68	1,05	105,2	64,51
Noeud 34	43,55	1,28	103,71	60,16
Noeud 27	61,59	2,23	102,47	40,88
Noeud 28	60,24	0,32	102,35	42,1
Noeud 25	98,45	0,08	147,73	49,29
Noeud 2	109,96	0,62	168,08	58,11
Noeud 7	103,93	0	167,79	63,86
Noeud 6	109,46	0,62	167,59	58,13
Noeud 5	103,08	1,21	147,76	44,68
Noeud 1	128,40	1,04	168,33	39,93
Noeud 24	113,12	1,04	165,01	51,89
Noeud 38	67,87	2,89	101,48	33,62
Noeud 14	39,44	1,19	96,59	57,14
Noeud 15	37,54	0,25	96,52	58,98
Noeud 30	83,84	0	107,36	23,52
Noeud 10	27,69	0,46	96,26	68,57

ID Noeud	Altitude (m)	Demande (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
Noeud 41	61,50	1,71	101,09	39,59
Noeud 40	59,18	0,26	101,02	41,84
Noeud 8	103,08	0	147,79	44,71
Noeud 44	74,01	0,67	146,82	72,81
Noeud 23	106,16	1,24	139,79	33,63
Noeud 29	90,79	2,58	145,14	54,35
Noeud 43	91,41	0,7	144,03	52,62
Noeud 21	97,45	1,67	142,06	44,61
Noeud 22	112,66	0,63	141,24	28,58
Noeud 11	83,84	0	147,36	63,52
Noeud 3	105,79	0,48	141,67	35,88
Noeud 19	102,25	1,25	142,66	40,41
Noeud 20	108,79	0,25	142,59	33,8
Noeud 18	96,14	0,93	145,2	49,05
Noeud 17	95,26	0,7	145,89	50,63
Noeud 16	86,16	0,83	145,58	59,43
Noeud 13	92,92	0,77	146,44	53,51
Noeud 9	90,47	1,37	147,28	56,81
Noeud 12	84,28	0,88	146,01	61,73
Noeud 4	101,12	0,38	147,56	46,43
Noeud 31	53,47	1,21	103,02	49,54
Noeud 33	73,76	0,03	146,8	73,04
Noeud 42	73,76	0,71	101,8	28,04
Noeud 39	37,57	1,2	96,57	59
Noeud 32	46,31	0,99	99,62	53,31
R1	167,00	-38,24	169	2

V.7.2.2. Cas de pointe + incendie

Dans cette partie, on doit vérifier que le débit pointe + incendie sera véhiculé par les diamètres précédents.

On ajoutera un débit concentré de 17 l/s, au point le plus défavorable. Dans notre cas, le point le plus défavorable, pour la partie sud, est le nœud 41, qui se trouve à une distance de 1850.98m par rapport au réservoir R1.

Les débits et les vitesses au niveau du réseau projeté pour la partie sud à l'horizon 2050, en cas de pointe + incendie, sont représentés dans le tableau V.9.

Tableau V.9. État des arcs du réseau projeté pour la partie sud à l'horizon (2050), cas de pointe + incendie

ID Arc	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)
Conduite 32	52,58	96,8	5,3	0,72

ID Arc	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)
Conduite 33	80,49	96,8	5,86	0,8
Conduite 37	23,67	66	-3,18	0,93
Conduite 36	145,30	44	-0,91	0,6
Conduite 35	84,94	44	-1,22	0,8
Conduite 28	76,32	44	0,32	0,21
Conduite 27	158,62	55,4	2,72	1,13
Conduite 2	250,60	44	1,04	0,69
Conduite 49	60,76	44	0,25	0,17
Conduite 47	63,08	44	-0,26	0,17
Conduite 46	234,40	110,2	20,88	2,19
Conduite 40	297,35	44	-1,24	0,81
Conduite 41	168,90	44	0,7	0,46
Conduite 39	155,00	79,2	4,52	0,92
Conduite 21	151,07	44	0,63	0,41
Conduite 22	113,90	44	0,48	0,32
Conduite 20	133,60	79,2	2,78	0,56
Conduite 19	60,57	44	0,25	0,17
Conduite 18	106,60	66	4,28	1,25
Conduite 17	41,67	55,4	2,2	0,91
Conduite 16	74,79	79,2	3,01	0,61
Conduite 12	60,58	79,2	-5,18	1,05
Conduite 15	51,37	44	-0,67	0,44
Conduite 3	232,80	277,6	53,16	0,88
Conduite 8	91,54	44	0,38	0,25
Conduite 24	44,37	110,2	-9,57	1
Conduite 23	18,11	220,4	40,55	1,06
Conduite 1	559,20	277,6	55,24	0,91
Conduite 11	48,99	44	-0,82	0,54
Conduite 5	91,97	220,4	51,92	1,36
Conduite 7	9,22	220,4	51,92	1,36
Conduite 26	119,54	110,2	-9,57	1
Conduite 38	530,72	176,2	30,9	1,27
Conduite 44	172,03	141	24,97	1,6
Conduite 42	6,38	141	25,71	1,65
Conduite 45	288,56	44	1,2	0,79
Conduite 9	181,14	141	9,78	0,63
Conduite 10	88,84	66	3,23	0,94
Conduite 13	74,66	79,2	3,17	0,64
Conduite 14	76,59	79,2	3,58	0,73
Conduite 50	103,38	44	0,46	0,31
Conduite 48	114,34	44	1,91	1,26
Conduite 30	63,63	44	-0,82	0,54
Conduite 31	149,95	44	-1,19	0,78
Conduite 34	77,81	44	-0,84	0,55

ID Arc	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)
Conduite 29	237,50	44	0,99	0,65
Conduite 4	91,54	44	0,62	0,41
Réducteur 1	Sans Valeur	220,4	51,92	1,36
Réducteur 2	Sans Valeur	110,2	9,57	1
Réducteur 3	Sans Valeur	141	25,69	1,65

Les résultats de calculs des pressions aux nœuds du réseau projeté pour la partie sud à l'horizon 2050, en cas de pointe + incendie, sont représentés dans le tableau V.10.

Tableau V.10. État des Nœuds du réseau projeté pour la partie sud à l'horizon (2050), cas de pointe+ incendie

ID Nœud	Altitude (m)	Demande (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
Noeud 37	45,87	0,55	104,53	58,66
Noeud 36	44,11	0,94	104,24	60,13
Noeud 26	60,69	0,99	105,05	44,36
Noeud 35	40,68	1,05	103,91	63,23
Noeud 34	43,55	1,28	102,43	58,88
Noeud 27	61,59	2,23	101,19	39,6
Noeud 28	60,24	0,32	101,06	40,82
Noeud 25	98,45	0,08	146,45	48
Noeud 2	109,96	0,62	167,18	57,21
Noeud 6	109,46	0,62	166,69	57,23
Noeud 5	103,08	1,21	146,52	43,44
Noeud 1	128,40	1,04	167,69	39,29
Noeud 24	113,12	1,04	164,37	51,25
Noeud 38	67,87	2,89	94,86	26,99
Noeud 14	39,44	1,19	81,98	42,53
Noeud 15	37,54	0,25	81,91	44,37
Noeud 10	27,69	0,46	81,65	53,96
Noeud 41	61,50	18,71	86,48	24,98
Noeud 40	59,18	0,26	86,41	27,23
Noeud 44	74,01	0,67	142,52	68,51
Noeud 23	106,16	1,24	135,5	29,34
Noeud 29	90,79	2,58	140,84	50,05
Noeud 8	103,08	0	146,58	43,5
Noeud 43	91,41	0,7	139,73	48,32
Noeud 21	97,45	1,67	140,82	43,37
Noeud 22	112,66	0,63	140,01	27,34
Noeud 33	73,76	0,03	142,42	68,66
Noeud 11	83,84	0	146,07	62,24
Noeud 3	105,79	0,48	140,43	34,64
Noeud 19	102,25	1,25	141,42	39,17

ID Noeud	Altitude (m)	Demande (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
Noeud 20	108,79	0,25	141,36	32,56
Noeud 30	83,84	0	106,07	22,24
Noeud 18	96,14	0,93	143,96	47,81
Noeud 17	95,26	0,7	144,65	49,39
Noeud 16	86,16	0,83	144,35	58,19
Noeud 13	92,92	0,77	145,2	52,28
Noeud 9	90,47	1,37	146,04	55,57
Noeud 12	84,28	0,88	144,77	60,5
Noeud 7	103,93	0	166,58	62,66
Noeud 4	101,12	0,38	146,32	45,19
Noeud 31	53,47	1,21	101,73	48,26
Noeud 42	73,76	0,71	97,42	23,66
Noeud 39	37,57	1,2	89,94	52,37
Noeud 32	46,31	0,99	98,33	52,02
R1	167,00	-55,24	169	2

V.8. Répartition des débits et des pressions

Après la projection d'un autre réseau de distribution, nous remarquons que nous avons des pressions acceptables entre (2-8) bars dans tous les nœuds du réseau, donc la répartition des pressions est bonne.

Pour la simulation sur les conduites, la majorité des vitesses sont comprise entre (0,3 et 1,5 l/s), sauf dans quelques traçons « ramifications » pour la partie sud, où les vitesses sont inférieures à 0,3 m/s, à cause de la faible demande en eau.

V.9. Conclusion

À la fin de ce chapitre, on peut dire qu'après la conception et le dimensionnement du nouveau réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Bouharoun, on constate une très grande amélioration du fonctionnement du réseau, malgré l'apparition de faibles vitesses d'écoulement dans certaines ramifications à cause de la faible demande en eau dans ces tronçons.

**Chapire VI. Organisation de chantier et pose de
canalisation**

VI.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons mettre en évidence, l'organisation du chantier et les étapes à suivre afin de réaliser notre projet. Cela, à travers le calcul des quantités des travaux à réaliser et la détermination des engins nécessaires pour sa bonne exécution. On terminera ce chapitre par un devis estimatif du coût des travaux.

VI.2. Travaux de pose de canalisation

Dans le but d'assurer une bonne longévité des conduites dans le temps, on doit respecter certaines normes lors de l'exécution des travaux de pose de canalisation, tel que la profondeur de la tranchée qui doit être suffisante pour que la conduite soit à l'abri des conditions climatiques (gel et changement de température) et ne subisse pas l'action directe des surcharges d'exploitation. Ce, dans le but de diminuer l'effet des différentes contraintes agissant sur la canalisation.

Afin de permettre un écoulement naturel des eaux d'infiltration, la pose de canalisation s'effectue à partir des points hauts. Une conduite doit être toujours posée avec une légère pente afin de créer des points bas pour la vidange, et des points hauts pour l'évacuation de l'air entraîné lors du remplissage de la conduite et pendant le fonctionnement.

Les canalisations doivent être éloignées lors de la pose de tout élément dure d'environ 10 m, de 30 cm des câbles électriques et de 60 cm des canalisations de gaz. ^[5]

La figure V.I. représente une coupe de tranchée d'une conduite posée dans les normes.

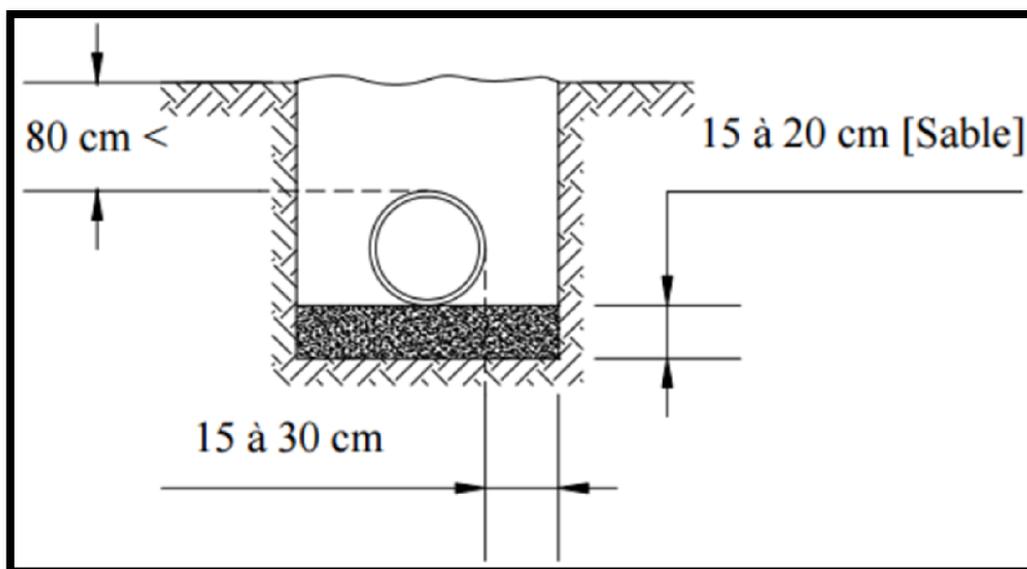


Figure VI.1. Pose de conduite dans un terrain ordinaire

Pour effectuer une pose de canalisation, on suit les étapes suivantes :

a. Implantation du tracé des tranchées sur le terrain

On matérialise l'axe de la tranchée sur le terrain avec des jalons placés en ligne droite et espacés de 50 m. On effectue ce travail en mesurant sur le plan leurs distances par des repères fixés ou des bornes. La direction des axes et leurs extrémités sont ainsi bien déterminées. [5]

b. Excavation des tranchées

L'excavation sera réalisée mécaniquement, selon l'axe de projet tracé au part-avant. La profondeur minimale de la tranchée à excaver atteint 1 m, afin de : [5]

- Garder la fraîcheur de l'eau pendant les grandes chaleurs.
- Ne pas gêner le travail de la terre (exploitation).
- Protéger la canalisation contre le gel.

La largeur de la tranchée doit être tel qu'un homme puisse travailler sans difficulté, elle augmente avec les diamètres des conduites à mettre en place.

L'excavation des tranchées s'effectue par tronçon successive en commençant par les points hauts, pour assurer s'il y a lieu d'un écoulement naturel des eaux d'infiltration.

c. Pose du lit de sable

Le fond de la tranchée doit ensuite être nettoyé et niveler de tous matériaux qui peuvent endommager la canalisation posée. Ensuite, la pose d'un lit de sable de 0.15 m d'épaisseur comme une couche de protection de la conduite de toute irrégularité présente au fond de la tranchée. [5]

d. Pose des conduites et des accessoires

Avant la descente des conduites en fouille, on procède à un triage des conduites de façon à écarter celles qui ont subies des chocs, fissuration...etc. Après cela, les conduites seront posées lentement, manuellement ou à l'aide d'une pose tube sur le fond de la tranchée. Cette pose s'effectuera par tronçon successif, à chaque arrêt de pose on bouche les extrémités du tronçon de la conduite. [5]

Au moment de leur mise en place, les conduites et raccords sont examinés à l'intérieur et débarrassés de tout corps étranger. Leurs abouts sont soigneusement nettoyés et préparés conformément aux règles de pose du matériau mis en œuvre. Les canalisations sont ensuite soudées en utilisant les équipements adéquats.

Des pièces spéciales sont utilisées pour le raccordement des conduites, on note : [5]

- Les tés : ils sont utilisés au niveau d'un réseau pour soutirer ou ajouter un débit ;
- Les coudes : ils sont utilisés pour le changement de direction ;
- Les cônes : ils sont utilisés pour raccorder deux conduites de diamètres différents ;
- Les croix de jonction : ils sont utilisés au niveau des nœuds pour le croisement des deux conduites perpendiculaires ;
- Les manchons : ce sont des morceaux de 25 à 50 cm, qui sont utilisés pour le raccordement des accessoires et appareillages.

Le long d'une canalisation, divers accessoires sont installés, pour : [5]

- Assurer un bon écoulement ;
- Régulariser les pressions et mesurer les débits ;
- Protéger la canalisation ;
- Vidanger une conduite ;
- Chasser ou faire pénétrer l'air dans une conduite.

Les accessoires qui seront placés pour l'équipement des réseaux de distributions sont les suivants : [5]

- **Les robinets-vannes** : ils sont disposés à chaque nœud du réseau, et permettent l'isolement des différents tronçons du réseau lors d'une réparation sur l'un d'entre eux. Ils permettent ainsi de régler les débits, leur manœuvre s'effectue à partir du sol au moyen d'une clé introduite dans une bouche à clé.
- **Bouches ou les poteaux d'incendie** : doivent être raccordés sur les conduites capables d'assurer un débit minimum de 17 (l/s) sous une pression de 1 bar.
- **Les clapets** : ils ont un rôle d'empêcher l'eau en sens contraire de l'écoulement prévu.
- **Les ventouses** : elles sont installées aux points hauts pour évacuer l'air accumulé suite à un dégazage de l'oxygène dissout.
- **Robinet de vidange** : ce sont des robinets placés aux endroits des points les plus bas du réseau de distribution.
- **Les réducteurs de pression** : ce sont des organes qui introduisent une perte de charge, de manière à ce que la pression aval soit maintenue à une valeur constante, quels que soit le débit et la pression amont.

Des organes tels que:

- Le tube de venturi, le diaphragme et la tuyère sont utilisés au niveau des installations afin de mesurer les débits.

- Les manomètres à aiguilles et les manomètres à soufflet sont utilisés pour les grands installations afin de mesurer les pressions.

e. Remblayage des tranchées

La tranchée est remblayée jusqu'à une hauteur de 30 cm au-dessus de la conduite, par couches une terre purgée de pierre, ensuite une grille d'avertissement de couleur bleue en plastique est placée pour séparer les deux couches de remblais, puis en continue le remblayage avec la terre déjà excavé de la tranchée présente sur place. [5]

f. Compactage

Après la mise en place du remblai, depuis le fond de la fouille jusqu'à une hauteur de 0,3 m au-dessus de la génératrice supérieure. À partir de cette profondeur, et à l'aide d'un engin de compactage à rouleau lisse, il faut procéder au compactage par couche successive de 25 cm compactées l'une après l'autre. Ceci afin d'augmenter la densité du sol recouvrant la conduite pour assurer la stabilité du sol et la protection de la conduite contre les mouvements du sol. [5]

VI.3. Calcul quantitative des travaux

a. Longueur des canalisations requises

Les conduites sont fournies sous forme de couronne de 100 m de longueur jusqu'au diamètre Ø110mm, et sous forme de barre de 12 m de longueur à partir du diamètre Ø125mm. On calcule donc la quantité des conduites à fournir, les résultats sont résumés dans le tableau VI.1.

Tableau VI.1. Quantité des canalisations requises

Diamètre ext (mm)	Longueur (m)
50	5138,50
63	1498,60
75	1946,81
90	1460,23
110	612,82
125	1275,44
160	515,32
200	576,28
250	705,29
315	1028,61
400	461,24

b. Volume déblai

Le volume du déblai excavé sera calculé par les sections partielles des tranchées de chaque diamètre par les relations suivantes :

- Le volume du déblai :

$$V_D = S_D \times L \dots (VI.1)$$

Avec :

- V_d : Volume du déblai pour chaque diamètre (m³) ;
- S_d : Section du déblai pour chaque diamètre (m²) ;
- L : Longueur de tranché de caque diamètre (m).

- La section du déblai :

$$S_D = B_{tr} \times H_{tr} \dots (VI.2)$$

Avec :

- S_D : section verticale du déblai, en (m) ;
- B_{tr} : largeur de la tranchée pour chaque diamètre (m) ;
- H_{tr} : profondeur de la tranchée pour chaque diamètre (m).

- Largeur de la tranchée : elle est calculée en fonction du diamètre, on ajoute 30 cm de chaque côté de la conduite pour permettre les manœuvres des ouvriers.

$$B_{tr} = D_{ext} + (1 \times 2) \dots (VI.3)$$

Avec :

- B_{tr} : largeur de la tranchée en (m) ;
- D_{ext} : diamètre extérieur de la conduite (m) ;
- 1 : distance entre la conduite et le toit de talus égale à 0.3 m.

D'où :

$$B_{tr} = D_{ext} + 0,6 \dots (VI.4)$$

- Profondeur de la trachée : elle est calculée en fonction du diamètre, on ajoute à la hauteur du lit de sable, la hauteur entre la génératrice supérieure de la conduite et la surface du terrain naturel et la hauteur du lit de sable.

$$H_{tr} = D_{ext} + H + e_S \dots (VI.5)$$

Avec :

- H_{tr} : profondeur de la trachée en (m) ;
- D_{ext} : diamètre extérieur de la conduite en (m) ;
- H : hauteur du remblai au-dessus de la conduite en mètre (entre 0,8m et 1,2m, on prendra h=1m).

- e_s : épaisseur du lit de sable (m), on prend $e_s = 0.15m$.

On résume le calcul du volume du déblai dans le tableau VI.2 :

Tableau VI.2. Calcul du volume du déblai

D_{ext} (mm)	L (m)	B_{tr} (m)	H_{tr} (m)	V_D (m ³)
50	5138,50	0,65	1,2	4 008,03
63	1498,60	0,663	1,213	1 205,20
75	1946,81	0,675	1,225	1 609,77
90	1460,23	0,69	1,24	1 249,37
110	612,82	0,71	1,26	548,23
125	1275,44	0,725	1,275	1 178,98
160	515,32	0,76	1,31	513,05
200	576,28	0,8	1,35	622,38
250	705,29	0,85	1,4	839,30
315	1028,61	0,915	1,465	1 378,83
400	461,24	1	1,55	714,92

D'après ce tableau, le **volume total du déblai à excaver** est de :

$$V_D = 13\,868,07 \text{ m}^3$$

c. Volume du lit de sable

Le volume de sable nécessaire est calculé par la formule suivante :

$$V_S = B_{tr} \times L \times e_s \dots \text{(VI.6)}$$

Avec :

- V_S : volume de lit de sable (m³) ;
- B_{tr} : largeur de la tranchée (m) ;
- L : longueur de la tranchée (m) ;
- e_s : épaisseur de lit de sable (m), on prend $e_s = 0.15m$.

On résume le calcul du volume du lit de sable dans le tableau VI.3 :

Tableau VI.3. Quantité des canalisations requises

D_{ext} (mm)	L (m)	B_{tr} (m)	e_s (m)	V_S (m ³)
50	5138,50	0,65	0,15	501,00
63	1498,60	0,663	0,15	149,04
75	1946,81	0,675	0,15	197,11
90	1460,23	0,69	0,15	151,13
110	612,82	0,71	0,15	65,27
125	1275,44	0,725	0,15	138,70

D_{ext} (mm)	L (m)	B_{tr} (m)	e_s (m)	V_S (m ³)
160	515,32	0,76	0,15	58,75
200	576,28	0,8	0,15	69,15
250	705,29	0,85	0,15	89,92
315	1028,61	0,915	0,15	141,18
400	461,24	1	0,15	69,19

Le volume total du sable à fournir est :

$$V_S = 1\,630,44 \text{ m}^3$$

d. Volume remblai

Le volume des remblais sera le volume des déblais réduits du volume occupé par la conduite et du volume du lit de sable :

$$V_R = V_D - V_S - V_C \quad \dots \text{ (VI.7)}$$

Avec :

- V_R : volume du remblai, en (m³) ;
- V_D : volume du déblai excavé, en (m³) ;
- V_S : volume du lit de sable, en (m³) ;
- V_C : volume des conduites, en (m²), avec : $V_C = L \times (D_{ext}^2 \times \pi/4)$.

Le calcul du volume du remblai est représenté dans le tableau VI.4.

Tableau VI.4. Quantité des canalisations requises

V_{ext} (mm)	V_D (m ³)	V_S (m ³)	V_C (m ³)	V_R (m ³)
50	4008,03	501,00	10,0894	3 496,94
63	1205,20	149,04	4,6715	1 051,50
75	1609,77	197,11	8,6007	1 404,05
90	1249,37	151,13	9,2896	1 088,95
110	548,23	65,27	5,8238	477,14
125	1178,98	138,70	15,6520	1 024,63
160	513,05	58,75	10,3611	443,94
200	622,38	69,15	18,1044	535,12
250	839,30	89,92	34,6208	714,75
315	1378,83	141,18	80,1607	1 157,49
400	714,92	69,19	57,9611	587,77
Total	13868,07	1630,44	255,34	11982,29

Le volume total du remblai est :

$$V_R = 11\,982,29 \text{ m}^3$$

VI.4. Choix des engins d'exécution

a. Pelle hydraulique

À travers les volumes calculés, nous déterminons la capacité du godet pour notre pelle.

Tableau VI.5. Capacité du godet en fonction du volume de terrassement

Volume du terrassement par une pelle (m^3)	$\leq 10\ 000$	$\geq 10\ 000$	$> 20\ 000$	$> 100\ 000$
Capacité du godet (m^3)	0,25-0,35	0,5-0,65	1-1,25	1,5

Comme le volume total est supérieur à $10\ 000\ m^3$, nous optons pour une pelle avec une capacité du godet égale à $0,65\ m^3$.

b. Bulldozer

Le choix du bulldozer se fait en fonction de la capacité du godet de l'excavateur. Le bulldozer est utilisé pour le remblaiement de la tranchée après la pose des conduites.

Tableau VI.6. Choix du bulldozer en fonction de la capacité du godet

Capacité du godet de la pelle (m^3)	0,3-0,65	0,75-1,0	1,25-1,5	2,0-3,0
Classe du bulldozer d'après la puissance du tracteur (kW)	40-60	70-118	120-140	150-300

Nous optons pour un bulldozer avec une capacité du godet de la pelle égale à $0,35\ m^3$, ayant une Puissance de : $P_b = 60\ kW$.

VI.5. Devis quantitatif estimatif

Cette évaluation consiste à déterminer les quantités de toutes les opérations effectuées sur le terrain pour la réalisation du projet, ensuite, on les multiplie par le prix unitaire correspondant, et enfin, on trouve le coût total du projet.

Le coût des travaux du réseau de distribution d'eau potable est représenté dans le tableau VI.7.

Tableau VI.7. Coût des travaux de distribution

Désignation des travaux	Longueur (m)	Quantité (m^3)	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Déblais	/	13 868,07	600	8 320 839
Lit de sable	/	1 630,44	2 200	3 586 978

Désignation des travaux	Longueur (m)	Quantité (m3)	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Remblais	/	11982,29	400	4 792 914
Fourniture et pose des canalisations PN10-50mm	5138,50	/	250	1 284 625
Fourniture et pose des canalisations PN10-63mm	1498,60	/	300	449 580
Fourniture et pose des canalisations PN10-75mm	1946,81	/	400	778 724
Fourniture et pose des canalisations PN10-90mm	1460,23	/	600	876 138
Fourniture et pose des canalisations PN10-110mm	612,82	/	1 000	612 820
Fourniture et pose des canalisations PN10-125mm	1275,44	/	1 500	1 913 160
Fourniture et pose des canalisations PN10-160mm	515,32	/	2 500	1 288 300
Fourniture et pose des canalisations PN10-200mm	576,28	/	4 000	2 305 120
Fourniture et pose des canalisations PN10-250mm	705,29	/	6 000	4 231 740
Fourniture et pose des canalisations PN10-315mm	1028,61	/	10 000	10 286 100
Fourniture et pose des canalisations PN10-400mm	461,24	/	14 500	6 687 980
Réducteur de pression	/	3	50 000	150 000
Grillage avertisseur bleu 600mm	15219,14	/	70	1 065 340
Total hors taxe DA				48 630 358
TTC (19%) DA				9 239 768
Le cout total DA				57 870 127

Le coût des travaux de distribution est de : **cinquante-sept millions huit cent soixante-dix mille cent vingt-sept de dinars algérien (5 7870 12 7DA).**

VI.6. Conclusion

À travers ce chapitre, nous avons mis en évidence :

- Les différentes étapes qui nous permettent de réaliser ce projet.
- Les engins et les volumes des travaux nécessaires pour élaborer le chantier.
- L'étude du devis quantitatif estimatif nous permet d'avoir une idée sur le coût du projet.

Conclusion générale

Dans le cadre de ce projet de fin d'étude, l'objectif fixé est l'amélioration des réseaux d'alimentation en eau potable de la ville de Bouharoun (W.TIPASA).

Dans cette optique, et afin de répondre à cet objectif, notre travail de restructuration du réseau d'AEP, est décomposé en 6 étapes comme suite :

Étape 1 : la première phase de travail est dédiée à la récolte des données nécessaires pour notre étude.

Étape 2 : la deuxième phase s'intéresse à l'estimation des besoins en eau de l'agglomération des deux parties, sud et nord, pour l'horizon 2020 et l'horizon 2050 ainsi que le calcul de la variation des débits horaires.

Étape 3 : la vérification de la suffisance des capacités de stockage des réservoirs jusqu'à l'horizon 2050 a permis de démontrer que :

- Le réservoir R1 Nedjar de 750m³ est largement suffisant pour alimenter la partie sud.
- Le réservoir existant R2 Bouharoun de 1000m³ suffit à lui seul pour l'alimentation en eau potable de la partie nord, sans avoir recours à utiliser les deux autres réservoirs R3 et R4, d'une capacité de 250m³ chacun.

Étape 4 : l'examen du fonctionnement hydraulique des réseaux existants, pour l'horizon 2020, a permis de soulever les anomalies qui y existent. Notamment, des faibles vitesses, des fortes pressions et la vétusté des réseaux de distribution. En se basant sur ces résultats, une restructuration des deux réseaux d'AEP s'impose.

Étape 5 : afin d'améliorer la desserte en eau des utilisateurs, de nouveaux réseaux d'AEP constitués par des conduites en **PHED-PN10** sont proposés. L'utilisation du logiciel de simulation EPANET, a permis de déterminer les diamètres des conduites qui varient entre **50 et 400mm**.

Étape 6 : la dernière phase de ce travail a consisté à compléter l'étude technique par des études portant sur : l'organisation du chantier, la méthodologie de pose des canalisations ainsi que l'estimation des coûts des travaux. Le résultat de cette dernière étude nous a permis d'évaluer le coût du projet qui s'élève à une somme de : **cinquante-sept millions huit cent soixante-dix mille cent vingt-sept de dinars algérien (57 870 127 DA)**.

Finalement, l'ensemble des résultats issus des travaux, menés dans le cadre de ce projet de fin d'étude, nous permettent de proposer une solution qui répond efficacement à la problématique d'amélioration des réseaux d'alimentation en eau potable de la ville de Bouharoun (W.TIPASA).

Références bibliographiques

- Document :

1. Direction de la Programmation Et du suivi Budgétaires, « Monographie de la wilaya de Tipasa », édition 2013. ^[1]
2. Boualem SALLAH, « Alimentation en eau potable », ENSH 1994. ^[2]
3. Latifa KADI, « Cours Alimentation en eau potable 2 », ENSH 2019. ^[3]
4. GUIDE TECHNIQUE « Réhabilitation et remplacement des réseaux d'eau potable », version 13 septembre 2013. ^[4]
5. Djilali KAHLERRAS « ORGANISATION DE CHANTIER », ENSH 2018. ^[5]

- Mémoire de fin d'étude :

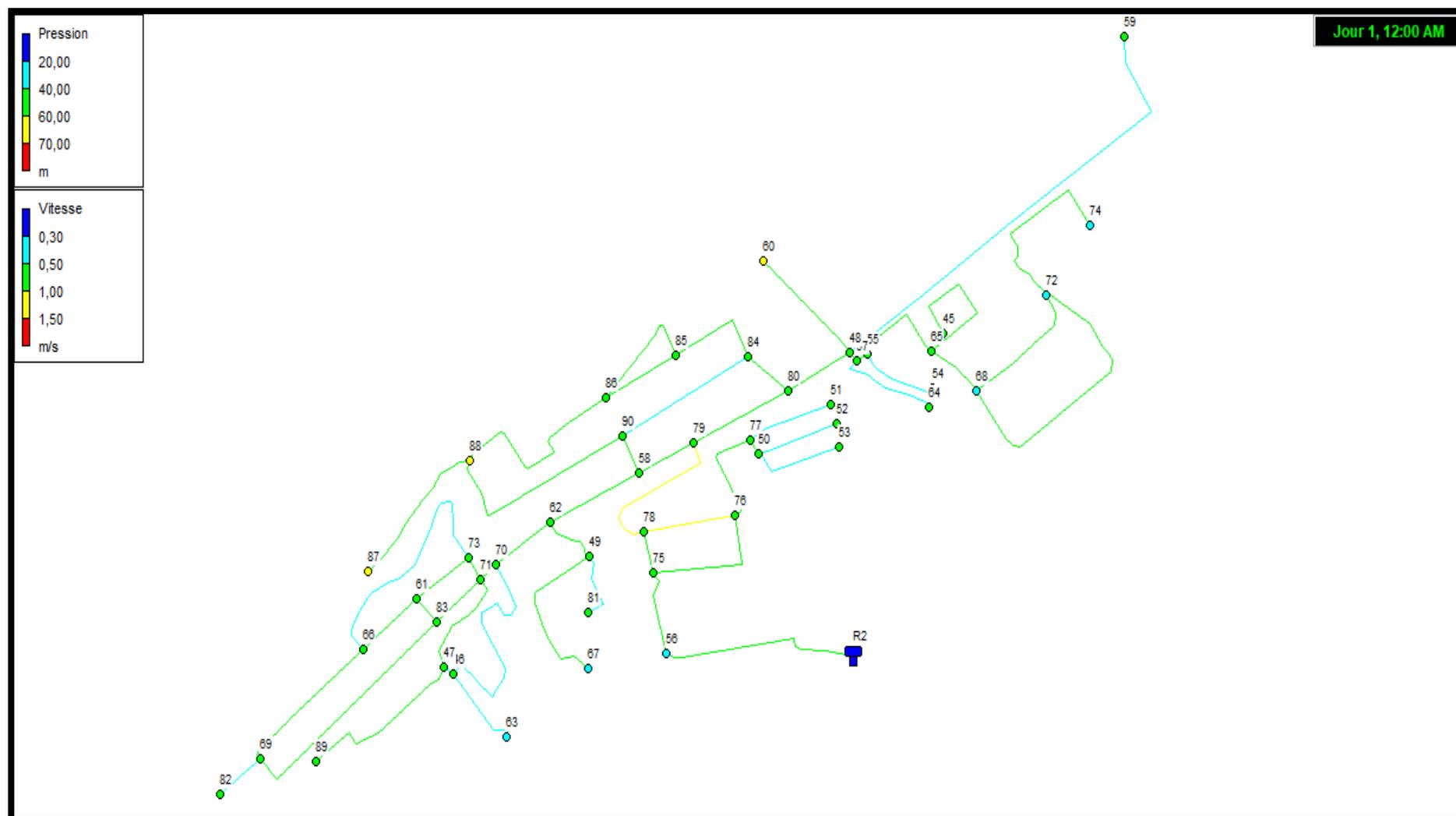
6. BERKANI Amina "ETUDE D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE KHELISTI (TIPAZA)", ENSH 2015. ^[6]

Annexes

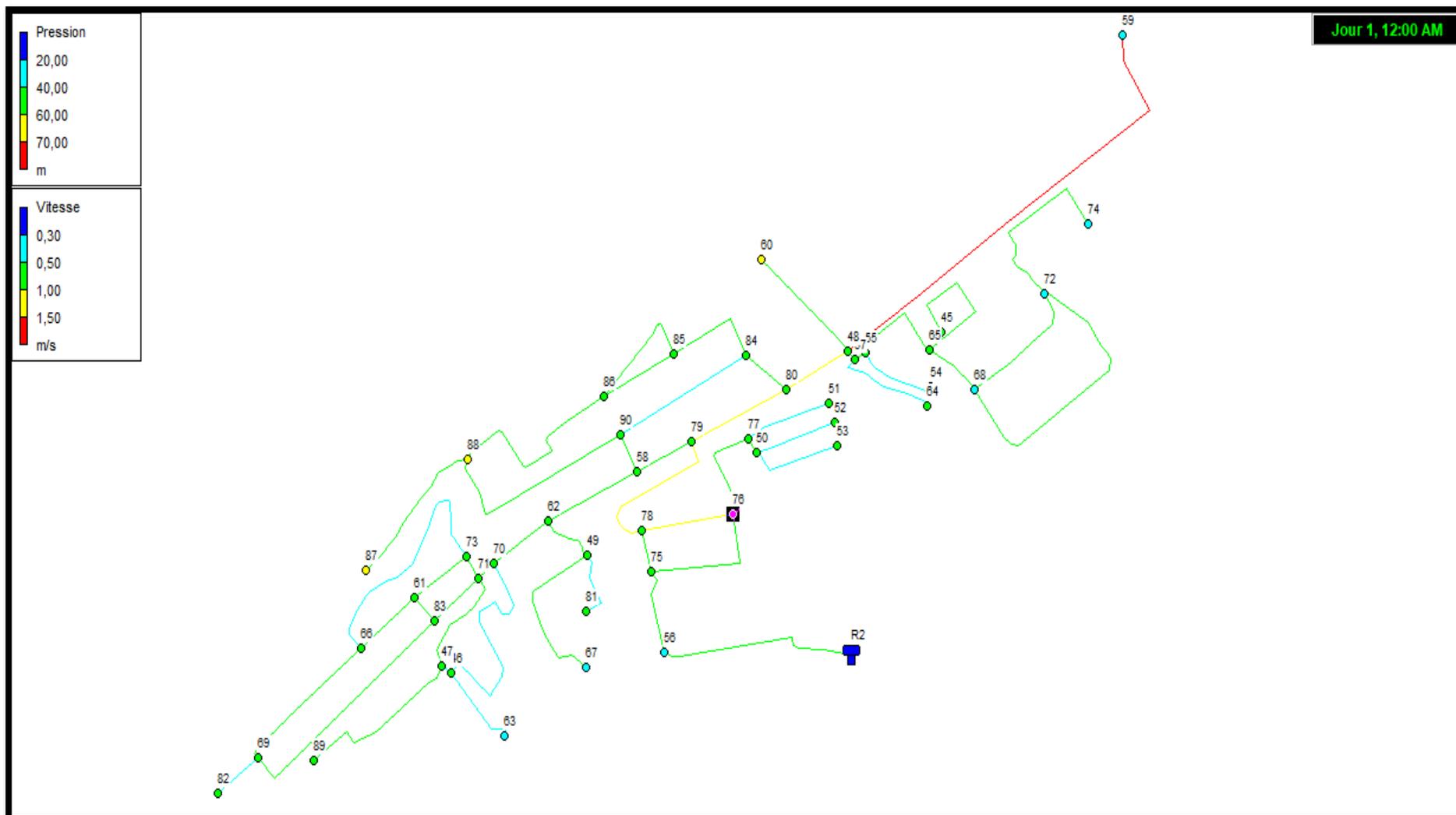
Annexe 1 : Répartition des débits horaires en fonction du nombre d'habitants

Heures	Nombre d'habitants				
	Moins de 10 000	10 001 à 50 000	50 001 à 100 000	Plus de 100 000	Agglomération de type rurale
00-01	1.00	1.5	3	3.35	0.75
01-02	1.00	1.5	3.2	3.25	0.75
02-03	1.00	1.5	2.5	3.3	1
03-04	1.00	1.5	2.6	3.2	1
04-05	2.00	2.5	3.5	3.25	3
05-06	3.00	3.5	4.1	3.4	5.5
06-07	5.00	4.5	4.5	3.85	5.5
07-08	6.50	5.5	4.9	4.45	5.5
08-09	6.50	6.25	4.9	5.2	3.5
09-10	5.50	6.25	4.6	5.05	3.5
10-11	4.50	6.25	4.8	4.85	6
11-12	5.50	6.25	4.7	4.6	8.5
12-13	7.00	5.00	4.4	4.6	8.5
13-14	7.00	5.00	4.1	4.55	6
14-15	5.50	5.50	4.2	4.75	5
15-16	4.50	6.00	4.4	4.7	5
16-17	5.00	6.00	4.3	4.65	3.5
17-18	6.50	5.50	4.1	4.35	3.5
18-19	6.50	5.00	4.5	4.4	6
19-20	5.00	4.50	4.5	4.3	6
20-21	4.50	4.00	4.5	4.3	6
21-22	3.00	3.00	4.8	3.75	3
22-23	2.00	2.00	4.6	3.75	2
23-24	1	1.50	3.3	3.7	1

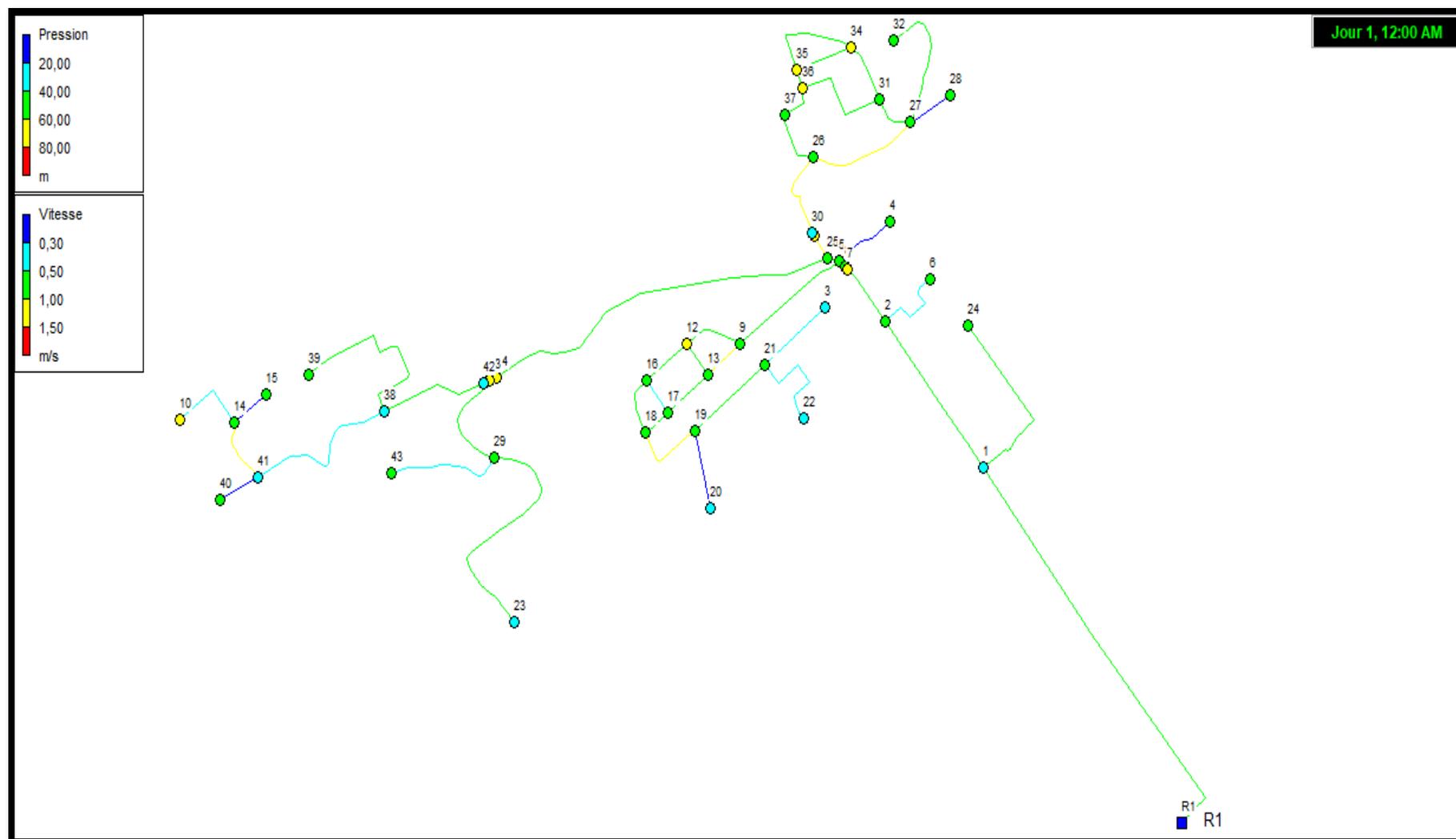
(Extrait de l'ouvrage d'AEP d'Abramov, édition 1982).



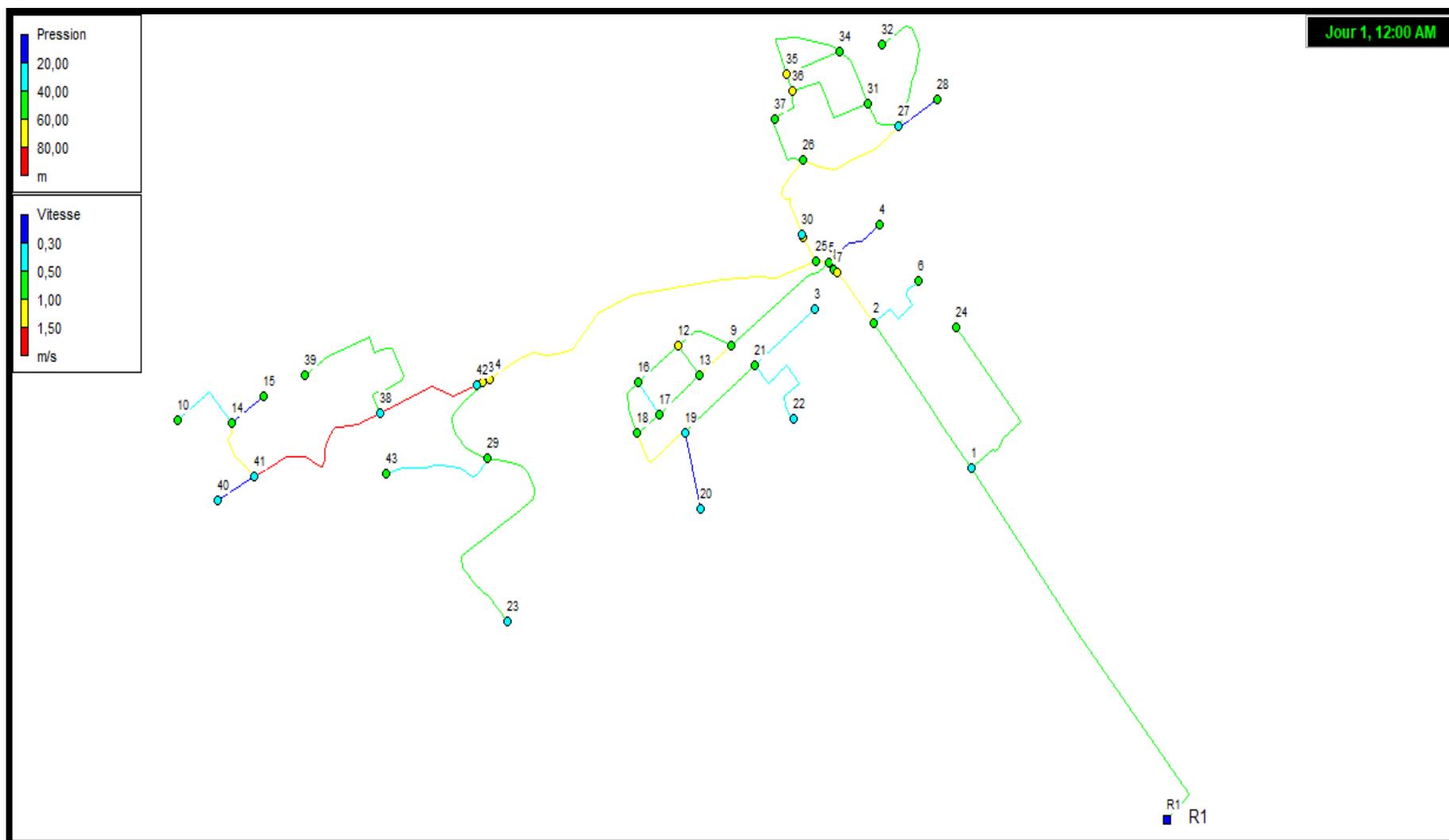
Annexe 2 : Simulation du réseau d'AEP projeté, partie nord (cas de pointe).



Annexe 3 : Simulation du réseau d'AEP projeté, partie nord (cas de pointe+ incendie).



Annexe 4: Simulation du réseau d'AEP projeté, partie sud (cas de pointe).



Annexe 5: Simulation du réseau d'AEP projeté, partie sud (cas de pointe + incendie)

Annexe 6: Caractéristique TUBE PEHD EAU PN10

Code	Désignation Article	D extérieur	Epaisseur	D intérieur
110070501	TUBE PEHD EAU-PN10-50mm	50	3	44
110070631	TUBE PEHD EAU-PN10-63mm	63	3,8	55,4
110070751	TUBE PEHD EAU-PN10-75mm	75	4,5	66
110070901	TUBE PEHD EAU-PN10-90mm	90	5,4	79,2
110071101	TUBE PEHD EAU-PN10-110mm	110	6,6	96,8
110071251	TUBE PEHD EAU-PN10-125mm	125	7,4	110,2
110071601	TUBE PEHD EAU-PN10-160mm	160	9,5	141
110072001	TUBE PEHD EAU-PN10-200mm	200	11,9	176,2
110072501	TUBE PEHD EAU-PN10-250mm	250	14,8	220,4
110073151	TUBE PEHD EAU-PN10-315mm	315	18,7	277,6
110074001	TUBE PEHD EAU-PN10-400mm	400	22,7	354,6

(Source GROUPE CHIALI)