



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : Conception des systèmes d'alimentation en eau potable

THEME

**Étude de projet d'adduction et de distribution pour le renforcement du système d'alimentation en eau potable de l'agglomération du chef-lieu du centre semi-urbain de BOUAICH
(Wilaya de MÉDÉA)**

Présenté par

AOUNI Souhel

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
AMMARI Abdelhadi	M.C.A	Président
KHEDIMALLAH Abderrahmane	M.C.B	Examineur
DAHMANE Mouloud	M.C.B	Examineur
MIHOUBI Mustapha Kamel	Professeur	Promoteur

Session Juillet 2025

REMERCIEMENTS

Je remercie profondément Allah, source de toute force et de toute sagesse, qui m'a permis de mener à bien ce travail avec patience et détermination.

*Je tiens à exprimer ma sincère gratitude au Professeur Monsieur **Mustapha Kamel Mihoubi**, mon encadrant, pour sa confiance, son engagement et la qualité de son encadrement. Ses conseils avisés, sa rigueur intellectuelle et sa disponibilité constante ont été essentiels tout au long de ce projet. Son accompagnement bienveillant a grandement contribué à enrichir ma réflexion et à structurer ce mémoire avec clarté et méthode.*

Je remercie également l'ensemble des enseignants et intervenants qui ont marqué mon parcours académique, ainsi que toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont apporté leur soutien, leur aide ou leurs encouragements durant cette période.

Enfin, j'adresse une pensée sincère à ma famille et à mes proches, dont le soutien moral, discret mais inestimable, a toujours été pour moi une source de motivation.

DÉDICACE

Je dédie ce travail à ceux qui ont été, et resteront toujours, ma plus grande source de force et d'inspiration :

À mes très chers parents

Aucun mot ne pourra jamais traduire la profondeur de ma reconnaissance pour tout ce que vous avez accompli pour moi. Vos sacrifices, votre patience et votre amour inconditionnel m'ont portée jusqu'ici. Vous m'avez offert bien plus qu'une éducation : vous m'avez appris la vie, le courage et l'humilité. Mon plus grand souhait est que vous soyez fiers de moi, comme je suis fière d'être votre fille.

À mes sœurs Wissem, Nayla et Rana

Votre affection, votre présence et vos encouragements ont été un véritable soutien tout au long de mon parcours. Ce travail vous est dédié, en témoignage de l'amour profond que je vous porte.

J'espère de tout cœur avoir su vous rendre fières, vous qui êtes bien plus que des sœurs : des alliées de chaque instant.

Que Dieu vous protège et vous comble de bonheur et de réussite.

Résumé

Ce mémoire traite de l'étude de la modernisation du système d'alimentation en eau potable du chef-lieu de Bouaiche, situé en zone montagneuse à sismicité moyenne. Il s'agit de répondre aux besoins en eau domestiques face à une croissance démographique attendue et à un réseau existant vieillissant. L'objectif est de proposer une solution durable, fiable et techniquement adaptée à l'horizon 2055.

L'approche adoptée repose sur un diagnostic détaillé du réseau actuel, l'évaluation des besoins futurs en eau, et le dimensionnement d'ouvrages clés : un nouveau réservoir surélevé de 1000 m³, deux stations de pompage et un réseau de distribution optimisé en PEHD. L'étude inclut une analyse technico-économique, estimant le coût total du projet à 90,13 millions DA pour une durée de 293 jours.

Ce travail constitue une contribution technique majeure en matière de gestion de l'eau, en vue de garantir un service public de qualité et une meilleure résilience face aux enjeux hydrauliques futurs.

ملخص

تتناول هذه المذكرة دراسة لتحديث نظام الإمداد بمياه الشرب في بلدية بوعيش الرئيسية، الواقعة في منطقة جبلية بولاية المدية ذات نشاط زلزالي متوسط. يهدف هذا المشروع إلى تلبية الاحتياجات المحلية من المياه في ظل النمو السكاني المتوقع وتقادم الشبكة الحالية. وتسعى الدراسة إلى اقتراح حل مستدام، موثوق، ومناسب من الناحية التقنية، في أفق سنة 2055. يعتمد النهج المتبع على تشخيص مفصل للوضع الحالي للشبكة، وتقييم الاحتياجات المستقبلية من المياه، وتصميم المنشآت الأساسية، وهي: خزان علوي جديد بسعة 1000 متر مكعب، ومحطتا ضخ، وشبكة توزيع محسنة من البولي إيثيلين عالي الكثافة (PEHD). كما تتضمن الدراسة تحليلاً تقنياً واقتصادياً، تُقدَّر من خلاله الكلفة الإجمالية للمشروع بـ 90.89 مليون دينار جزائري، على مدة إنجاز تمتد إلى 271 يوماً. ويمثل هذا العمل مساهمة فنية هامة في مجال إدارة الموارد المائية، بهدف ضمان خدمة عمومية ذات جودة عالية، وتعزيز مرونة النظام في مواجهة التحديات المستقبلية المتعلقة بالمياه.

Abstract

This project focuses on a study to improve the supply of drinking water in the main town of Bouaiche, which is located in a mountainous, medium-seismic area. The aim is to meet domestic water needs in the face of expected population growth and an ageing existing network. The main objective is to provide a sustainable, reliable, and technically appropriate solution by 2055.

The approach adopted is based on a detailed diagnosis of the current network, an assessment of future water requirements, and the sizing of key structures: a new 1000-m³ elevated reservoir, two pumping stations, and an optimised HDPE distribution network. The study includes a technical and economic analysis, estimating the total cost of the project at 90,89 million DA over 271 days.

This work represents a major technical achievement in the field of water management, with a view to guaranteeing a high-quality public service and greater resilience in the face of future water-related challenges.

Table des matières

Remerciements	I
Dédicace	II
Résumé	III
ملخص	III
Abstract	III
<i>Table des matières</i>	III
<i>Liste des figures</i>	XI
<i>Liste des tableaux</i>	XIV
<i>Liste des abréviations</i>	XX
INTRODUCTION GENERALE	1
Chapitre I : Présentation de la zone d'étude	4
Introduction	5
I.1. Présentation de la zone d'étude	5
I.1.1. Situation géographique	5
I.1.1.1. Localités de la commune de Bouaiche	6
I.1.2. Situation topographies	6
I.1.3. Le Climat	7
I.1.4. Sismicité	9
I.1.5. Situation hydraulique	10
I.1.6. Réseau hydrographique	12
I.1.6.1. Hydrologie	12
I.1.6.2. Hydrogéologie	12
I.1.7. Assainissement	12
Conclusion	12
Chapitre II : Estimation des besoins en eau	14
Introduction	15
II.1. Données socio-économiques	15
II.2. Besoin en eau	16
II.2.1. Catégories des besoins en eau potable à estimer	16
II.3. Estimation des besoins	17
II.3.1. Evaluation des Besoins Domestiques	17
II.3.1.1. Choix de la norme unitaire de la consommation	17

II.3.1.2. Besoins journaliers moyens	19
II.3.1.3. Rendements réseaux	20
II.3.1.3.1. Rendement de distribution	20
II.3.2. Besoins en eau des équipements	21
II.3.2.1. Besoins en eau des équipements administratifs	23
II.3.2.2. Besoins des équipements scolaires	23
II.3.2.3. Besoins des équipements sanitaires	24
II.3.2.4. Besoins des équipements de service	24
II.3.2.5. Besoins culturels et sportifs	24
II.3.2.6. Besoins d'arrosage	25
II.4. Les besoins en eau des équipements totaux	25
II.4.1. Récapitulation de la consommation en eau moyenne totale	26
II.5. Etude de variation des débits journaliers	27
II.5.1. Calcul des consommations journalières maximales	27
II.5.2. Calcul des consommations journalières minimales	28
II.6. Etude de la variation des débits horaires	29
II.6.1. Consommation moyenne horaire	29
II.6.2. La consommation horaire maximale	30
II.6.3. La consommation horaire minimale	30
II.7. Calcul de la consommation horaire	31
II.7.1. Horizon Actuel 2025	33
II.7.2. Horizon future 2055	34
Conclusion	37
Chapitre III : Etat de lieu, diagnostic et analyse du système D'AEP existant	38
Introduction	39
III.1. Ressource en eau	39
III.1.1. Réservoirs existants	40
III.2. Diagnostic du réseau	41
III.2.1. Diagnostic physique	41
III.2.1.1. Etat des forages	41
III.2.1.1.1. Forage « F-3 Bis »	41
III.2.1.1.2. Forage « F-10 »	43
III.2.1.1.3. Forage « F-12 »	44
III.2.1.1.4. Forage « F-1 Kerfouf »	46

III.2.1.1.5 Forage « F-11 »	48
III.2.1.2. Description détaillée des réservoirs	50
III.2.1.2.1. Réservoir R-500 m ³	50
III.2.1.2.2. Réservoir R250 m ³	52
III.2.1.2.3. Réservoir R1000 m ³	53
III.3.1.3. Diagnostic de la station de pompage	54
III.2.2. Diagnostic hydraulique	56
III.2.2.1. Type du système de distribution existant	57
III.2.2.2. Calcul hydraulique du réseau de distribution	57
III.2.2.3. Caractéristiques des conduites de distribution	57
III.2.2.4. Détermination des débits en cas de pointe	62
III.2.2.5. Calcul hydraulique	64
III.2.2.5.1. Débit en route pour chaque tronçon	65
III.2.2.5.2. Calcul des débits aux nœuds	68
III.2.2.6. Résultats de simulation hydraulique du réseau de distribution existant par le logiciel WATERCAD	71
III.2.2.6.1. Simulation du réseau d'alimentation en eau potable en cas de pointe à L'horizon 2025	72
III.2.2.6.2. Simulation du réseau d'alimentation en eau potable en cas de pointe + incendie à L'horizon 2025	81
III.2.2.6.3. Simulation du réseau d'alimentation en eau potable en cas de pointe à l'horizon 2045 (moyen terme)	90
III.2.2.6.4. Simulation du réseau d'alimentation en eau potable en cas de pointe + incendie à l'horizon 2045 (moyen terme)	96
Conclusion	115
Chapitre IV : Étude de stockage	116
Introduction	117
IV.1. Rôles des réservoirs	117
IV.1.1 Stockage	117
IV.1.2 Régulation de la pression	117
IV.1.3 Équilibre	117
IV.1.4 Brise -charge	118
IV.1.5 Relais (ou réservoir tampon)	118
IV.1.6 Réserve d'incendie	118
IV.2. Emplacement des réservoirs	118

IV.3. Principe de fonctionnement	119
IV.3.1. Fonctions techniques d'un réservoir	119
IV.3.2. Fonctions économiques d'un réservoir	119
IV.4. Détermination de la capacité de réservoir	119
IV.5. Equipement des réservoirs	120
IV.6. Calcul du volume de réservoir	120
IV.7. Estimation des insuffisances en ressource en eau	123
IV.7.1. Bilan hydrique	123
IV.7.2. Capacité de stockage	124
Conclusion	125
Chapitre V : Étude de l'adduction	126
Introduction	127
V.1. Types d'adduction	127
V.1.1. Adduction gravitaire	127
V.1.3. Adduction mixte	127
V.2. Choix du tracé de l'adduction	127
V.3. Choix du matériau de canalisation	128
V.4. Étude de l'adduction	129
V.4.1. Système d'adduction Chahbounia vers Bouaiche	129
V.4.2. Système d'adduction F-1 Kerfouf vers Bouaiche	130
V.4.3. Schéma de l'adduction	130
V.5. Calcul hydraulique	130
V.5.1. Cas des conduites de refoulement	130
V.5.1.1. Diamètre économique	130
V.5.1.2. Etude technico-économique de l'adduction	133
V.5.1.3. Perte de charge	133
V.5.1.3.1. Pertes de charge linéaires	134
V.5.1.3.2. Pertes de charges singulières	134
V.5.1.3.3. Pertes de charges totales	134
V.5.1.4. Hauteur manométrique totale	135
V.5.1.5. Puissance absorbée par la pompe	135
V.5.1.6. Energie consommée par la pompe	135
V.5.1.7. Frais d'exploitation	135

V.5.1.8. Frais d'amortissement	136
V.5.2. Cas conduites gravitaires	136
V.6. Dimensionnement des conduites	136
V.6.1. Dimensionnement de la conduite gravitaire	136
V.6.2. Dimensionnement des conduites de refoulement	137
V.7. Station de pompage SP-Chahbounia	146
V.7.1. Choix du type de la pompe	146
V.7.2. Choix du nombre de pompes	147
V.7.3. Courbe caractéristique d'une conduite de refoulement	147
V.7.4. Caractéristique de la pompe	148
V.7.4.1. Point de fonctionnement	148
V.7.4.2. Description de la pompe PM 100/3C	149
V.7.4.3. Données techniques	150
V.7.5. La courbe caractéristique de la conduite de la station de pompage	151
V.7.6. Les frais annuels d'énergie	152
V.7.7. Dimensionnement des équipements en amont de la pompe	153
V.8. Station de pompage projeté	154
V.8.1. Description de la pompe PM 125/2C	155
V.8.2. Données techniques	155
V.8.3. La courbe caractéristique de la conduite de la station de pompage projeté	157
V.8.4. Les frais annuels d'énergie	158
V.8.5. Dimensionnement des équipements en amont de la pompe	159
V.9. Détermination de la valeur du coup de bélier	160
V.9.1. La célérité d'onde	160
V.9.2. Coup de bélier	160
V.9.3. La hauteur géométrique	160
V.9.4. La pression maximale	161
V.9.5. La pression minimale	161
V.10. Détermination du volume du réservoir d'air anti-bélier	161
V.10.1. Calcul de la charge statique absolue	163
V.10.2. Calcul de la charge maximale absolue	163
V.10.3. Calcul de la hauteur piézométrique dynamique à l'entrée	163
Conclusion	164

Chapitre VI : Projection du réseau d'AEP à l'horizon 2055	165
Introduction	166
VI.1. Classification des réseaux	166
VI.1.1. Réseau ramifié	166
VI.1.2. Réseau maillé	166
VI.1.3. Réseau mixte	166
VI.1.4. Réseau étagé	166
VI.2. Choix du type de réseau projeté	167
VI.3. Choix du matériau de la canalisation	167
VI.4. Calcul hydraulique du réseau projeté	167
VI.4.1. Détermination des débits du réseau de distribution	167
VI.4.1.1. Débit spécifique	167
VI.4.1.2. Débit en route	168
VI.4.1.3. Débit au nœud	168
VI.4.2. Détermination des diamètres avantageux	171
VI.4.3. Simulation hydraulique du réseau sur Watercad	173
VI.4.3.1. Etapes classiques de modélisation du réseau de distribution via WaterCAD	173
VI.4.4. Résultats de simulation hydraulique du réseau de distribution projeté	174
VI.4.5. Interprétation des résultats de simulation (cas de pointe)	178
VI.4.6. Interprétation des résultats de simulation (cas de pointe + incendie)	178
VI.5. Simulation du réseau en période de faible consommation	178
VI.5.1. Résultats de simulation en heure creuse	179
VI.5.2. Interprétation des résultats	181
Conclusion	181
Chapitre VII : Organisation et ordonnancement des travaux de chantier	182
Introduction	183
VII.1. Travaux du réseau projeté	183
VII.2. Implantation du tracé des tranchées sur le terrain	183
VII.3. Calcul des volumes des travaux du réseau de distribution	184
VII.3.1. Volume du déblai du réseau	184
VII.3.2. Volume du lit de sable	185
VII.3.3. Volume de la conduite	186
VII.3.4. Volume de remblai	187
VII.4. Calcul du volume des travaux du réservoir projeté	187

VII.4.1. Volume du déblai	187
VII.4.2. Calcul du volume du tout-venant	188
VII.4.3. Calcul du volume du béton de propreté	189
VII.4.4. Calcul du volume du béton armé	189
VII.4.5. Volume du remblai	190
VII.5. Devis estimatif	190
VII.6. Planification des travaux	192
Conclusion	196
CONCLUSION GENERALE	197
RÉFÉRENCES	199
ANNEXES	201

Liste des figures

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Figure I.1 : Image satellitaire non traitée de la commune de Bouaiche	1
Figure I.2 : Localisation de la ville de Bouaiche dans la wilaya de Médéa	1
Figure I.3 : Carte topographique représent les altitudes de la commune de Bouaiche	1
Figure I.4 : Carte bioclimatique du nord d'Algérie	1
Figure I.5 : Carte de zonage sismique du territoire Algérie	1
Figure I.6 : Situation des forages desservant l'alimentation en eau potable du centre Bouaiche	1

Chapitre II : Estimation des besoins en eau

Figure II.1 : Graphique de l'évolution de la population de l'agglomération chef-lieu Bouaiche.	1
Figure II.2 : Graphique d'évolution des besoins en domestiques de l'ACL Bouaiche.	1
Figure II.3 : Graphique de consommation domestique pour à l'horizon 2025	1
Figure II.4 : Courbe du cumul de la consommation de l'agglomération prévue pour l'horizon 2025	1
Figure II.5 : Graphique de consommation domestique pour à l'horizon 2055	1
Figure II.6 : Courbe du cumul de la consommation de l'agglomération prévue pour l'horizon 2055	1

Chapitre III : Etat De Lieu, Diagnostic Et Analyse Du Système D'AEP Existant

Figure III.1 : Situation des forages « Centre Bouaiche » (Googel Earth, 2025)	1
Figure III.2 : Vue général du forage F-3 Bis (en moyen état)	1
Figure III.3 : Vanne DN 100 en bon état	1
Figure III.4 : Ventouse DN 50 mm en Bon état	1
Figure III.5 : Vue général du forage	1
Figure III.6 : Vue sur les équipements hydromécaniques du forage débitmètre en panne, Clapets, ventouse, manomètre et vannes	1
Figure III.7 : Vue général du forage F-12	1

Figure III.8 : Vue général sur les équipements du forage	1
Figure III. 9 : Vue général du forage	1
Figure III.10 : Vue sur les équipements du forage F-1 Kerfouf.....	1
Figure III.11 : Vue général du forage	1
Figure III.12 : Vue sur les équipements du forage F-11	1
Figure III.13 : Situation des ouvrages de stockage du centre ACL Bouaiche	1
Figure III.14 : Vue générale sur le réservoir 500	1
Figure III.15 : Conduite d'arrivé au réservoir R-500m3	1
Figure III.16 : Conduites de départs et vidange+ trop plein	1
Figure III.17 : Vue générale sur le réservoir R-250 m3 « ACL Bouaiche »	1
Figure III.18 : Conduites de TP + vidange et conduite de départ	1
Figure III.19 : Conduites d'arrivées au réservoir R-250m3 « ACL Bouaiche »	1
Figure III.20 : Vue sur la station de pompage Chahbounia vers Bouaiche	1
Figure III.21 : Conduite d'arrivé à la station	1
Figure III.22 : Vue sur les équipements de la station de pompage	1
Figure III.23 : Vue sur des vannes situé dans le centre de l'ACL Bouaiche	1
Figure III.24 : Vue sur deux vannes situées dans la partie Est du centre ACL Bouaiche	1
Figure III.25 : Ventilation du système d'AEP de la zone centre par matériaux	1
Figure III.26 : Ventilation du système d'AEP de la zone Est par matériaux	1
Figure III.27 : Ventilation du système de distribution de la zone Thniyet Leghzal « ACL Bouaiche »	1
Figure III.28 : Simulation en cas de pointe du réseau d'AEP pour l'horizon 2025	1
Figure III.29 : Simulation hydraulique. Cas de pointe+incendie du réseau d'AEP 2025	1
Figure III.30 : Simulation hydraulique cas de pointe du réseau d'AEP 2045	1
Figure III.31 : Simulation hydraulique cas de pointe +incendie du réseau d'AEP 2045	1

Chapitre IV : Etude de stockage

Figure IV.1 : Bilan hydrique entre les besoins eau et la production des eaux au Centre Bouaiche	1
--	---

Chapitre V : Etude de l'adduction

Figure V.1 : Schéma des systèmes d'adduction au niveau de l'ACL de Bouaiche	1
Figure V.2 : Coût total (frais d'exploitation + frais d'investissement) en fonction du diamètre de la conduite C2	1

Figure V.3 : Cout total (frais d'exploitation + frais d'investissement) en fonction du diamètre de la conduite C3	1
Figure V.4 : Schéma d'adduction vers le réservoir projeté	1
Figure V.5 : Cout total (frais d'exploitation + frais d'investissement) en fonction du diamètre de la conduite C4	1
Figure V.6 : Détermination du point de fonctionnement de la pompe (Mokrane,2021)	1
Figure V. 7 : Les courbes caractéristiques de la pompe de la station de pompage	1
Figure V.8 : Courbe représentant le point de fonctionnement de la pompe de la station de pompage	1
Figure V.9 : Les courbes caractéristiques de la pompe de la station de pompage projeté	1
Figure V.10 : Courbe représentant le point de fonctionnement de la pompe de la station de pompage projeté	1

Chapitre VI : Projection du réseau d'AEP à l'horizon 2055

Figure VI.1 : Répartition arbitraire cas pointe + incendie	1
Figure VI.2 : Répartition des vitesses et des pressions : cas de pointe	1
Figure VI.3 : Répartition des vitesses et des pressions : cas de Pointe+Incendie	1
Figure VI.4 : Répartition des vitesses et des pressions en heure creuse	1

Chapitre VII : Organisation et ordonnancement des travaux de chantier

Figure VII.1 : Réseau de planification des opérations de la phase 1	1
Figure VII.2 : Réseau de planification des opérations de la phase 2	1
Figure VII.3 : Réseau de planification des opérations de la phase 3	1
Figure VII.4 : Réseau de planification des opérations de la phase 4	1
Figure VII.5 : Diagramme de Gantt relatif aux différentes taches du projet	1

Liste des tableaux

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Tableau I.1 : Moyennes des températures mensuelles (1991-2021)	1
Tableau I.2 : Précipitations moyenne annuelle de l'année 2019	1
Tableau I.3 : Vitesse de vent mensuelle de l'année 2019 de la wilaya de Médéa	1
Tableau I.4 : Forages alimentant le centre Bouaiche	1

Chapitre II : Estimation des besoins en eau

Tableau II. 1 : Perspectives de la population de chef-lieu Bouaiche	1
Tableau II.2 : Typologie Agglomérations /strates de population	1
Tableau II.3 : Evolution de la dotation unitaire par régions des différents usages selon l'hypothèse tendancielle (PNE,2010)	1
Tableau II.4 : Besoins en eau nette des différents horizons	1
Tableau II.5 : Hypothèse tendancielle de l'évolution des rendements sur le réseau de distribution (PNE,2010)	1
Tableau II.6 : Besoins en eau brutes des différents horizons	1
Tableau II.7 : Besoins en eau des équipements administratifs (APC, Médéa)	1
Tableau II.8 : Besoins en eau d'équipements scolaires (APC, Médéa)	1
Tableau II. 9 : Besoins en eau d'équipements sanitaires (APC, Médéa)	1
Tableau II.10 : Besoins en eau des équipements de service (APC, Médéa)	1
Tableau II.11 : Besoins en eau des équipements culturels et sportifs (APC, Médéa)	1
Tableau II.12 : Besoins d'arrosage utilisées par l'ACL BOUAICHE (APC, Médéa)	1
Tableau II.13 : Besoins en eau nettes des équipements	1
Tableau II.14 : Besoins en eau brutes des équipements	1
Tableau II.15 : Tableau récapitulatif de la consommation moyenne journalière	1
Tableau II.16 : Débits maximums journaliers des différents horizons	1
Tableau II.17 : Débits minimums journaliers en question des différents horizons	1

Tableau II.18 : Besoins moyens horaire de l'ACL	1
Tableau II.19 : Les valeurs de β max et β min en fonction de la population	1
Tableau II.20 : Consommation horaire maximale et minimale pour les différents horizons ...	1
Tableau II.21 : Répartition des débits horaires en fonction du nombre d'habitants	1
Tableau II.22 : Variations des débits horaires maximums à l'horizon 2025	1
Tableau II.23 : Variations des débits horaires maximums à l'horizon 2055	1

Chapitre III : Etat De Lieu, Diagnostic Et Analyse Du Système D'AEP Existant

Tableau III.1 : Caractéristiques générales des forages « Centre Bouaiche » (ADE Médéa ,2025)	1
Tableau III.2 : Caractéristiques des ouvrages de stockages du chef-lieu de la commune de Bouaiche (ADE Médéa ,2025)	1
Tableau III.3 : Caractéristiques du forage F-3Bis (ADE Médéa ,2025)	1
Tableau III.4 : Caractéristiques du forage F-10(ADE Médéa ,2025)	1
Tableau III.5 : Caractéristiques du forage F-12 (ADE Médéa ,2025)	1
Tableau III.6 : Caractéristiques du forage F-1 Kerfouf (ADE Médéa ,2025)	1
Tableau III.7 : Caractéristiques du forage F -11 (ADE Médéa ,2025)	1
Tableau III.8 : Caractéristiques des ouvrages de stockages du chef-lieu de la commune de Bouaiche (ADE Médéa ,2025)	1
Tableau III.9 : Caractéristiques de la station de pompage SR- Chahbounia vers Bouaiche (ADE Médéa ,2025)	1
Tableau III.10 : Caractéristiques du système de distribution de la zone centre (DRE Médéa)	1
Tableau III.11 : Ventilation du système de distribution de la zone centre par matériaux « Centre Bouaiche »	1
Tableau III.12 : Récapitulatif du réseau d'AEP principale et secondaire de la zone Est (DRE Médéa)	1
Tableau III.13 : Ventilation du système d'AEP de la zone Est « ACL Bouaiche »	1
Tableau III.14 : Récapitulatif des réseaux d'AEP principale et secondaire de la zone Ouest (DRE Médéa)	1
Tableau III.15 : Ventilation du système de distribution de la zone Ouest par matériaux « Centre Bouaiche »	1

Tableau III.16 : Valeurs des débits en route du réseau à l'horizon 2025	1
Tableau III.17 : Valeurs des débits nodaux du réseau à l'horizon 2025	1
Tableau III.18 : La simulation du réseau d'AEP, en cas de pointe à l'horizon 2025	1
Tableau III.19 : Simulation hydraulique du réseau d'AEP, en cas de pointe à l'horizon 2025	1
Tableau III.20 : La simulation du réseau d'AEP, en cas de pointe + incendie à l'horizon 2025	1
Tableau III.21 : Simulation hydraulique du réseau d'AEP, en cas de Pointe+Incendie à l'horizon 2025	1
Tableau III.22 : Synthèse des pressions aux nœuds réseau existant « situation actuelle 2025 cas de pointe »	1
Tableau III.23 : Synthèse des vitesses d'écoulements du réseau existant « situation actuelle 2025 »	1
Tableau III.24 : Valeurs des débits en route du réseau à l'horizon 2045	1
Tableau III.25 : Valeurs des débits nodaux du réseau à l'horizon 2045	1
Tableau III.26 : La simulation du réseau d'AEP, en cas de pointe à l'horizon 2045	1
Tableau III.27 : Simulation hydraulique du réseau d'AEP, en cas de pointe à l'horizon 2045	1
Tableau III.28 : La simulation du réseau d'AEP, en cas de pointe et incendie à l'horizon 2045	1
Tableau III.29 : Simulation hydraulique du réseau d'AEP, en cas de pointe et incendie à l'horizon 2045	1
Tableau III.30 : Synthèse des pressions aux nœuds réseau existant « moyen terme 2045 »	1
Tableau III.31 : Synthèse des vitesses d'écoulements du réseau existant « 2045 »	1

Chapitre IV : Etude de stockage

Tableau IV.1: Evaluation du volume utile du réservoir pour l'horizon actuel	1
Tableau IV. 2 : Evaluation du volume utile du réservoir pour l'horizon future	1
Tableau IV.3 : Bilan hydrique « Centre Bouaiche »	1
Tableau IV.4 : Récapitulation de la capacité de stockage	1

Chapitre V : Etude de l'adduction

Tableau V.1 : Valeurs du coefficient M	1
Tableau V.2 : Valeurs des coefficients α , B, et m en fonction du type de matériau	1
Tableau V.3 : Caractéristiques de la conduite gravitaire	1
Tableau V.4 : Caractéristiques des conduites de refoulement	1

Tableau V.5 : Données de départ de la conduite C2	1
Tableau V.6 : La hauteur manométrique total de la conduite C2	1
Tableau V.7 : Le frais d'investissement de la conduite C2	1
Tableau V.8 : Le frais d'exploitation de la conduite C2	1
Tableau V.9 : Le bilan économique de la conduite C2	1
Tableau V.10 : Données de départ de la conduite C3	1
Tableau V.11 : La hauteur manométrique total de la conduite C3	1
Tableau V.12 : Le frais d'investissement de la conduite C3	1
Tableau V.13 : Le frais d'exploitation de la conduite C3	1
Tableau V.14 : Le bilan économique de la conduite C3	1
Tableau V.15 : Données de départ de la conduite C4	1
Tableau V.16 : La hauteur manométrique total de la conduite C4	1
Tableau V.17 : Le frais d'investissement de la conduite C4	1
Tableau V.18 : Le frais d'exploitation de la conduite C4	1
Tableau V.19 : Le bilan économique de la conduite C4	1
Tableau V.20 : Résultat de choix des pompes	1
Tableau V.21 : Caractéristiques de la pompe de la station de pompage	1
Tableau V.22 : Caractéristiques du moteur de la station de pompage	1
Tableau V.23 : Caractéristiques de la conduite de la station de pompage	1
Tableau V. 24 : Variation de la charge (conduite de refoulement et pompe) en fonction du débit	1
Tableau V.25 : Frais annuels totaux des installations	1
Tableau V.26 : Résultats finals du dimensionnement de la station de pompage	1
Tableau V.27 : Equipements en amont de la pompe	1
Tableau V.28 : Résultat de choix des pompes de la station projeté	1
Tableau V.29 : Caractéristiques de la pompe de la station de pompage projeté	1
Tableau V.30 : Caractéristiques du moteur de la station de pompage projeté	1
Tableau V.31 : Caractéristiques de la conduite de la station de pompage projeté	1
Tableau V.32 : Variation de la charge (conduite de refoulement et pompe) en fonction du débit	1
Tableau V.33 : Frais annuels totaux des installations de la nouvelle station	1
Tableau V.34 : Résultats finals du dimensionnement de la station de pompage projeté	1
Tableau V.35 : Equipement en amont de la pompe	1
Tableau V.36 : Caractéristiques de coup de bélier pour chaque conduite d'adduction	1

Tableau V.37 : Caractéristiques des conduites de refoulements	1
Tableau V.38 : Récapitulatif des résultats de l'abaque	1

Chapitre VI : Projection du réseau d'AEP à l'horizon 2055

Tableau VI.1 : Valeurs des débits en route et aux nœuds en cas de pointe	1
Tableau VI.2 : Valeurs des débits en route et aux nœuds en cas de pointe+incendie	1
Tableau VI.3 : Détermination des diamètres intérieurs du réseau de distribution	1
Tableau VI.4 : Valeurs des charges et pressions du réseau (cas de pointe).....	1
Tableau VI.5 : Valeurs des vitesses et pertes de charge du réseau, cas de pointe	1
Tableau VI.6 : Valeurs des charges et pressions au niveau réseau de distribution (cas de Pointe+ Incendie)	1
Tableau VI.7 : Valeurs des vitesses et pertes de charge du réseau, cas de pointe et incendie ..	1
Tableau VI.8 : Valeurs des charges et pressions en heures creuses du réseau	1
Tableau VI.9 : Valeurs des vitesses et pertes de charge du réseau, en période de faible consommation	1

Chapitre VII : Organisation et ordonnancement des travaux de chantier

Tableau VII.1 : Calcul du volume du déblai du réseau	185
Tableau VII.2 : Calcul du volume du lit de sable	186
Tableau VII.3 : Calcul du volume des conduites	187
Tableau VII.4 : Calcul de volumes des déblais pour le réservoir projeté et la chambre de manœuvres	188
Tableau VII.5 : Calcul du volume de tout-venant pour le réservoir	188
Tableau VII.6 : Calcul du volume du béton de propreté pour le réservoir	189
Tableau VII.7 : Calcul du volume du béton armé pour le réservoir	189
Tableau VII.8 : Calcul du volume du béton armé de la coupole	190
Tableau VII.9 : Coût des travaux du réseau de distribution et d'adduction	191
Tableau VII.10 : Coût des travaux du réservoir	192
Tableau VII.11 : Cout total du projet	192
Tableau VII.12 : Durée de réalisation des opérations de l'adduction	193
Tableau VII.13 : Durée de réalisation des opérations du réservoir	193
Tableau VII.14 : Durée de réalisation des opérations de la distribution	194
Tableau VII.15 : Durée de réalisation des opérations de la station de pompage	194

Liste des abréviations

ANAT : Agence Nationale d'Aménagement du Territoire.

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.

ADE : Algérienne Des Eaux.

APC : Assemblée Populaire Communale.

DRE : Direction des Ressources en Eau.

BETHE : Bureau Etude Hydraulique et Environnement.

PNE : Plan National de l'Environnement.

INTRODUCTION GENERALE

L'accès à l'eau potable constitue un enjeu fondamental pour le développement durable des territoires, en particulier dans les zones rurales et semi-urbaines où les infrastructures restent souvent limitées. Face à une croissance démographique continue, à des contraintes topographiques marquées et à des ressources hydrauliques parfois fragiles, la planification rigoureuse des systèmes d'alimentation en eau potable (AEP) devient une nécessité stratégique.

Le présent mémoire s'inscrit dans ce contexte et porte sur l'étude, le diagnostic et la conception d'un système d'AEP performant pour le chef-lieu de la commune de Bouaiche.

Cette agglomération, caractérisée par un relief montagneux, une sismicité notable et une urbanisation progressive, fait aujourd'hui face à des défis en matière de couverture, de pression et de qualité de service en eau potable.

L'objectif principal de ce travail est de proposer une solution technique durable, adaptée aux contraintes locales et aux besoins futurs de la population à l'horizon 2055. Pour cela, l'étude est structurée en plusieurs chapitres complémentaires :

- Le premier chapitre, établit un diagnostic du site d'implantation en analysant ses caractéristiques physiques et climatiques, éléments fondamentaux pour orienter toute décision d'aménagement hydraulique.
- Le deuxième chapitre, évalue les besoins futurs en eau en s'établissant sur une projection démographique, essentielle pour calibrer les infrastructures à moyen et long terme.
- Le troisième chapitre dresse un état des lieux précis du réseau existant, identifiant les faiblesses fonctionnelles et les pistes d'amélioration.
- Le quatrième chapitre s'intéresse à la capacité de stockage des réservoirs, en examinant leur performance actuelle et leur adaptation aux futures exigences de pression et de volume.
- Le cinquième chapitre aborde les solutions d'adduction et de pompage à travers une approche technico-économique, assurant la fiabilité et la rentabilité du transfert de l'eau.
- Le sixième chapitre est dédié au dimensionnement du nouveau réseau de distribution, optimisé à l'aide de simulations numériques pour garantir une desserte équilibrée et performante.

INTRODUCTION GENERALE

- Enfin, le septième chapitre traite de l'organisation des travaux, de l'estimation des coûts et de la durée d'exécution du projet, en intégrant les contraintes logistiques et techniques du chantier.

L'ensemble de cette étude vise à aboutir à un système d'AEP résilient, efficace et conforme aux standards modernes de gestion de l'eau, contribuant ainsi à l'amélioration durable des conditions de vie des habitants de Bouaiche.

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Introduction

Avant de démarrer un projet hydraulique, il est primordial de bien étudier les caractéristiques physiques du site d'implantation, ces éléments influencent de nombreux aspects du projet, tels que : la détermination de la solution la plus adaptée, le choix des matériaux les mieux adaptés aux conditions locales, l'évaluation et la mise en place de mesures de protection pour les infrastructures.

I.1. Présentation de la zone d'étude

Le village de Bouaiche faisait partie de la commune-mixte de Boghar avant de devenir une commune en 1956. En 1963 elle est intégrée à celle de Chahbounia avant d'être recréée en 1984.

La commune de Bouaiche se situe à l'extrême Sud-Ouest du chef-lieu de la wilaya de Médéa d'une distance de 90 km et qui s'étale sur une surface de 54 400 ha.

La figure suivante présente la commune de Bouaiche par une image satellite :

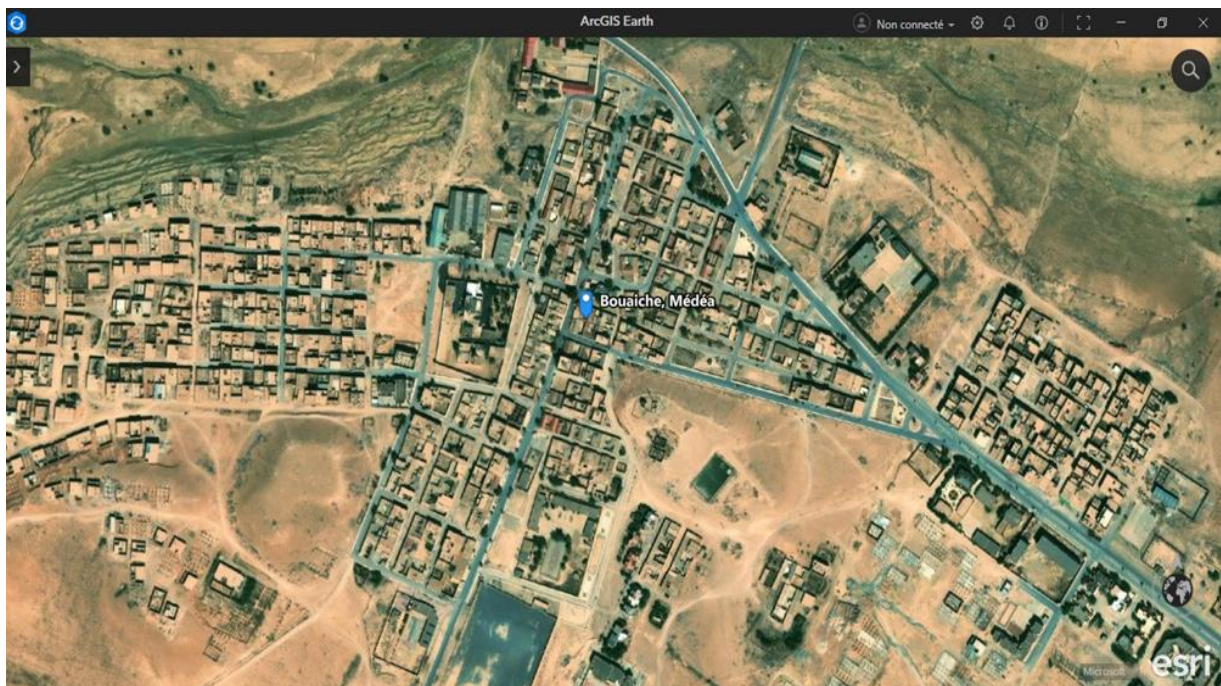


Figure I.1 : Image satellitaire non traitée de la commune de Bouaiche (Arcgis Earth, 2025)

I.1.1. Situation géographique

La commune de Bouaiche est localisée au sud-ouest de la wilaya de Médéa à 60km à l'ouest de Ain oussaraa environ 210 km au sud -ouest d'Alger et à 140 km au sud de Médéa et à environ 71 km à l'ouest de Ksar el Boukhari, et à 112 km au nord -est Tiaret et à 50 km à

l'est de Tissemsilt et à 160 km au nord -ouest de Djelfa.

Cette commune est limitrophe avec deux Wilayas et trois autres communes à savoir :

- Wilaya de Tissemsilt au Nord-Ouest
- Djelfa au Sud-Ouest
- Commune de Derrag (Wilaya de Médéa) au Nord
- Commune de Chahbounia et Sebt Aziz à l'Est

I.1.1.1. Localités de la commune de Bouaiche

En plus de l'ACL et de l'agglomération secondaire **Belbala** la commune de Bouaiche abrite neuves fractions suivantes :

Ouled Slimane ; Ouled Hemeida ; Ouled Abdelmoula ; Ouled Moussa ; Ouled Soula ; Ouled Thabet ; Ouled Alya ; El Aguib ; Ouled Mheya .

Notre zone d'étude concerne l'agglomération chef-lieu de la commune de Bouaiche wilaya de Médéa.



Figure I.2 : Localisation de la ville de Bouaiche dans la wilaya de Médéa [1]

I.1.2. Situation topographies

L'analyse topographique est très importante et joue un rôle clé dans la conception des réseaux. Elle permet de mieux appréhender les caractéristiques du terrain, ce qui est

fondamental pour assurer une conception efficace et adaptée aux contraintes naturelles du site.

La commune de Bouaiche située dans la wilaya de Médéa fait partie de la chaîne de montagnes Tellienne en Algérie elle présente un relief montagneux avec des collines, des vallées et des plateaux, par des altitudes variant de 800 à 1200 mètres,

Les pentes sont modérées et parfois fortes. Les zones collines et de plateaux ont des pentes modérées, adaptées à l'agriculture tandis que les zones les plus montagneuses présentent des pentes plus raides, rendant l'agriculture plus difficile et favorisant l'érosion.

La figure suivante représente les altitudes de la commune de Bouaiche. :

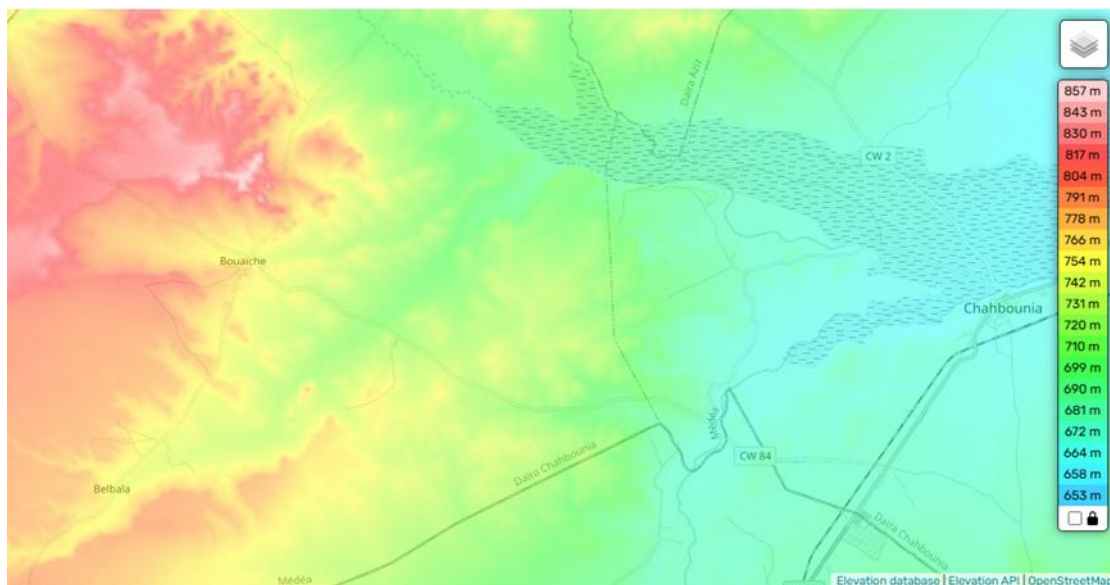


Figure I.3 : Carte topographique représent les altitudes de la commune de Bouaiche
(OpenStreetMap, 2025)

I.1.3. Le Climat

La région dans laquelle se trouve la commune de Bouaiche bénéficie d'un climat dont les caractéristiques sont de type oriental, cette région distincte deux saisons : Un hiver frais et humide, un été chaud et sec.

La figure suivante représente les étages bioclimatiques de la région centre d'Algérie selon l'Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire (ANAT).

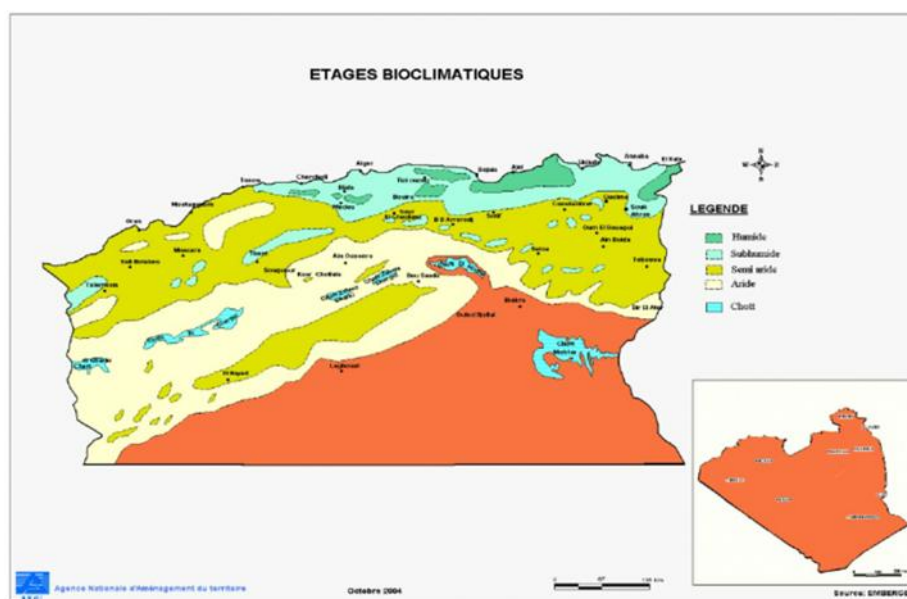


Figure I.4 : Carte bioclimatique du nord d'Algérie (ANAT, 2004)

a) Température

La température constitue un paramètre essentiel propre à la zone d'implantation d'un projet pouvant impacter la conception des systèmes de distribution d'eau potable. Dans le cas de notre zone d'étude, la commune de Bouiche, les températures enregistrées présentent des variations selon les données présentées dans le tableau suivant :

Tableau I.1 : Moyennes des températures mensuelles (1991-2021) (ANRH, Blida, 2025)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Température moyenne (°c)	6,3	7,1	10,6	14,2	18,5	24	28,1	27,3	22,2	17,6	10,7	7,3
Température moyenne maximale (°c)	11,2	12,3	16,4	20,4	25,1	31,4	35,9	34,7	28,6	23,4	15,4	11,8
Température moyenne minimale (°c)	2,2	2,5	5,2	8,3	12,2	17	20,7	20,6	16,6	12,5	6,7	3,5

- La période de l'hiver (décembre, janvier et février) est la plus froide.
- Le mois de juillet est le plus chaud de l'année avec une température moyenne de 28.1 °c.

b) Pluviométrie

Le tableau ci-après montre la répartition mensuelle des précipitations moyennes enregistrées en 2019 en mm par la station météorologique du secteur de Médéa.

Tableau I.2 : Précipitations moyenne annuelle de l'année 2019 (ANRH , Blida ,2025)

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Total
P(mm)	28.53	31.51	59.24	62.10	76.94	55.72	50.20	58.54	36.02	12,41	6,37	15,04	492,62

On observe que la valeur la plus élevée, est enregistrée en janvier (76,94 mm) , tandis que la plus faible est relevée en juillet (6,37 mm).

c) Vent

Le tableau ci-dessous illustre l'évolution de la vitesse du vent, exprimée en km/h dans la wilaya de Médéa tout au long de l'année.

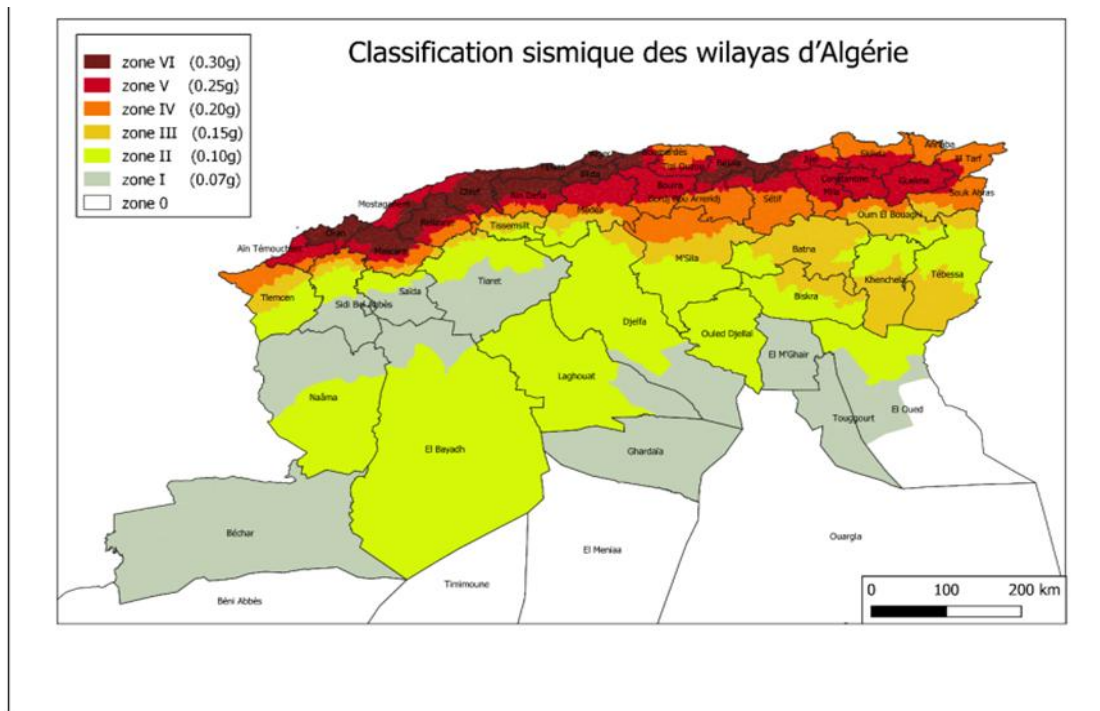
Tableau I.3 : Vitesse de vent mensuelle de l'année 2019 de la wilaya de Médéa (ANRH,Blida,2025)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
V (Km/h)	11,7	11,7	12,17	14,25	13,14	13,86	12,99	13,14	12,99	12,67	13,53	13,39

D'après le tableau la vitesse moyenne du vent dans la wilaya de Médéa varie légèrement au fil des mois.

I.1.4. Sismicité

La commune de Bouaiche se situe probablement entre la **zone III** (moyenne sismicité) et **zone IV** (moyenne à élever) ce qui signifie que la région peut être sujette à des séismes modérés, mais relativement rare. Cette zone est caractérisée par des périodes de retour des tremblements de terre qui varie généralement entre 30 et 40 ans selon les données sismologiques disponibles. Cela correspond à la classification de certaines parties du nord d'Algérie, en raison de la présence de failles tectoniques actives dans la région. En général, la commune de Bouaiche peut-être incluse dans la **zone IV** de moyenne sismicité.



(b) Zonage sismique de l'Algérie: zoom sur zones I à VI

Figure I.5 : Carte de zonage sismique du territoire Algérien (RPA ,2024)

I.1.5. Situation hydraulique

Cette partie a pour but de mettre en évidence la situation actuelle de système d'alimentation en eau potable de la commune de Bouaiche et faire une analyse sur les ressources existantes et les différents réservoirs de stockage et revoir le réseau de distribution et de l'adduction.

a) Eaux superficielles

Le Chef-lieu Bouaiche n'est pas alimenté à travers les ressources superficielles.

La commune de Bouaiche dispose de l'oued Nahr Ouassel comme source superficielle proche, avec des retenues collinaires à proximité. Le barrage de Koudiat Acerdoune, bien que plus éloigné (environ 150 Km) pourrait aussi être envisagé.

En cas de manque d'eau dans les forages actuels, ces sources peuvent servir d'alternatives pour l'alimentation en eau potable.

b) Eaux souterraines

Huit (08) forages ont été réalisés pour l'Alimentation en eau potable du centre Bouaiche.

Le chef-lieu est alimenté gravitairement par le forage KER-FOUF 1 ainsi qu'une deuxième source d'alimentation à partir de la station de pompage Chahbounia qui reçoit les eaux

souterraines des forages F-3 BIS, F-10, F-11, F-12 .

La situation de ces forages est représentée dans la figure suivante :

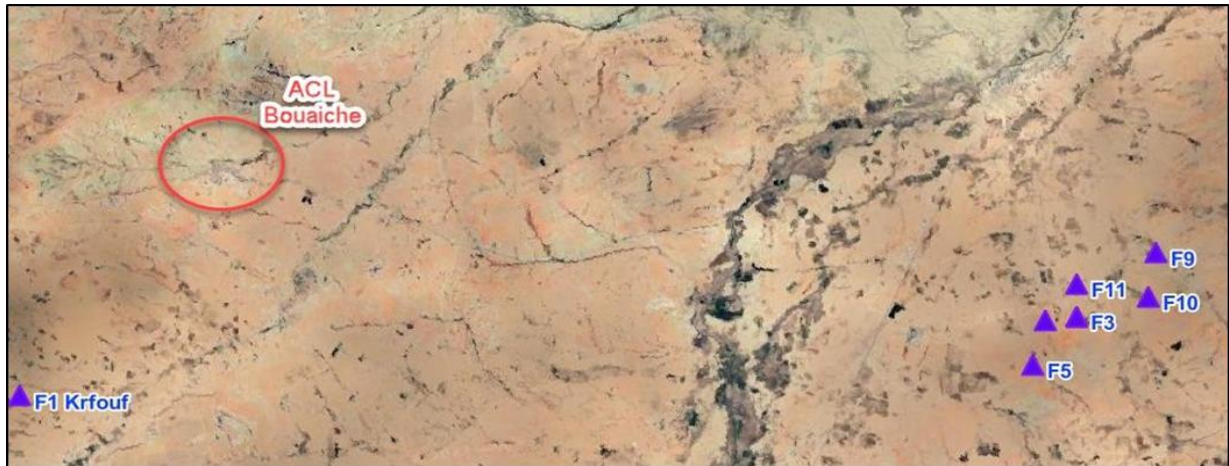


Figure I.6 : Situation des forages desservant l'alimentation en eau potable du centre Bouaiche
(ANRH,2025)

La gestion des ressources en eaux souterraines pour l'agglomération de Bouaiche est comme suit :

Tableau I.4 : Forages alimentant le centre Bouaiche (ADE,Médéa, 2025)

Nom	X	Y	Année de Réalisation	TS (Heures)	Débit (l/s)	Production (m3/j)	Profondeur (m)
F-3 Bis	464878.314	3926034.08	2021	8	10	288	261
F-10	466965.882	3926265.6	2021	10	24	864	286
F-11	465054.853	3927003.34	2021	8	10	288	280
F-12	463986.608	3926074.84	2021	8	10	288	300
F-1 Kerfouf	434381.916	3929602.12	2004	12	5	216	150
F-5	463413.286	3924812.52	-	-	24	-	600
F-9	467418.336	3927537.41	-	-	-	-	
F4 Kerfouf	434637.833	3929088.10	En cours	-	-	-	-

c) Réservoirs de stockage

Les réservoirs sont des structures intermédiaires entre les systèmes d'adduction et les

réseaux de distribution. Ils remplissent une fonction essentielle dans l'approvisionnement en eau potable.

Le réseau de distribution de l'agglomération chef-lieu Bouaiche est alimentée, gravitairement, à partir des réservoirs d'eau d'une capacité de stockage de 500m³ ,250 m³.

I.1.6. Réseau hydrographique

I.1.6.1. Hydrologie

Le réseau hydrographique est très important pour son rôle d'irrigation naturel en premier lieu et pour d'autre écosystème ou on trouve le remplissage des mares d'eau, ces écoulements d'eau sont liés au climat et à la pluviométrie en général, et ils sont de type endoréique.

La majorité du réseau hydrographique de la région constitue Chaabs et des oueds saisonniers, dans la saison hivernale, les eaux envahissent les oueds dans les périodes de grandes crues. Parfois, ces oueds sont inondés par des journées de pointe par une fortes pluviométrie (des pluies torrentielles) et on trouve quelques oueds qui constitue la principale artère de drainage, comme l'oued Nahr El-Ouassel , plusieurs écoulements mineurs se jettent dans la valle de Nahr El Ouassel vers le nord .

I.1.6.2. Hydrogéologie

Il existe une nappe phréatique qui est alimentée par le Nahr El-Ouassel. Ces influents occupent le sous-bassement de ses cours d'eau enrichis par le ruissellement diffus, mais se trouvent secs en été.

I.1.7. Assainissement

La commune de Bouaiche est dotée d'un réseau d'assainissement dans les normes, la majorité des conduites sont en PVC.

Conclusion

Le terrain étudié présente un relief montagneux diversifié, avec des altitudes variantes entre 800 et 1200 mètres, des pentes de modérées à fortes, ainsi qu'un climat de type oriental. Ce climat se caractérise par des hivers frais et humides, et des étés chauds et secs. Elle se trouve dans une zone présentant une sismicité modérée (zone IV).

L'approvisionnement en eau potable est assuré par un système gravitaire composé de deux réservoirs ayant une capacité de 250 m³ et 500 m³ respectivement.

Ces éléments indiquent que la région offre des conditions favorables pour réaliser un

diagnostic approfondi du réseau d'approvisionnement en eau potable existant.

Chapitre II : Estimation des besoins en eau

Introduction

Dans le cadre du dimensionnement du réseau d'alimentation en eau potable (AEP) d'une agglomération, il est essentiel d'évaluer les besoins en eau des différents types d'usagers. La demande en eau est principalement portée par la consommation domestique, bien que les équipements publics, les activités économiques et les pertes sur le réseau doivent également être prises en considération.

Ce chapitre vise à projeter l'évolution démographique de l'agglomération à l'horizon 2055, afin d'estimer les besoins globaux en eau, en incluant ceux des infrastructures locales. Cette démarche permet de garantir un fonctionnement optimal du réseau sur une période de 30 ans.

II.1. Données socio-économiques

Les localités couvertes par cette étude se caractérisent par une dynamique démographique peu notable, reflétant une progression modérée. À l'échelle de la commune, cette évolution se traduit par un taux moyen d'accroissement annuel de 2 % sur le long terme.

La détermination de la population actualisée obéit à la relation de la croissance géométrique :

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

Dans 'où :

P_n : nombre de la population après n années ;

P_0 : nombre de la population actuelle. (Source PNE) ;

T : taux d'accroissement démographique = 2 %. (Source APC Médéa) ;

n : Nombre d'années = 30 ans ;

Le tableau ci-après montre les résultats des estimations de la population aux différents horizons de l'agglomération chef-lieu Bouaiche :

Tableau II. 1 : Perspectives de la population de chef-lieu Bouaiche

	Population actuel	Court terme 2035	Moyen terme 2045	Long terme 2055
ACL	5305	6467	7883	9610

Bouaiche				
-----------------	--	--	--	--

Donc la population de l'agglomération du chef-lieu, Bouaiche, est estimée à 9610 habitants à l'horizon 2055 (figure II.1).

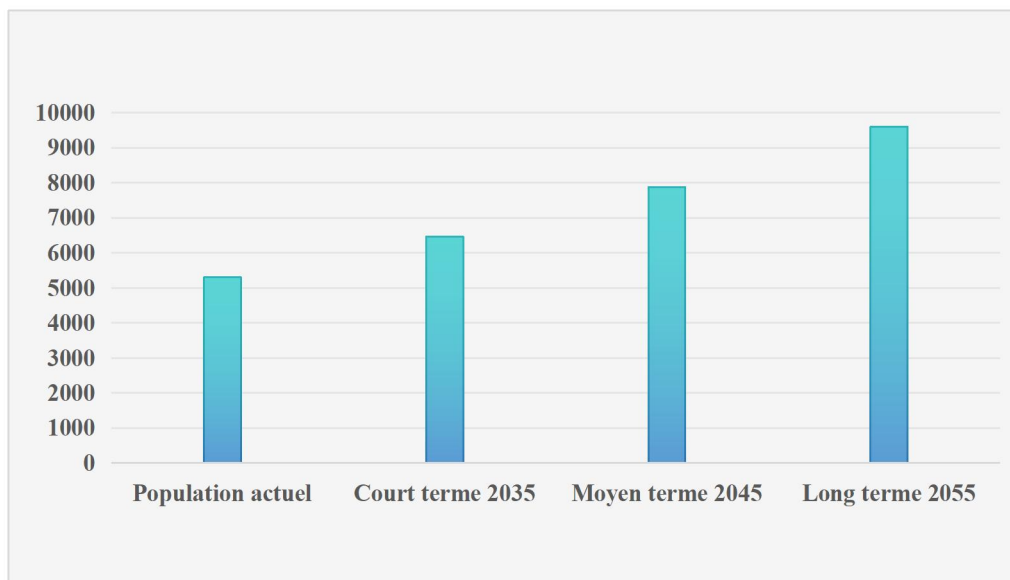


Figure II.1 : Graphique de l'évolution de la population de l'agglomération chef-lieu Bouaiche.

II.2. Besoin en eau

II.2.1. Catégories des besoins en eau potable à estimer

❖ Besoins domestiques

Ils regroupent l'eau utilisée au quotidien par les ménages pour boire, cuisiner, se laver, faire la vaisselle, la lessive et arroser les jardins. Ces besoins varient selon les équipements disponibles et les habitudes de vie.

❖ Besoins sanitaires

Ils concernent l'eau utilisée pour l'hygiène des lieux de vie, comme le nettoyage des cours, l'utilisation des douches, baignoire et WC.

❖ Besoins publics

Ce sont les besoins en eau liés au services collectif, tels que le nettoyage des espaces publics, marché, caniveaux) et les besoins des établissements publics (hôpitaux, mairie, etc..).

❖ Besoins incendie

Une réserve d'eau doit être prévue pour faire face à d'éventuels incendie généralement stocké dans des réservoirs spécifiques.

II.3. Estimation des besoins

Pour bien choisir la taille des canalisations il est essentiel de commencer une estimation correcte des besoins en eau nécessaires. Cela nous permet d'éviter le surdimensionnement ou bien le sous dimensionnement des canalisations.

II.3.1. Evaluation des Besoins Domestiques

II.3.1.1. Choix de la norme unitaire de la consommation

Selon le Plan National de l'Eau, (PNE) en Algérie, la quantité d'eau nécessaire pour alimenter une agglomération est estimée en fonction du type d'utilisateur. Cette estimation peut être exprimée en litres par habitant et par jour, par mètre carré de surface végétalisée, par mètre cube de bâti, par tonne de production par tête de bétail ou encore par véhicule, selon les cas. La consommation moyenne d'eau varie en fonction de plusieurs facteurs à savoir :

- Le niveau de vie des habitants ;
- La taille de la population ;
- Le degré de développement urbain ;
- La disponibilité des ressources en eau ;
- Les habitudes de consommation de la population.

Le tableau ci-dessous présente les différents types d'agglomération et leurs caractéristiques :

Tableau II.2 : Typologie Agglomérations /strates de population (PNE,2010)

Typologie Agglomérations / Strates de Population	
Désignation	Caractéristique
Les métropoles à statut particulier de délégation (SPE) :	Alger ; Oran ; Constantine ; Annaba
Les métropoles	viles de plus de 300.000 habitants
L'urbain dit « supérieur » :	100.000 < pop. < 300.000 habitants

L'urbain :	20.000 < pop. < 100.000 habitants
Semi urbain :	5.000 < pop. < 20.000 habitants
Semi rural :	3.000 < pop. < 5.000 habitants
Rural aggloméré :	600 (100 unités d'habitation) < pop. < 3.000 habitants
Rural épars :	Population inférieure à 600 habitants (100 unités d'habitation).

Le nombre d'habitants est 5305 entre (5000 et 20000) donc ACL Bouaiche est classée selon PNE avec la catégorie Semi urbaine.

Le tableau ci-dessous présente l'évolution des dotations nettes domestiques par région :

Tableau II.3 : Evolution de la dotation unitaire par régions des différents usages selon l'hypothèse tendancielle (PNE,2010)

Hypothèse Tendancielle	Dotations Unitaires Domestiques Et « Autres Usages » Assimilés En (l/j/hab) Région Nord				
Horizon	2010	2015	2020	2025	2030
Métropoles (SPE)	170	179	187	196	204
Métropoles	144	152	160	176	192
Urbain sup	128	128	135	150	165
Urbain	112	116	126	140	154
Semi urbain	108	108	115	122	135
Semi rural	94	100	106	113	125
Rural aggloméré	81	86	92	98	104
Dotation moyenne	121	125	133	143	155

Eparse	60	60	60	60	60
--------	----	----	----	----	----

Sur la base de l'hypothèse tendancielle retenue pour la région Nord, la dotation unitaire nette journalière actuelle est établie à 122 l/j/hab. Toutefois, en prévision de l'évolution du réseau à l'horizon du projet, le dimensionnement sera effectué en considérant une dotation nette de 135 l/j/hab. Il convient également d'intégrer les perspectives de développement de l'ACL Bouaiche.

II.3.1.2. Besoins journaliers moyens

Les calculs sont basés en fixant les normes pour chaque horizon d'étude.

Le débit moyen journalier est donné par la relation :

$$Q_{moyj} = \frac{N_{hab} \times Dot}{1000} \quad (II.2)$$

Avec :

Q_{moyj} : Débit moyen journalier en (m³/j) ;

N_{hab} : Nombre d'habitants (hab) ;

Dot : Dotation (l/j/hab) ;

Tableau II.4 : Besoins en eau nette des différents horizons

Horizon	Actuel 2025	Court terme 2035	Moyen terme 2045	Long terme 2055
Nombre d'habitants	5305	6467	7883	9610
Dotation (l/j/hab) nette	122	135	135	135
Q_{moyj} (m3/j) nette	647,21	873,04	1064,20	1297,35

Les débits moyens journaliers augmentent de manière significative à chaque horizon, en raison de la croissance démographique et de l'évolution des dotations en eau. La figure ci-

dessous représente l'évolution de la consommation domestique de l'ACL Bouaiche :

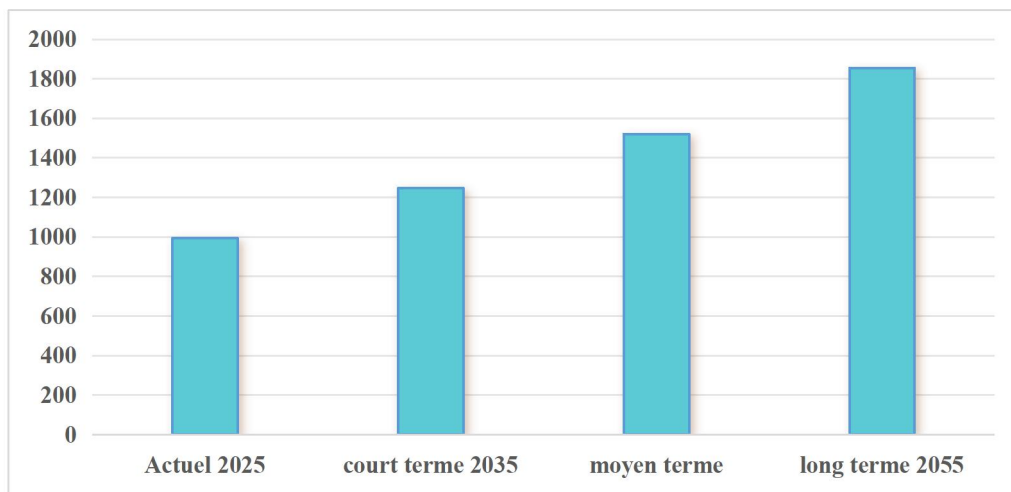


Figure II.2 : Graphique d'évolution des besoins en domestiques de l'ACL Bouaiche.

II.3.1.3. Rendements réseaux

Le rendement des infrastructures hydrauliques reflète les pertes subies entre la ressource en eau prélevée à la source et celle effectivement livrée au consommateur .Il inclut non seulement les pertes enregistrées sur le réseau de distribution, mais aussi celles survenant au niveau des installations de traitement et des systèmes d'adduction.

II.3.1.3.1. Rendement de distribution

Tableau II.5 : Hypothèse tendancielle de l'évolution des rendements sur le réseau de distribution (PNE,2010)

Evolution Rendement (%)	Hypothèse / Tendancielle				
	Gestion par l'offre		Gestion par la demande		
HORIZON	2010	2015	2020	2025	2030
Métropoles	55	60	65	70	75
Urbain supérieur	55	60	65	70	75
Urbain	55	55	60	65	70
Semi urbain	55	55	60	65	70

Semi rural	55	55	60	65	70
Rural aggloméré	50	55	60	65	70
Agglomérations chef-lieu de Wilaya	55	70	80	85	85

Le volume d'eau à capter (besoins en eau bruts) pour les différents horizons est donné par la relation :

$$V_{total} = K_f \times Q_{moyj} \quad (II.3)$$

Avec :

$$K_f = \frac{1}{Rendement}$$

Calculons alors les besoins en eau bruts pour les différents horizons :

Tableau II.6 : Besoins en eau bruts des différents horizons

Horizon	Actuel 2025	Court terme 2035	Moyen terme 2045	Long terme 2055
Nombre d'habitants	5305	6467	7883	9610
Dotation (l/j/hab) nette	122	135	135	135
Q_{moyj} (m3/j) net	647,21	873,04	1064,20	1297,35
K_f	$\frac{1}{65}$	$\frac{1}{70}$	$\frac{1}{70}$	$\frac{1}{80}$
Dotation (l/j/hab) brute	188	193	193	193
Q_{moyj} (m3/j) brut	997,34	1248,13	1521,42	1854,73

Les besoins bruts en eau potable sont systématiquement plus élevés que les besoins nets, car ils tiennent compte des pertes (fuites, gaspillage).

$K_f = \frac{1}{80}$ Etant la valeur proposée pour l'étude pour l'amélioration attendue du rendement des réseaux d'eau à l'horizon 2055.

II.3.2. Besoins en eau des équipements

Les besoins en eau des équipements publics varient considérablement selon leurs usages et leurs modes de fonctionnement. Ainsi, la dotation journalière moyenne est déterminée en fonction du type spécifique d'équipement.

II.3.2.1. Besoins en eau des équipements administratifs

Le volume de consommation total des équipements administratifs est estimé dans le tableau suivant :

Tableau II.7 : Besoins en eau des équipements administratifs (APC, Médéa)

Equipements	Unité de mesure	Nombre d'unité	Dotation (l/j/usager)	Qmoyj(m³/j)
Siège APC	Employé	30	15	0,45
Gendarmerie		20	10	0,20
Poste		10	15	0.15
Total (m³/j)				0.80

D'où les besoins totaux des équipements administratifs sont **0,80 m³/j**.

II.3.2.2. Besoins des équipements scolaires

Le tableau ci-après présente les volumes estimés de consommation correspondant aux besoins scolaires de l'agglomération :

Tableau II.8 : Besoins en eau d'équipements scolaires (APC, Médéa)

Equipements	Unité de mesure	Nbre d'élèves	Dotation (l /j /élève)	Qmoyj (m³ /j)
Ecole I	Elève	180	20	3,6
Ecole II		150	20	3
Ecole III		120	20	2,4
Ecole IV		150	20	3
CEM I		180	20	3,6
CEM II		120	20	2,4
Lycée		400	20	8
Total (m³/j)				26

Les apports en eau nécessaires aux équipements scolaires ont été évalués à **26 m³/j**.

II.3.2.3. Besoins des équipements sanitaires

L'estimation de la consommation sanitaire globale de l'agglomération est présentée dans le tableau ci-dessous :

Tableau II. 9 : Besoins en eau d'équipements sanitaires (APC, Médéa)

Equipements	Unité de mesure	Nombre d'unité	Dotation (l/j/usager)	Qmoyj (m ³ /j)
Salle de soin	Patient	40	15	0,6
Total (m³/j)				0,6

Alors la consommation sanitaire de l'agglomération est estimée à **0,6 m³/j**.

II.3.2.4. Besoins des équipements de service

Le volume total des équipements de service a été évalué dans le tableau suivant :

Tableau II.10 : Besoins en eau des équipements de service (APC, Médéa)

Equipements	Unité de mesure	Nombre d'unité	Dotation (l/j/usager)	Qmoyj (m ³ /j)
Gare routière	m ²	1200	5	6
Total (m³/j)				6

D'où la consommation moyenne journalière total des équipements de service est estimée à **6 m³/j**.

II.3.2.5. Besoins culturels et sportifs

Les estimations pour les besoins en eau culturels et sportifs sont montrées dans le tableau ci-dessous :

Tableau II.11 : Besoins en eau des équipements culturels et sportifs (APC, Médéa)

Equipements	Unité de mesure	Nombre d'unité	Dotation (l/j/usager)	Qmoyj (m³/j)
Mosquée I	Fidèle	1100	20	22
Mosquée II		700	20	14
Bibliothèque	Personne	30	15	0,45
Total (m³/j)				36,45

Les besoins culturels et sportifs de l'agglomération chef-lieu ont été estimés à **36,45m³/j**.

II.3.2.6. Besoins d'arrosage

On trouve les besoins en eau d'arrosage dans le tableau ci-après :

Tableau II.12 : Besoins d'arrosage utilisés par l'ACL BOUAICHE (APC, Médéa)

Equipements	Unité de mesure	Nombre d'unité	Dotation (l/j/usager)	Qmoyj (m³/j)
Jardin public	M2	1790	5	9
Parc communal		3200	5	16
Stade		1100	5	5,5
Total (m3/j)				30,5

Le Volume d'eau requis pour l'arrosage au sein de l'agglomération chef-lieu de Bouaiche a été évalué à **30,5 m³/j**.

II.4. Les besoins en eau des équipements totaux

Afin de dimensionner correctement notre réseau on calcule le taux d'accroissement pour anticiper l'évolution des besoins dans le temps. Nous retenons un taux d'accroissement global de 10%, 20% et 30% respectivement pour chaque horizon.

Les besoins en eau nettes liées à l'ensemble des équipements sont détaillés dans le tableau ci-dessous :

Tableau II.13 : Besoins en eau nets des équipements

Horizon	Actuel 2025	Court terme 2035	Moyen terme 2045	Long terme 2055
Taux d'accroissance		10%	20%	30%
Besoins nets des équipements	100,35	110,38	120,42	130,45

Donc les besoins nets des équipements de notre agglomération augmentent avec le temps.

Si on considère le rendement du réseau alors les besoins bruts des équipements publics sont :

Tableau II.14 : Besoins en eau bruts des équipements

Horizon	Actuel 2025	Court terme 2035	Moyen terme 2045	Long terme 2055
Taux d'accroissance		10%	20%	30%
Besoins nets des équipements	100,35	110,38	120,42	130,45
Kf	$\frac{1}{65}$	$\frac{1}{70}$	$\frac{1}{70}$	$\frac{1}{80}$
Besoins bruts des équipements	154,38	157,68	172,02	163,06

Les besoins bruts des équipements augmentent avec chaque horizon d'étude.

II.4.1. Récapitulation de la consommation en eau moyenne totale

A l'issue de l'analyse approfondie des besoins, un tableau récapitulatif sera établi afin de déterminer le débit global requis pour assurer l'alimentation de la localité jusqu'à l'horizon 2055.

Tableau II.15 : Tableau récapitulatif de la consommation moyenne journalière

	Consommation moyenne journalière (m3/j)	
	Actuel 2025	Long terme 2055
Domestique	997,34	1854,73
Equipement	154,38	163,06
Total	1151,72	2017,79

La consommation moyenne journalière à l'horizon future est évaluée à **2017,79 m3/j**.

II.5. Etude de variation des débits journaliers

Dans un avant-projet, il est essentiel de connaître le régime de consommation de l'agglomération pour bien dimensionner le système. Pour cela, on utilise un graphique de consommation probable. Au cours de l'année, une journée atteint une consommation maximale. En comparant cette valeur à la consommation moyenne, on obtient un coefficient appelé $K_{\max/j}$, qui indique combien de fois la consommation maximale dépasse la moyenne.

II.5.1. Calcul des consommations journalières maximales

On a le débit maximum journalier est donné par :

$$Q_{\max/j} = Q_{\text{moy/j total}} \times K_{\max/j} \quad (\text{m}^3/\text{j}) \quad (\text{II.4})$$

Avec :

$Q_{\max/j}$: Débit maximum journalier (m3/j).

$Q_{\text{moy/j tot}}$: Débit moyen journalier (m3/j).

$K_{\max/j}$: Coefficient d'irrégularité journalière maximum ;

Tel que :

$$K_{\max/j} \in [1,1-1,3] \quad ; \text{ on prend: } K_{\max/j} = 1,2$$

Les débits maximums journaliers pour différents horizons sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau II.16 : Débits maximums journaliers des différents horizons

Horizon	Coefficient d'irrégularité ($K_{\max/j}$)	Consommation journalière	
		$Q_{\text{moy}/j}$ (m3/j)	$Q_{\text{max}/j}$ (m3/j)
Actuel	1,2	1151,72	1382,06
Long terme		2017,79	2421,35

Alors le débit maximum journalier de notre agglomération est estimé à **2421,35 m3/j** à l'horizon future.

II.5.2. Calcul des consommations journalières minimales

Le débit journalier minimal correspond à la journée présentant la plus faible consommation d'eau. Ce débit est utile pour repérer d'éventuelles fuites et contrôler les pressions dans le réseau de distribution. La consommation quotidienne minimal peut être déterminée à l'aide de la formule suivante :

$$Q_{\min/j} = Q_{\text{moy}/j\text{total}} \times K_{\min/j} \quad (\text{m3/j}) \quad (\text{II.5})$$

Avec :

$Q_{\min/j}$: Débit maximum journalier (m3/j).

$Q_{\text{moy}/j\text{ tot}}$: Débit moyen journalier (m3/j).

$K_{\min/j}$: Coefficient d'irrégularité journalière minimum ;

Tel que :

$$K_{\min/j} \in [0,7-0,9] \quad ; \text{ on prend: } K_{\min/j} = 0,7$$

Les débits minimums journaliers en question des différents horizons sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau II.17 : Débits minimums journaliers en question des différents horizons

Horizon	Coefficient d'irrégularité ($K_{\min/j}$)	Consommation journalière	
		$Q_{\text{moy}/j}$ (m3/j)	$Q_{\min/j}$ (m3/j)
Actuel	0,7	1151,72	806,20
Long terme		2017,79	1412,45

Alors le débit minimum journalier de l'ACL est estimé à **1412,45 m3/j** à long terme .

II.6. Etude de la variation des débits horaires

II.6.1. Consommation moyenne horaire

Le débit moyen varie non seulement d'un jour à l'autre ou selon les saisons, mais également au cours de la journée.

$$Q_{\text{moy}/h} = \frac{Q_{\text{max}/j}}{24} \quad (\text{II.6})$$

Avec :

$Q_{\text{moy } h}$: Débit moyen horaire (m3/h)

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau II.18 : Besoins moyens horaire de l'ACL

Horizon	Consommation	
	$Q_{\text{max } j}$ (m3/j)	$Q_{\text{moy } h}$ (m3/h)
Actuel 2025	1382,06	57,59
Long terme 2055	2421,35	100,89

Le débit moyen horaire est estimé à **57,59 m3/h** pour l'horizon actuel et à **100,89 m3/h** pour le long terme.

II.6.2. La consommation horaire maximale

$$Q_{\max/h} = Q_{\text{moy}/h} \times K_{\max/h} \quad (\text{II.7})$$

Avec :

$$K_{\max/h} = \alpha_{\max} \times \beta_{\max} \quad (\text{II.8})$$

On a :

α : Coefficient tenant compte du niveau de confort des conditions locales, ainsi que du degré de développement.

Avec :

$\alpha_{\max} = [1,2 \div 1,4]$; on prend $\alpha_{\max} = 1,2$;

$\alpha_{\min} = [0,4 \div 0,6]$; on prend $\alpha_{\max} = 0,6$;

β : Coefficient qui dépend du nombre d'habitants.

Tableau II.19 : Les valeurs de $\beta_{\max}$ et $\beta_{\min}$ en fonction de la population (SALAH, 2014)

Nbre d'habitants	1000	1500	2000	10000	20000	30000	50000	100000
$\beta_{\max}$	2	1,8	1,5	1,3	1,2	1,15	1.1	1.1
$\beta_{\min}$	0,1	0,1	0,1	0,4	0,5	0,6	0.7	0.7

En fonction du nombre d'habitants de l'agglomération chef-lieu Bouaiche, les valeurs de $\beta_{\max}$ et $\beta_{\min}$ correspondantes sont des suivantes :

$$\beta_{\max} = 1,4 ; \alpha_{\max} = 1,2$$

D'où :

$$K_{\max/h} = \alpha_{\max} \times \beta_{\max} = 1,2 \times 1,4 = 1,68.$$

II.6.3. La consommation horaire minimale

$$Q_{\min/h} = K_{\min/h} \times Q_{\text{moy}/h} \quad (\text{II.9})$$

Avec :

$$K_{\min/h} = \alpha_{\min} \times \beta_{\min} \quad (\text{II.10})$$

$$\beta_{\min} = 0,4 ; \alpha_{\min} = 0,6$$

Le tableau suivant présente les résultats de calcul de la consommation horaire maximale et minimale :

Tableau II.20 : Consommation horaire maximale et minimale pour les différents horizons

Horizon	Coefficient d'irrégularité Horaire		Consommation horaire	
	$K_{\max h}$	$K_{\min h}$	$Q_{\max h}$ (m3/h)	$Q_{\min h}$ (m3/h)
Actuel	1,68	0,24	96,75	13,82
Long terme			169,49	24,21

La consommation horaire maximale est évaluée à **169,49 m3/h** et la consommation horaire minimale est évaluée à **24,21 m3/h** pour le long terme.

II.7. Calcul de la consommation horaire

On utilise la méthode de la variation horaire de la consommation de L'ACL Bouaiche. Elle se base sur le tableau ci-dessous, où la variation du débit horaire est exprimée en pourcentage du débit journalier maximum.

Il convient d'établir la répartition horaire du débit journalier maximal pour notre ville. Les coefficients de consommation horaire seront déterminés en fonction de la population de la zone étudiée.

$$Q_h = \frac{C_h \times Q_{\max j}}{100} \quad (\text{II.11})$$

Q_h : Débit horaire nécessaire (m3/h) ;

C_h : consommation horaire (%) ;

$Q_{\max j}$: Débit maximum journalier (m3/j) ;

Le tableau suivant représente la répartition des débits horaires en fonction du nombre d'habitants.

Tableau II.21 : Répartition des débits horaires en fonction du nombre d'habitants (SALAH,2014)

Heures	Nombre d'habitants				
	Moins de 10000	De 10001 à 50000	De 50001 à 100000	Plus de 100000	Agglomération de type rural
0-1	1	1,5	3	3,35	0,75
1-2	1	1,5	3,2	3,25	0,75
2-3	1	1,5	2,5	3,3	1
3-4	1	1,5	2,6	3,2	1
4-5	2	2,5	3,5	3,25	3
5-6	3	3,5	4,1	3,4	5,5
6-7	5	4,5	4,5	3,85	5,5
7-8	6,5	5,5	4,9	4,45	5,5
8-9	6,5	6,25	4,9	5,2	3,5
9-10	5,5	6,25	5,6	5,05	3,5
10-11	4,5	6,25	4,8	4,85	6
11-12	5,5	6,25	4,7	4,6	8,5
12-13	7	5	4,4	4,6	8,5
13-14	7	5	4,1	4,55	6
14-15	5,5	5,5	4,2	4,75	5
15-16	4,5	6	4,4	4,7	5
16-17	5	6	4,3	4,65	3,5
17-18	6,5	5,5	4,1	4,35	3,5
18-19	6,5	5	4,5	4,4	6
19-20	5	4,5	4,5	4,3	6
20-21	4,5	4	4,5	4,3	6
21-22	3	3	4,8	4,2	3
22-23	2	2	4,6	3,75	2
23-24	1	1,5	3,3	3,7	1
Total	100	100	100	100	100

II.7.1. Horizon Actuel 2025

Pour notre cas nous choisissons la répartition de moins de 10000 hab (zone semi-urbaine).

La variation des débits horaires maximums à l'horizon actuel est présentée dans le tableau suivant :

Tableau II.22 : Variations des débits horaires maximums à l'horizon 2025

Heures	Consommation de l'agglomération		Cumul	
	C_h (%)	Q_h (m ³ /h)	C_h (%)	Q (m ³ /h)
0-1	1	13,8204	1	13,8204
1-2	1	13,8204	2	27,6408
2-3	1	13,8204	3	41,4612
3-4	1	13,8204	4	55,2816
4-5	2	27,6408	6	82,9224
5-6	3	41,4612	9	124,3836
6-7	5	69,102	14	193,4856
7-8	6,5	89,8326	20,5	283,3182
8-9	6,5	89,8326	27	373,1508
9-10	5,5	76,0122	32,5	449,163
10-11	4,5	62,1918	37	511,3548
11-12	5,5	76,0122	42,5	587,367
12-13	7	96,7428	49,5	684,1098
13-14	7	96,7428	56,5	780,8526
14-15	5,5	76,0122	62	856,8648
15-16	4,5	62,1918	66,5	919,0566
16-17	5	69,102	71,5	988,1586
17-18	6,5	89,8326	78	1077,9912
18-19	6,5	89,8326	84,5	1167,8238
19-20	5	69,102	89,5	1236,9258
20-21	4,5	62,1918	94	1299,1176
21-22	3	41,4612	97	1340,5788
22-23	2	27,6408	99	1368,2196
23-24	1	13,8204	100	1382,04
Total	100	1382,04		

D'après les données présentées dans le tableau, on observe que les heures de pointe de consommation se situent entre midi et 14 heures, période pendant laquelle le débit horaire atteint son niveau maximal, estimé à **96,7428 m³/h**. En revanche la consommation la plus faible est enregistrée entre 23 heures et 4 heures du matin, avec un débit minimum de **13,82**

m³/h.

Le graphique de la consommation domestique actuel de l'ACL est représenté dans la figure ci-dessous :

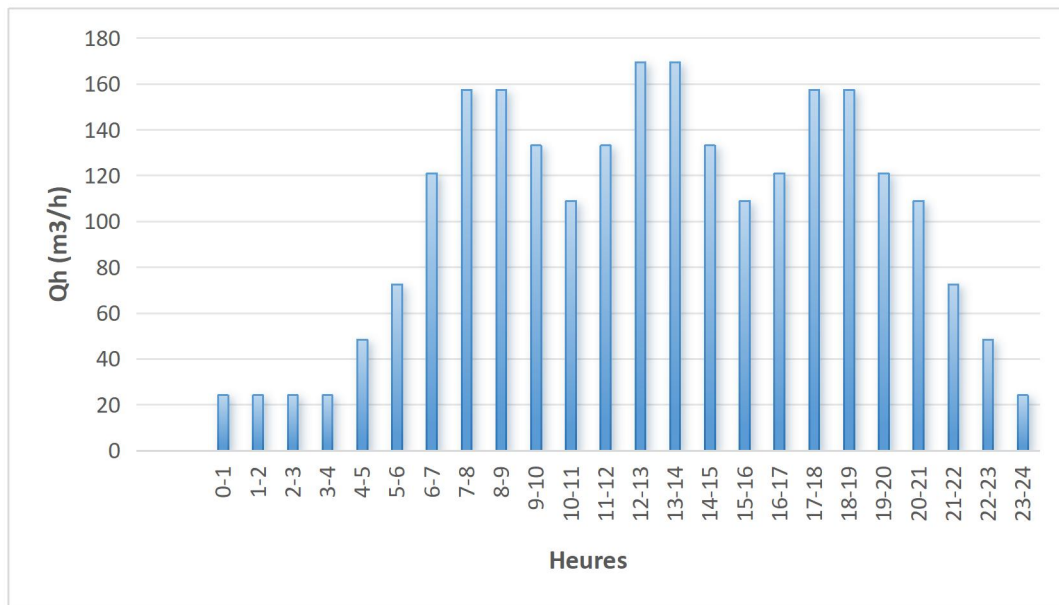


Figure II.3 : Graphique de consommation domestique pour à l'horizon 2025

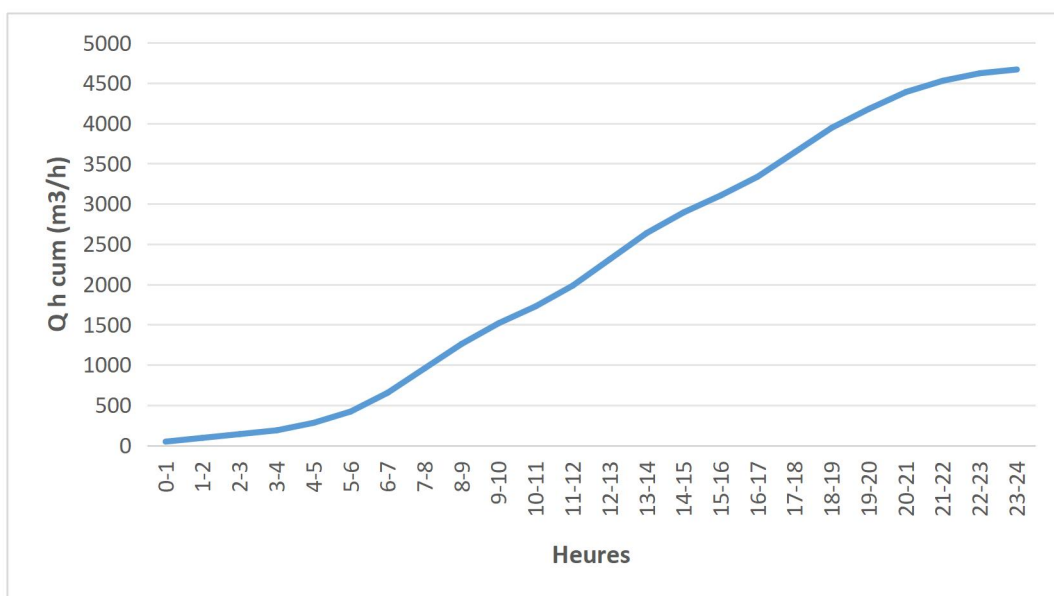


Figure II.4 : Courbe du cumul de la consommation de l'agglomération prévue pour l'horizon 2025

II.7.2. Horizon future 2055

Pour l'horizon 2055 on a 9610 habitants, alors on choisit aussi la répartition de moins de

10000 habitants.

La variation des débits horaires maximums à l'horizon future est présentée dans le tableau ci-après :

Tableau II.23 : Variations des débits horaires maximums à l'horizon 2055

Heures	Consommation de l'agglomération		Cumul	
	C_h (%)	Q_h (m3/h)	C_h (%)	Q (m3/h)
0-1	1	24,21348	1	24,21348
1-2	1	24,21348	2	48,42696
2-3	1	24,21348	3	72,64044
3-4	1	24,21348	4	96,85392
4-5	2	48,42696	6	145,28088
5-6	3	72,64044	9	217,92132
6-7	5	121,0674	14	338,98872
7-8	6,5	157,38762	20,5	496,37634
8-9	6,5	157,38762	27	653,76396
9-10	5,5	133,17414	32,5	786,9381
10-11	4,5	108,96066	37	895,89876
11-12	5,5	133,17414	42,5	1029,0729
12-13	7	169,49436	49,5	1198,56726
13-14	7	169,49436	56,5	1368,06162
14-15	5,5	133,17414	62	1501,23576
15-16	4,5	108,96066	66,5	1610,19642
16-17	5	121,0674	71,5	1731,26382
17-18	6,5	157,38762	78	1888,65144
18-19	6,5	157,38762	84,5	2046,03906
19-20	5	121,0674	89,5	2167,10646
20-21	4,5	108,96066	94	2276,06712
21-22	3	72,64044	97	2348,70756
22-23	2	48,42696	99	2397,13452
23-24	1	24,21348	100	2421,348

Total	100	2421,348		
--------------	-----	----------	--	--

D'après les données présentées dans le tableau, on observe que les heures de pointe de consommation se situent entre midi et 14 heures, pendant cette période le débit horaire atteint son niveau maximal, qui est estimé à **169,49 m³/h**. En revanche la consommation la plus faible est enregistrée entre 23 heures et 4 heures du matin, avec un débit minimum de **24,21 m³/h** (figure II.5).

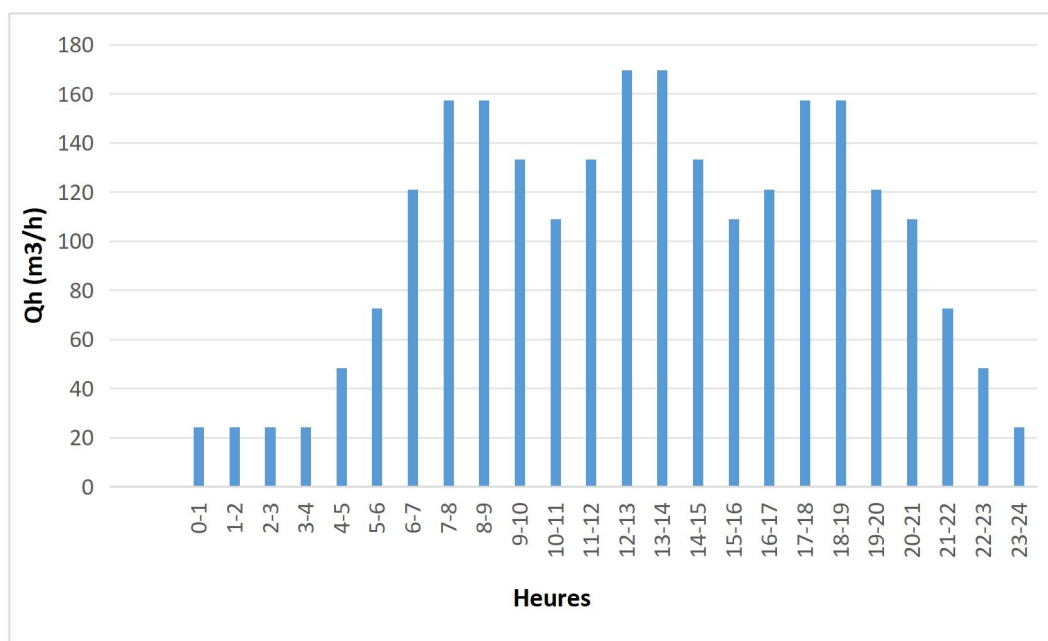


Figure II.5 : Graphique de consommation domestique pour à l'horizon 2055

La figure ci-dessous représente le cumul de la consommation de l'agglomération chef-lieu Bouaiche à l'horizon future :

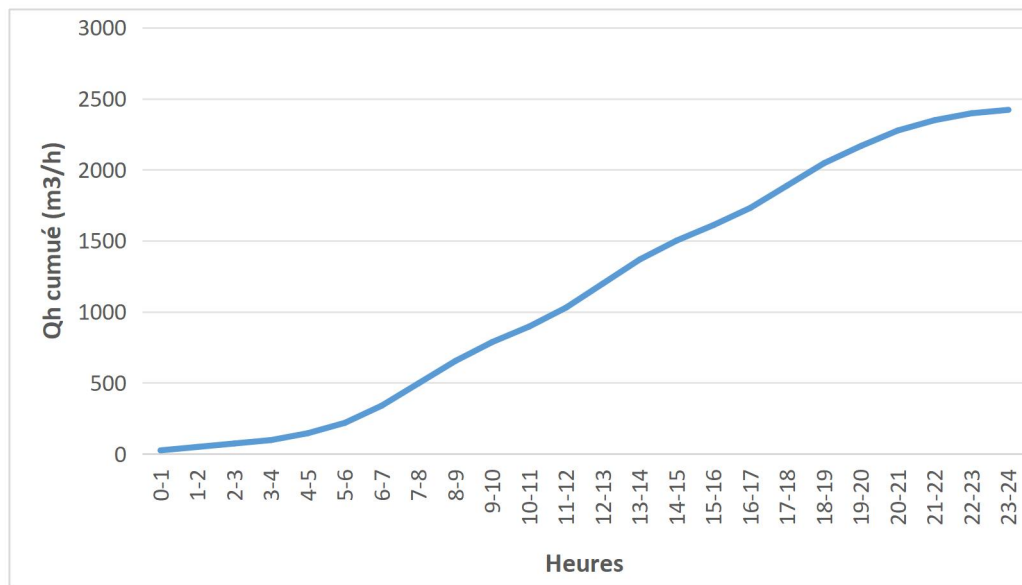


Figure II.6 : Courbe du cumul de la consommation de l'agglomération prévue pour l'horizon 2055

Conclusion

D'après nos estimations, la population de l'agglomération chef-lieu de Bouaiche connaîtra une croissance significative à l'horizon d'étude, entraînant par conséquent une augmentation notable des besoins en eau traduite par la consommation maximale journalière.

Le chapitre suivant propose un diagnostic rigoureux du système AEP existant, évalue précisément la performance opérationnelle du réseau, identifie ses vulnérabilités et ses déficiences et d'essayer de montrer comment avec les solutions apportées, il est possible d'assurer la fiabilité, la résilience du système de distribution, assurant ainsi un service public de l'eau potable de qualité aux citoyens.

**Chapitre III : Etat de lieu,
diagnostic et analyse du système
d'AEP existant**

Introduction

Ce chapitre vise à dresser un état des lieux précis du système d'alimentation en eau potable du chef-lieu Bouaiche. L'objectif principal est de réaliser un diagnostic et une analyse approfondie de l'ensemble des composantes du système, notamment les infrastructures de captage, de pompage, de stockage, ainsi que le réseau de distribution. Il s'agit ainsi de mettre en évidence les éventuelles dégradations physiques (fuites, pertes de charge anormales, conduites vétustes), les anomalies de fonctionnement (déséquilibres de pression, débits insuffisants, mauvaise répartition des volumes) et d'identifier les pistes d'amélioration possibles.

Ce travail de diagnostic s'appuie sur des données réelles issues d'enquêtes de terrain, de relevés techniques, de plans existants et de rapports d'exploitation, dans le but de garantir une évaluation objective et représentative de la situation actuelle.

III.1. Ressource en eau

Bouaiche centre représente l'agglomération chef-lieu de la commune, habitée par **5305** **personne** soit **39 %** de la population totale de la commune.

Les forages du centre Bouaiche sont :

- F-3 Bis : En service ;
- F-10 : En service ;
- F-12 : En service ;
- F11: En service ;
- F-1 Kerfouf : En service ;

Ces ouvrages sont gérés par les APC de Chahbounia et de Bouaiche.

Un volume moyen de **1944 m³/j** est affecté au centre chef-lieu de la commune Bouaiche à partir des forages, les données de l'ADE de Médéa année 2025.

Ce volume arrive au centre Bouaiche à travers Les forages **F-3 Bis, F-10, F-12, F-11et F-1 Kerfouf** situés au niveau du chef-lieu de la Daïra Chahbounia et la station de pompage (Chahbounia vers Bouaiche).

Cinqs (05) forages ont été réalisé pour l'Alimentation en eau potable du centre Bouaiche, La situation de ces forages est représentée dans la figure suivante :



Figure III.1 : Situation des forages « Centre Bouaiche » (Googel Earth, 2025)

Les caractéristiques générales de ces forges sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau III.1 : Caractéristiques générales des forages « Centre Bouaiche » (ADE Médéa ,2025)

Nom	X	Y	Année de réalisation	TS (Heures)	Débit (l/s)	Production	Profondeur (m)
F-3 Bis	464878.314	3926034.08	2021	8	10	288	261
F-10	466965.882	3926265.6	2021	24	10	864	286
F-12	463986.608	3926074.84	2021	8	10	288	300
F1Kerfouf	434381.916	3929602.12	2004	12	5	216	150
F-11	465054.853	3927003.34	2021	8	10	288	280

III.1.1. Réservoirs existants

Les réservoirs constituent des ouvrages clés assurant la transition entre les réseaux d'adduction et les réseaux de distribution. Ils jouent un rôle essentiel dans le bon fonctionnement d'un système d'alimentation en eau potable. Dans le cas présent, le réseau est principalement alimenté à partir des deux (02) réservoirs suivants :

Tableau III.2 : Caractéristiques des ouvrages de stockages du chef-lieu de la commune de Bouaiche (ADE Médéa ,2025)

Nom	Volume (m3)	Forme
R-500	500	Circulaire

R-250	250	Circulaire
-------	-----	------------

III.2. Diagnostic du réseau

III.2.1. Diagnostic physique

III.2.1.1. Etat des forages

III.2.1.1.1. Forage « F-3 Bis »

Ce forage est situé dans le centre Chahbounia, implanté dans les coordonnées (X = 464878.314 et Y = 3926034.08).

Tableau III.3 : Caractéristiques du forage F-3Bis (ADE Médéa ,2025)

Commune	Chahbounia
Centre	Bouaiche
Nom du forage	F-3Bis
Gestionnaire	ADE
Année de réalisation	2021
Profondeur (m)	261 m
Calage des pompes	150 m
Débit (l/s)	10 l/s
HMT	300 m
Temps de fonctionnement (h)	8 heures
Production journalière (m3/j)	288 m3/j
Clôtures	Oui
Type de clôture	Maçonnerie
Observations	-
Etat générale	Moyen

Ces photos ci-dessous représentent l'état physique du forage F-3 Bis :



Figure III.2 : Vue général du forage F-3 Bis (en moyen état) (2025)



Figure III.4 : Ventouse DN 50 mm en Bon état



Figure III.3 : Vanne DN 100 en bon état

➤ Résultat du diagnostic

Le diagnostic physique du présent forage a révélé des dégradations au niveau du génie civil, notamment des trous dans la clôture, une fissure et des corrosions superficielles sur l'abri, une porte d'entrée corrodée, et l'absence d'éclairage extérieur. Les équipements sont globalement en bon état, à l'exception du débitmètre DN 100 mm et de la ventouse DN 50 mm présentant une corrosion ; les câbles électriques nécessitent également un revêtement, et l'armoire électrique est hors service.

Il est recommandé de :

- Rénover les peintures ;
- Assurer l'éclairage extérieur ;
- Effectuer les réparations nécessaires.

III.2.1.1.2. Forage « F-10 »

Ce forage est implanté dans le centre Chahbounia (X= 466965.8824; Y= 3926265.6002).

Tableau III.4 : Caractéristiques du forage F-10(ADE Médéa ,2025)

Commune	Chahbounia
Centre	Bouaiche
Nom du forage	F-10
Gestionnaire	ADE
Année de réalisation	2021
Profondeur (m)	286 m
Calage des pompes	150 m
Débit (l/s)	10 l/s
HMT	300 m
Temps de fonctionnement (h)	24 heures
Production journalière (m3/j)	864
Clôture	Oui
Type de clôture	/
Observations	-
Etat générale	Bon

Ces photos ci-dessous représentent l'état physique du forage F-10 :



Figure III.5 : Vue général du forage (2025)



Figure III.6 : Vue sur les équipements hydromécaniques du forage débitmètre en panne, Clapets, ventouse, manomètre et vannes

➤ Résultat du diagnostic

Le diagnostic physique du présent forage a mis en évidence l'absence de clôture, une fissure au niveau des murs de l'abri, ainsi que l'absence d'éclairage extérieur. Les équipements sont globalement en bon état, notamment le débitmètre, le clapet DN 100 mm et le manomètre, à l'exception de la ventouse qui présente une légère corrosion.

Il est recommandé de :

- Réaliser un mur de clôture;
- Colmater la fissure;
- Rénover la peinture de l'abri;
- Installer un éclairage extérieur.

III.2.1.1.3. Forage « F-12 »

Ce forage est implanté dans le centre Chahbounia (X= 463986.6075; Y= 3926074.8404).

Tableau III.5 : Caractéristiques du forage F-12 (ADE Médéa ,2025)

Commune	Chahbounia
Centre	Bouaiche
Nom du forage	F-12
Gestionnaire	ADE
Année de réalisation	2021
Profondeur (m)	300 m
Calage des pompes	126 m

Débit (l/s)	10 l/s
HMT	300 m
Temps de fonctionnement (h)	10 heures
Production journalière (m3/j)	288
Clôtures	Non
Type de clôture	/
Observations	Pompe rénovée il y'a 5 mois
Etat générale	Moyen

Ces photos ci-dessous représentent l'état physique du forage F-12 :



Figure III.7 : Vue général du forage F-12 (2025)

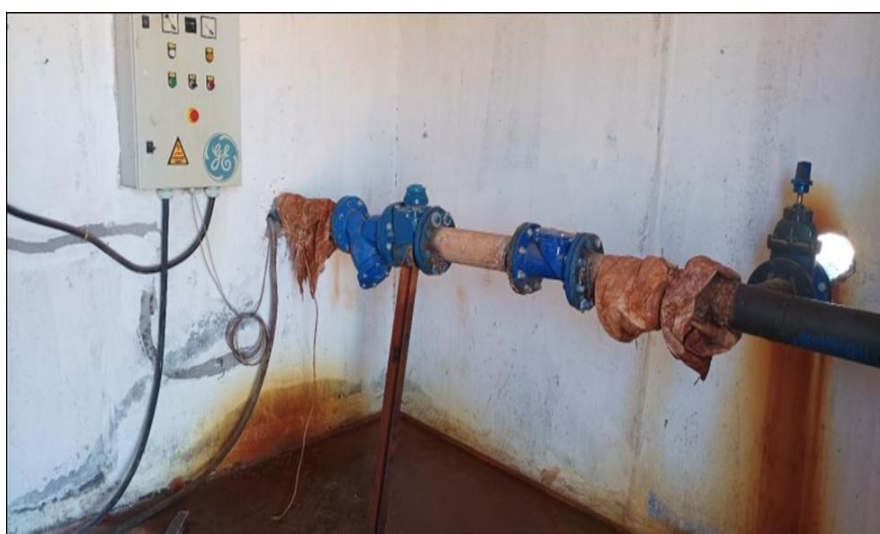


Figure III.8 : Vue général sur les équipements du forage (2025)

➤ Résultat du diagnostic

Le diagnostic physique du présent forage a révélé l'absence de clôture, une peinture intérieure et extérieure dégradée, ainsi que l'absence d'éclairage extérieur, tandis que la porte d'entrée est en bon état. Sur le plan technique, une corrosion a été observée sur la conduite, et la vanne de vidange n'est pas raccordée à la conduite de refoulement. Les autres équipements (clapet, débitmètre, vannes et ventouse) sont en bon état.

Il est recommandé de :

- Construire une clôture en dur.
- Rénover les peintures ;
- Installer un éclairage extérieur ;
- Protéger la conduite de refoulement par un revêtement inoxydable ;
- Réparer les fuites ;
- Remplacer le manomètre.

III.2.1.1.4. Forage « F-1 Kerfouf »

Ce forage est implanté dans les coordonnées (X= 434381.9165 ; Y= 3929602.1222).

Tableau III.6 : Caractéristiques du forage F-1 Kerfouf (ADE Médéa ,2025)

Commune	Bouaiche
Centre	Bouaiche
Nom du forage	F-1 Kerfouf
Gestionnaire	ADE
Année de réalisation	2004
Profondeur (m)	150 m
Calage des pompes	72m
Débit (l/s)	5 l/s
HMT	150 m
Temps de fonctionnement (h)	12 heures
Production journalière (m3/j)	216
Clôtures	Non
Type de clôture	/
Observations	
Etat générale	Bon

Ces photos ci-dessous représentent l'état physique du forage F-1 Kerfouf :



Figure III. 9 : Vue général du forage (2025)



Figure III.10 : Vue sur les équipements du forage F-1 Kerfouf

➤ **Résultat du diagnostic**

Le diagnostic physique du présent forage a révélé l'absence de clôture, une fissure sur les murs, un vitrage cassé, une porte corrodée et une peinture dégradée à l'intérieur comme à l'extérieur de l'abri, ainsi que l'absence d'éclairage extérieur. Côté équipements, les deux vannes DN 80 et la ventouse présentent une corrosion, tandis que la conduite acier, le débitmètre et le clapet DN 80 sont en bon état.

Il est recommandé de :

- Construire une clôture en dur ;
- Colmater la fissure ;
- Réparer le vitrage ;
- Rénover les peintures ;
- Installer un éclairage extérieur ;

- Appliquer un revêtement anticorrosion sur la conduite de refoulement.

III.2.1.1.5 Forage « F-11 »

Ce forage est implanté dans le centre Chahbounia (X= 465054.8526 ; Y= 3927003.3370).

Tableau III.7 : Caractéristiques du forage F -11 (ADE Médéa ,2025)

Commune	Chahbounia
Nom	Bouaiche
Nom du forage	F-11
Gestionnaire	ADE
Année de réalisation	2021
HMT	280 m
Calage des pompes	73 m
Débit (l/s)e bas	10 l/s
HMT	-
Temps de fonctionnement (h)	10 heures
Production journalière (m3/j)	288
Clôture	Non
Type de clôture	/
Observations	Hors service (éboulement)
Etat générale	Moyen

Ces photos ci-dessous représentent l'état physique du forage F-11 :



Figure III.11 : Vue général du forage (2025)



Figure III.12 : Vue sur les équipements du forage F-11

➤ **Résultat du diagnostic**

Le diagnostic physique du présent forage a révélé l'absence de la clôture, le génie civil de l'abri du forage est en bon état. La peinture intérieure et extérieure de l'abri de forage est légèrement dégradée ainsi qu'une absence de l'éclairage extérieur du forage.

Les équipements existants (Clapet, débit mètre, vannes et ventouse) sont en bon état. La pompe immergée est en panne à cause d'un éboulement de la terre

Il est recommandé de :

- Réaliser un mur de clôture en dur pour la protection de ce forage;
- Rénover la peinture extérieure et intérieure de l'abri de forage;
- Prévoir l'éclairage extérieur du forage;

- Réparation du forage et rénovation de la pompe.

III.2.1.2. Description détaillée des réservoirs

Le centre ACL Bouaiche est caractérisé par la présence de trois (03) ouvrages de stockage : R-250 m³, R-500 m³ et R-1000 m³ (en cours de réalisation).

Les caractéristiques de ces ouvrages de stockage sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau III.8 : Caractéristiques des ouvrages de stockages du chef-lieu de la commune de Bouaiche (ADE Médéa ,2025)

Nom	Volume (m ³)	Forme	CTN	CR	CTP	Année de réalisation	Etat	Observation	Clôture	Gestionnaire
R1000	1000	Cylindrique	815	814	817	Projeté	Bon	En construction	Non	APC
R250	250	Circulaire	768	767	770	-	Moyen		Oui	APC
R500	500	Circulaire	768	766	769.5	-	Mauvais		Oui	APC

La figure ci-dessous représente la situation des ouvrages de stockages de l'ACL de Bouaiche :



Figure III.13 : Situation des ouvrages de stockage du centre ACL Bouaiche

(Googel Earth ,2025)

III.2.1.2.1. Réservoir R-500 m³

C'est un réservoir de forme circulaire réalisé au niveau du chef-lieu Bouaiche à côté du réservoir R-250, dans les coordonnées :(X= 664008,5123 ; Y = 3990294,2938).

➤ **Diagnostic du génie civil**

L'état génie civil de ce réservoir est Moyen, voir les figures suivantes :



Figure III.14 : Vue générale sur le réservoir R-500 m³

➤ **Diagnostic des équipements hydromécanique**



Figure III.15 : Conduite d'arrivée au réservoir R-500m³



Figure III.16 : Conduites de départs et vidange+ trop plein

➤ Résultat du diagnostic

Le diagnostic du réservoir indique un état global moyen du génie civil, avec des armatures apparentes par endroits, une dégradation de l'étanchéité de la coupole, et l'absence d'éclairage intérieur et extérieur, bien que la clôture soit en bon état.

Du côté des équipements, la conduite d'arrivée est en bon état, tandis que les conduites et vannes de vidange et de départ présentent une corrosion.

Il est recommandé de :

- Revêtir l'intérieur du réservoir avec du mortier de ciment en deux couches suivi d'une peinture vinylique;
- Installer un éclairage;
- Réparer l'étanchéité de la coupole;
- Equiper les conduites de départ de débitmètres;
- Protéger l'ensemble des conduites et équipements par un revêtement en peinture inoxydable.

III.2.1.2.2. Réservoir R250 m³

C'est un réservoir de forme circulaire réalisé au niveau du chef-lieu Bouaiche, sur les coordonnées (X= 441369.1740 ; Y = 3933455.7298).

➤ Diagnostic du génie civil

L'état génie civil de ce réservoir est Moyen, voir les figures suivantes :



Figure III.17 : Vue générale sur le réservoir R-250 m³ « ACL Bouaiche »

➤ Diagnostic des équipements hydromécanique



Figure III.18 : Conduites de TP + vidange et conduite de départ



Figure III.19 : Conduites d'arrivées au réservoir R-250m³ « ACL Bouaiche »

➤ **Résultat du diagnostic**

Le diagnostic du réservoir révèle une clôture en bon état, mais l'absence d'éclairage intérieur et extérieur. Les voiles présentent une dégradation du mortier, et l'étanchéité de la coupole est légèrement altérée.

Côté équipements, la conduite et la vanne de vidange sont corrodées, tandis que la conduite d'arrivée est en bon état et aucun débitmètre n'est installé.

Il est recommandé de :

- Colmater les zones dégradées avec un mortier de ciment,
- Réparer l'étanchéité;
- Installer un éclairage;
- Appliquer une peinture vinylique ;
- Prévoir l'installation d'un débitmètre.

III.2.1.2.3. Réservoir R1000 m³

C'est un réservoir projeté afin de renforcer la zone ouest qui est en cours de réalisation au niveau de Thniat Lghzal dans le chef-lieu de Bouaiche. Les coordonnées futures de ce réservoir sont ($X = 440359.8890$; $Y = 3934055.6037$).

III.3.1.3. Diagnostique de la station de pompage

Une seule station de pompage alimente le centre de Bouaiche : il s'agit de la station SR-Chahbounia, qui assure l'acheminement vers Bouaiche.

➤ Situation

La station de pompage SR-Chahbounia vers Bouaiche est située au niveau de la daïra Chahbounia, implantée dans les coordonnées ($X = 463738.9134$; $Y = 3932581.0997$).

➤ Caractéristiques

Cette station alimente les réservoirs de Bouaiche par les eaux des forages de Chahbounia, Les caractéristiques de cette station sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Tableau III.9 : Caractéristiques de la station de pompage SR- Chahbounia vers Bouaiche (ADE Médéa ,2025)

Commune	Chahbounia
Centre	Bouaiche
Nom de la station	Station de reprise Chahbounia vers Bouaiche
Gestionnaire	ADE
Année de réalisation	2022
Débit (l/s)	30
HMT	200m
Temps de fonctionnement (h)	Remplissage des réservoirs de Bouaiche
Bâche d'aspiration	Oui
Forme de la bâche	Circulaire
Volume de la bâche	250 m ³
Clôtures	Oui
Type de clôture	Maçonnerie
Observations	-
Etat générale	Bon

➤ Diagnostic du génie civil

Le génie civil de la station est bon, voir la figure suivante :



Figure III.20 : Vue sur la station de pompage Chahbounia vers Bouaiche

➤ **Diagnostic des équipements hydromécaniques et électriques**



Figure III.21 : Conduite d'arrivée à la station



Figure III.22 : Vue sur les équipements de la station de pompage

➤ **Résultat du diagnostic**

Le diagnostic de la station de pompage indique un bon état général, tant au niveau du génie

civil que des équipements, ne nécessitant pas d'intervention particulière à ce stade.

❖ Les vannes

On a 28 vannes de distribution au niveau de l'ACL Bouaiche.

Il apparait que :

- L'ensemble des vannes sont sous bouche a clef
- L'ensemble des bouches a clefs présentent des déchets en pierres
- La majorité des bouches a clefs n'ont pas des têtes

Les figures suivantes représentent quelques ouvrages en ligne



Figure III.23 : Vue sur des vannes situé dans le centre de l'ACL Bouaiche



Figure III.24 : Vue sur deux vannes situées dans la partie Est du centre ACL Bouaiche

III.2.2. Diagnostic hydraulique

Dans cette section, nous procéderons à la vérification des diamètres des tronçons, en nous

basant sur les vitesses d'écoulement et les pressions relevées au niveau des tronçons et des nœuds, afin de garantir le bon fonctionnement du système d'alimentation en eau.

III.2.2.1. Type du système de distribution existant

Le système de distribution existant est de type « réservoir en tête ». Dans ce schéma, les pompes acheminent l'eau directement vers le réservoir de stockage situé en hauteur, à partir duquel la distribution vers le réseau se fait par gravité.

Le réseau de distribution du centre Bouaiche est de type combiné (maillé et ramifié).il est décomposé sur trois (03) zones d'alimentation principale soit :

- La zone centre.
- La zone Est : Les lotissement autour du siège de l'APC.
- La zone Ouest (Cité Thniyet Leghzal et environs).

III.2.2.2. Calcul hydraulique du réseau de distribution

Le calcul du réseau de distribution se fera pour les deux cas suivants

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

III.2.2.3. Caractéristiques des conduites de distribution

❖ Système de distribution zone centre

Ce système est de type combiné (maillé +ramifié) il consiste à la distribution des eaux à la zone centre de la ville Bouaiche, construit comme suite :

- Une conduite prend naissance au niveau du site des deux réservoirs R-250 et R-500 Bouaiche, elle commence en amiante ciment DN 150 pour 645 m puis en PEHD DN 160 pour 90 m de linéaire.

- Deux conduites de distribution principales 2x DN160 PEHD de 149m et 147 m commencent à partir des vannes installées au niveau de la conduite précédente.

La 1ere conduite principale DN 160 PEHD est destinée à l'alimentation de l'annexe de l'école 05 juillet 1962 ainsi que la gendarmerie et quartier situé au sud de ce dernier, plusieurs branchements par des conduites en DN 90 PEHD, 63 PVC, 110 PVC sont effectué afin d'assurer la distribution d'eaux à l'intérieur des quartiers.

La **2eme** conduite commence en PEHD DN 160 sur 147 m ensuite en 2x DN 150 AC de

346m et 200 m de linéaire (conduites A et B)

- **La conduite A** en AC DN 150mm de 346 m destiné à l'alimentation du nord de la zone centre, elle est caractérisée par la présence d'une maille, plusieurs branchements en amont DN 90 sont effectués afin d'alimenter les habitations et les équipements situés de part et d'autre de la conduite.

- **La conduite B** commence en AC DN 150 puis en DN 90 AC jusqu'à la bibliothèque de la commune, elle est destinée à l'alimentation de la partie centre, caractérisée par des branchements par des conduites de différents diamètres et matériaux.

(DRE Médéa)

Les tableaux suivants résument les caractéristiques du système de distribution de la zone centre:

Tableau III.10 : Caractéristiques du système de distribution de la zone centre (DRE Médéa)

Adduction	Matériaux	Diamètre (mm)	Linéaire (m)
Système centre	AC	90	1402
	AC	120	260
	AC	150	1325
	Acier	40	59
	Acier	60	701
	Acier	90	53
	PEHD	63	32
	PEHD	90	837
	PEHD	160	491
	PVC	110	261
	Linéaire total du système		5421

Tableau III.11 : Ventilation du système de distribution de la zone centre par matériaux « Centre Bouaiche »

Matériaux	Linéaire	Taux
PEHD	1360	25
AC	2987	55
Acier	813	15
PVC	261	5
Total	5421	100

La majorité du réseau de distribution de la zone centre est réalisée en conduites en amiantement avec un taux de 55%.

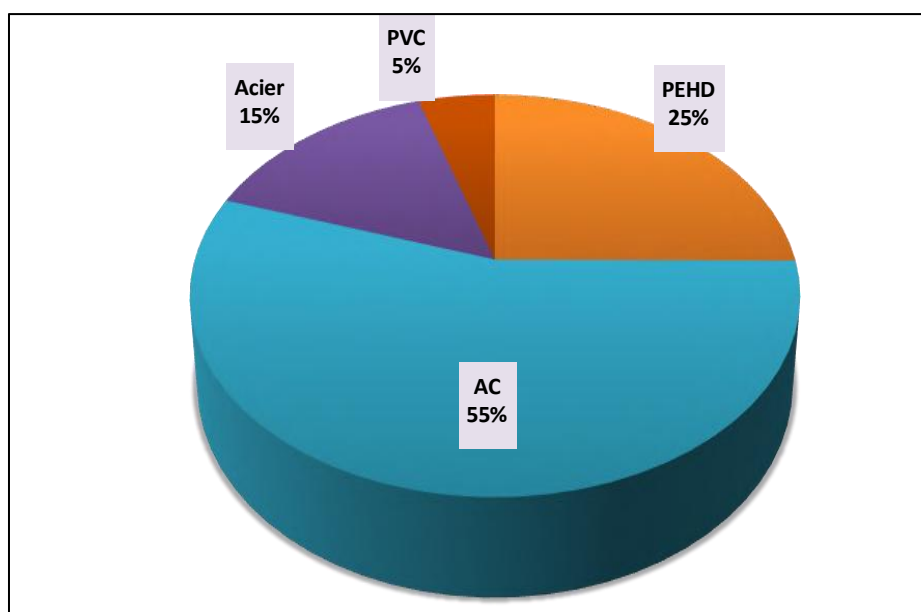


Figure III.25 : Ventilation du système d'AEP de la zone centre par matériaux

❖ Système de distribution zone Est

Ce système est de type mix (maillé et ramifié) il consiste à l'alimentation du côté Est de l'ACL et la cité « siège APC et environs » il est composé de deux conduites principales :

- **La 1ere** débute en DN 200 PEHD sur 206 ml à partir de la conduite (01) de la zone centre ensuite en DN 160 sur 194 m puis en DN 110 pour 368 m, elle est destinée principalement à la distribution des eaux aux lotissements et équipements situés au sud du lycée.

Plusieurs branchements sont effectués dans ce tuyau par des tubes en PEHD de différents

diamètre (90, 75, 110 ...etc), ces derniers formes plusieurs mailles.

- La 2^{eme} prend naissance à partir d'un regard de vanne installé au niveau de la conduite de départ des réservoirs, elle est destinée à la distribution des eaux au siège de l'APC de la commune et des habitations situées aux alentours, cette conduite est en DN 90 PEHD de 636 m de linéaire.

Plusieurs branchements sont effectués dans ce tuyau par des tubes en PEHD et PVC de différents diamètre (90, 75, 63, 110), ces derniers formes plusieurs mailles (DRE Médéa).

Les tableaux suivants résument les caractéristiques du système de distribution de la zone Est :

Tableau III.12 : Récapitulatif du réseau d'AEP principale et secondaire de la zone Est (DRE Médéa)

Adduction	Matériaux	Diamètre (mm)	Linéaire (m)
Système Est	PEHD	63	1103
	PEHD	75	2979
	PEHD	90	5641
	PEHD	110	368
	PEHD	160	194
	PEHD	200	206
	PVC	50	231
	PVC	63	192
	PVC	75	91
	Linéaire total du système		11005

Tableau III.13 : Ventilation du système d'AEP de la zone Est « ACL Bouaiche »

Matériaux	Linéaire (m)	Taux (%)
PVC	514	5
PEHD	10491	95
Total	11005	100

La majorité du réseau de distribution de la zone EST est en PEHD avec un taux de 95%.

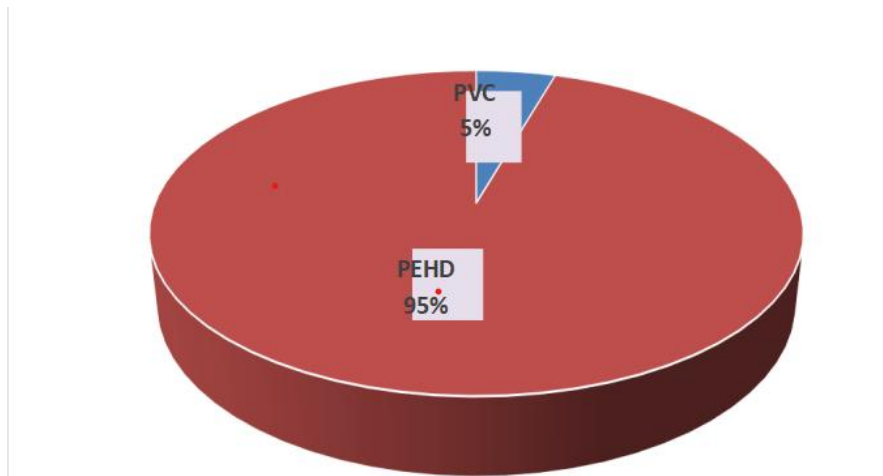


Figure III.26 : Ventilation du système d'AEP de la zone Est par matériaux

❖ Système de distribution zone Thniyet Leghzel

Ce système est destiné à l'alimentation de la zone Ouest de ACL Bouaiche, appelé Thniyet Leghzel à travers les conduites suivantes :

- **La 1ere conduite de la zone centre :** Cette conduite alimente la partie des habitations situé auprès de la gendarmerie, (les caractéristiques de cette conduite sont déjà mentionnées dans la partie du système de distribution de la zone centre).
- **Un autre réseau combiné** (maillé et ramifié) est projeté au niveau de cette zone, ce dernier consiste à la mobilisation des eaux à partir du réservoir projeté R-1000 m3, ce transfert consiste à l'alimentation de la partie ouest de Thniyet Leghzel et renforcer la partie du réseau existant dans la zone.

Le tableau suivant résume les caractéristiques des conduites principaux et secondaire du système d'AEP de la zone ouest de l'ACL Bouaiche:

Tableau III.14 : Récapitulatif des réseaux d'AEP principale et secondaire de la zone Ouest (DRE Médéa)

Adduction	Matériaux	Diamètre (mm)	Linéaire (m)
Réseau existant	PEHD	110	150
	PEHD	90	95
	PEHD	63	67

	PVC	63	1465
	Linéaire total réseau existant		1777
Réseau projeté	PEHD	90	235
	PEHD	63	1953
	PEHD	50	551
	PEHD	110	2179
Linéaire total réseau projeté			4918
Linéaire total du système Thniyet Leghzal			6695

Le tableau suivant illustre la ventilation de ce système (la partie existante) par matériaux de réalisation :

Tableau III.15 : Ventilation du système de distribution de la zone Ouest par matériaux « Centre Bouaiche »

Matériaux	Linéaire (m)	Taux (%)
PEHD	312	18
PVC	1465	82
Total	1777	100

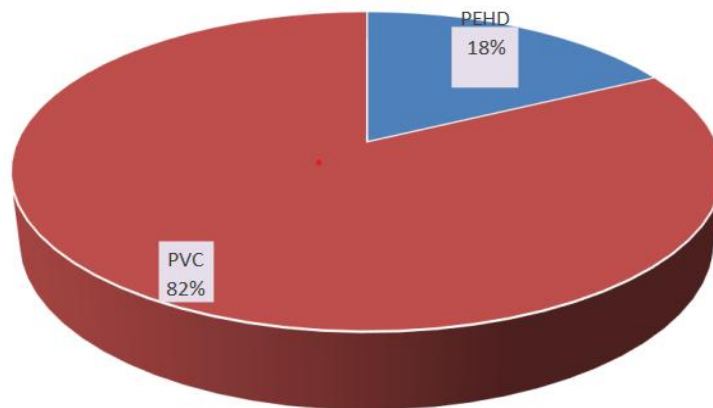


Figure III.27 : Ventilation du système de distribution de la zone Thniyet Leghzal « ACL Bouaiche »

III.2.2.4. Détermination des débits en cas de pointe

a) Débit spécifique

$$Q_{sp} = \frac{Q_{ri}}{\sum L_i} \text{ (l/s/ml)} \quad (\text{III.1})$$

Avec :

$\sum Li$: somme des longueurs de tous les tronçons assurant le service en route (m)

Q_{ri} : débit en route (l/s).

$$Q_{ri} = Q_{pt} - \sum Q_{conc} \quad (III.2)$$

Avec :

Q_{pt} : débit de pointe (l/s).

$\sum Q_{conc}$: la somme des débits concentrés (l/s).

Pour notre cas : $\sum Q_{conc} = 0$ l/s

b) Débit en route

Il est défini comme étant le débit de consommation reparti uniformément le long d'un tronçon du réseau.

$$Q_{ri} = Q_{sp} \times Li \quad (III.3)$$

Avec :

Q_{ri} : débit en route d'un tronçon i (l/s).

Li : longueur d'un tronçon i en mètre (m).

q_{sp} : débit spécifique en (l/s/m).

c) Débits aux nœuds

$$Q_{ni} = 0.5 \sum Q_r + \sum Q_{conc} \quad (III.4)$$

Avec :

Q_{ni} : débit au nœud (l/s).

$\sum Q_{conc}$: somme des débits concentres au nœud considérés (l/s).

$\sum Q_r$: somme des débits en route des tronçons aboutissant au nœud 'i'

On a pour notre cas :

$Q_{sp} = 0,001162$ l/s/m

$\sum Li = 23112$ ml.

$$Q_{\max h} = 96,74 \text{ m}^3 / \text{h} = 26,87 \text{ l/s.}$$

III.2.2.5. Calcul hydraulique

Le calcul hydraulique s'effectue en considérant à la fois le débit de pointe et le débit de pointe augmenté du débit d'incendie. Ce calcul doit permettre de vérifier le respect des conditions relatives à la vitesse de l'eau dans les conduites et aux pressions dans le réseau.

a) Condition sur la vitesse

La vitesse de l'eau dans les conduites de distribution doit être comprise entre **0,5 m/s et 2 m/s**.

- Des vitesses inférieures à **0,5 m/s** favorisent la sédimentation de matières solides dans les canalisations, rendant leur évacuation difficile.
- Des vitesses supérieures à **2 m/s** sont généralement admises car elles permettent d'absorber d'éventuelles augmentations de consommation sans dégradation du service pour l'utilisateur.

b) Condition sur la pression

Le réseau de distribution doit respecter les exigences suivantes en matière de pression :

- Une **pression minimale équivalente à 10 mètres de colonne d'eau (mce)** doit être assurée en tout point du réseau afin de garantir un service continu.
- Il convient d'éviter les pressions supérieures à **60 mce**, susceptibles de provoquer des désordres tels que des fuites ou des nuisances sonores dans les installations domestiques.

Si de telles pressions sont constatées, des mesures correctives doivent être envisagées : par exemple, la mise en place d'une **distribution étagée** ou l'installation de **réducteurs de pression** sur le réseau.

c) Conditions spécifiques à la défense incendie

Les conduites destinées à alimenter les dispositifs de lutte contre l'incendie doivent pouvoir délivrer un **débit minimal de 17 l/s**.

Les équipements utilisés par les services d'incendie peuvent être des **bouches d'incendie** (de diamètre 80 à 100 mm) ou des **poteaux d'incendie**.

Il est à noter que ces exigences peuvent être difficiles à respecter dans les petites agglomérations. Cela peut conduire à la pose de conduites de diamètre plus important que

nécessaire pour l'alimentation quotidienne, ce qui peut entraîner des vitesses faibles en fonctionnement normal dans certains tronçons

III.2.2.5.1. Débit en route pour chaque tronçon

Le tableau suivant présente les valeurs des débits routes du réseau

Tableau III.16 : Valeurs des débits en route du réseau à l'horizon 2025

Tronçons	Longueur (m)	Débit en route (l/s)
Tuyau 1	39,82	0,17
Tuyau 2	62,63	8,31
Tuyau 3	88	0,44
Tuyau 4	174,52	0,06
Tuyau 5	106,49	0,1
Tuyau 6	52,7	0,02
Tuyau 7	22,21	0,57
Tuyau 8	286,86	1,54
Tuyau 9	356,21	1,66
Tuyau 10	26,5	0,01
Tuyau 11	126,38	0,71
Tuyau 12	50	0,02
Tuyau 13	53,82	0,02
Tuyau 14	58,42	0,02
Tuyau 15	178,48	0,14
Tuyau 16	81,19	-0,03
Tuyau 17	39,77	-0,01
Tuyau 18	165,01	-0,12
Tuyau 19	8,77	0,53
Tuyau 20	34,42	0,14
Tuyau 21	248,56	0,09
Tuyau 22	307,73	0,11
Tuyau 23	62,32	0,02
Tuyau 47	709,07	14,22

Tuyau 48	447,03	3,1
Tuyau 49	206,37	0,54
Tuyau 50	47,97	0,02
Tuyau 51	93,42	0,32
Tuyau 52	78,74	0,03
Tuyau 53	211,34	0,08
Tuyau 54	38,1	0,34
Tuyau 55	82,14	0,03
Tuyau 56	81,6	0,03
Tuyau 57	80,84	0,03
Tuyau 58	46,57	0,28
Tuyau 59	162,34	0,06
Tuyau 60	162,2	0,06
Tuyau 61	207,69	2,53
Tuyau 62	3,87	-0,15
Tuyau 63	8,7	0,22
Tuyau 64	31,03	-1,66
Tuyau 65	273,87	0,1
Tuyau 66	73,94	0,03
Tuyau 67	42,64	1
Tuyau 68	9,87	2,81
Tuyau 69	226,79	5,32
Tuyau 70	50,23	0,03
Tuyau 71	46,28	0,02
Tuyau 72	22,61	0,01
Tuyau 73	56,91	-0,02
Tuyau 74	40,41	0,08
Tuyau 75	57,71	0,02
Tuyau 76	56,54	0,02
Tuyau 77	4,66	0,65

Tuyau 78	65,08	0,02
Tuyau 79	50,8	0,11
Tuyau 80	59,55	0,31
Tuyau 81	10,68	0,65
Tuyau 82	51,14	0,02
Tuyau 83	44,91	0,39
Tuyau 84	100,54	0,33
Tuyau 85	60,75	0,02
Tuyau 86	25,37	0,07
Tuyau 87	638,29	3,73
Tuyau 88	86,33	1,53
Tuyau 89	204,28	1,34
Tuyau90	137,67	0,05
Tuyau 91	63,78	0,02
Tuyau 92	22,28	0,68
Tuyau 93	21,85	-0,23
Tuyau 94	40,03	0,06
Tuyau 95	44,42	0,74
Tuyau 96	60,31	0,42
Tuyau 97	162,46	0,06
Tuyau 98	120,57	0,12
Tuyau 99	348,26	-0,13
Tuyau100	104,93	0,16
Tuyau101	168,67	0,06
Tuyau102	181,78	0,22
Tuyau103	202,16	0,15
Tuyau104	205,55	0,13
Tuyau105	310,29	0,11
Tuyau106	315,39	0,12
Tuyau107	97,41	0,04

Tuyau108	15,42	-0,24
Tuyau109	41,76	0,93
Tuyau110	55,56	0,05
Tuyau134	215,06	0,08
Tuyau135	38,05	-0,08
Tuyau136	41,76	-0,07
Tuyau137	14,49	0,43
Tuyau138	85,4	0,03
Tuyau139	26,47	0,83
Tuyau140	28,36	-0,25
Tuyau141	32,76	0,13
Tuyau142	215,92	-0,22
Tuyau143	80,17	14,22
Tuyau148	104,47	0,04

La suite de **Tableau III.16**: Valeurs des débits en route du réseau à l'horizon 2025. (Voir l'Annexe III.1)

III.2.2.5.2. Calcul des débits aux nœuds

Le tableau suivant présente les valeurs des débits nodaux du réseau :

Tableau III.17 : Valeurs des débits nodaux du réseau à l'horizon 2025

Nœud	Débit nodal (l/s)	Nœud	Débit nodal (l/s)
1	0,04	44	0,11
2	0,09	46	0,06
3	0,21	48	0,11
4	0,26	51	0,02
5	0,18	52	0,05
6	0,04	55	0,1
7	0,19	56	0,04
8	0,02	57	0,24
9	0,01	58	0,07

10	0,09	60	0,04
11	0,19	61	0,12
12	0,13	62	0,07
13	0,06	63	0,06
14	0,09	64	0,04
15	0,03	66	0,09
16	0,26	67	0,05
17	0,11	68	0,07
18	0,08	69	0,1
19	0,2	70	0,08
20	0,09	73	0,07
21	0,02	74	0,06
22	0,06	76	0,22
23	0,05	77	0,21
24	0,02	79	0,11
25	0,18	80	0,09
26	0,02	81	0,21
27	0,05	82	0,2
28	0,09	84	0,02
30	0,19	85	0,12
31	0,01	86	0,09
32	0,04	87	0,09
39	0,04	88	0,01
41	0,08	110	0,02
42	0,15	117	0,12
43	0,04	118	0,11

Suite de tableau III.17: Valeurs des débits nodaux du réseau à l'horizon 2025

Nœud	Débit nodal (l/s)	Nœud	Débit nodal (l/s)
119	0,04	174	0,25
122	0,12	175	0,06

123	0,11	176	0,02
124	0,14	177	0,14
125	0,15	178	0,17
126	0,1	179	0,05
127	0,22	180	0,07
128	0,03	181	0,21
130	0,11	182	0,15
131	0,04	183	0,1
132	0,04	184	0,18
133	0,05	185	0,21
134	0,08	186	0,12
135	0,02	187	0,03
156	0,03	188	0,06
157	0,02	189	0,16
159	0,06	190	0,17
160	0,05	191	0,06
161	0,03	192	0,06
162	0,09	193	0,13
163	0,04	194	0,02
164	0,01	199	0,08
165	0,03	201	0,07
166	0,29	202	0,18
167	0,02	203	0,15
168	0,05	204	0,04
169	0,29	205	0,05
170	0,05	206	0,12
171	0,02	207	0,07
172	0,01	208	0,13
173	0,02	209	0,02

La suite de **Tableau III.17**: Valeurs des débits nodaux du réseau à l'horizon 2025 (voir

l'Annexe III.2)

❖ **Cas de pointe + incendie horizon actuel**

Dans ce cas, le calcul s'effectue de la même manière que précédemment. Toutefois, il est essentiel de s'assurer que le débit d'incendie fourni par le réservoir, soit 17 l/s, parvienne jusqu'au point le plus défavorable du réseau, à savoir le nœud N43, qui représente le point le plus éloigné et celui ayant la pression la plus faible.

III.2.2.6. Résultats de simulation hydraulique du réseau de distribution existant par le logiciel WATERCAD❖ **Présentation du logiciel**

WaterCAD est un logiciel professionnel développé par **Bentley Systems**, spécialisé dans la **modélisation hydraulique des réseaux d'eau potable**. Il est largement utilisé pour concevoir, analyser et optimiser des systèmes de distribution sous pression.

WaterCAD permet :

- De **simuler le comportement hydraulique** d'un réseau d'eau en régime permanent.
- D'**évaluer les performances** des conduites, réservoirs, pompes et vannes.
- De **vérifier les pressions, les vitesses et les débits** dans toutes les parties du réseau.
- D'**optimiser la conception** de nouveaux réseaux ou la réhabilitation de réseaux existants.
- D'analyser des **scénarios d'urgence**, comme l'ajout de débit incendie ou des coupures de pompes.

WaterCAD permet d'**intégrer directement un plan DWG** (AutoCAD) ou des données géographiques (SIG) pour dessiner le réseau sur une base réelle.

Le tracé peut être réalisé via **AutoCAD**, puis synchronisé avec WaterCAD, sans besoin d'un convertisseur externe (comme EPACAD pour EPANET).

Enfin WaterCAD est un logiciel complet, puissant et professionnel, utilisé par les ingénieurs pour assurer la **fiabilité, l'efficacité et la sécurité des réseaux d'eau potable**. Grâce à son interface conviviale et à ses outils avancés, il constitue un choix privilégié pour les études hydrauliques urbaines et rurales.

❖ Simulation du réseau d'alimentation en eau potable

Après avoir saisi les données nécessaires à la simulation (demande de base, rugosité des conduites diamètre intérieur des conduites, type de conduite), on lance la simulation du réseau et nous obtenons les pressions en chaque nœud et les vitesses des tronçons.

❖ Formule utilisée

La simulation hydraulique du réseau existant est réalisée par le logiciel WaterCAD, en utilisant la méthode et L'équation de Darcy-Weisbach.

III.2.2.6.1. Simulation du réseau d'alimentation en eau potable en cas de pointe à L'horizon 2025

❖ Les pressions aux nœuds

Les résultats de la simulation du réseau actuel en cas de pointe sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau III.18 : La simulation du réseau d'AEP, en cas de pointe à l'horizon 2025

Nœud	Altitude (m)	Débit (l/s)	CP (mce)	Pression (bars)
1	820	0,04	828,21	0,8
2	810,88	0,09	824,79	1,4
3	809,24	0,21	824,37	1,5
4	814,51	0,26	824,84	1
5	809,08	0,18	824,78	1,5
6	804,29	0,04	823,82	1,9
7	816,66	0,19	828,47	1,2
8	815,68	0,02	828,23	1,2
9	813,55	0,01	828,23	1,4
10	818,26	0,09	828,5	1
11	805,28	0,19	823,82	1,8
12	817,41	0,13	828,23	1,1
13	804,52	0,06	823,82	1,9
14	814,53	0,09	828,23	1,3
15	816,26	0,03	828,21	1,2
16	806,97	0,26	824,55	1,7

17	815,79	0,11	828,23	1,2
18	807,17	0,08	824,54	1,7
19	807,23	0,2	824,69	1,7
20	807,28	0,09	824,54	1,7
21	816,48	0,02	828,23	1,1
22	814,11	0,06	828,23	1,4
23	815,14	0,05	828,2	1,3
24	818,63	0,02	828,23	0,9
25	807,04	0,18	824,55	1,7
26	817,69	0,02	828,23	1
27	815,08	0,05	828,23	1,3
28	807,6	0,09	824,54	1,7
30	813,25	0,19	828,2	1,5
31	808,39	0,01	828,18	1,9
32	808,92	0,04	828,18	1,9
39	811,9	0,04	828,19	1,6
41	811,87	0,08	828,19	1,6
42	817,67	0,15	828,24	1
43	819,86	0,04	828,25	0,8
44	818,14	0,11	828,25	1
46	801,08	0,06	824,27	2,3
48	804,1	0,11	824,28	2
51	809,84	0,02	828,18	1,8
52	809,67	0,05	828,18	1,8

Suite de Tableau III.18: La simulation du réseau d'AEP, en cas de pointe à l'horizon 2025

Nœud	Altitude (m)	Débit (l/s)	CP (mce)	Pression (bars)
55	812,45	0,1	828,19	1,5
56	817,72	0,04	828,24	1
57	818,56	0,24	828,31	1
58	812,95	0,07	828,28	1,5

60	809,91	0,04	824,17	1,4
61	809,91	0,12	824,16	1,4
62	810,09	0,07	824,16	1,4
63	809,77	0,06	824,17	1,4
64	812,03	0,04	824,17	1,2
66	809,47	0,09	824,17	1,4
67	808,5	0,05	824,16	1,5
68	807,89	0,07	824,17	1,6
69	808,6	0,1	824,2	1,5
70	808,62	0,08	824,17	1,5
73	808,29	0,07	824,17	1,6
74	807,97	0,06	824,17	1,6
76	807,14	0,22	824,18	1,7
77	806,7	0,21	824,2	1,7
79	822,58	0,11	828,29	0,9
80	816,99	0,09	828,48	1,1
81	811,82	0,21	824,26	1,2
82	807,57	0,2	824,48	1,7
84	813,56	0,02	828,28	1,4
85	814,57	0,12	828,28	1,3
86	819,39	0,09	828,49	0,9
87	819,38	0,09	828,49	0,9
88	818,19	0,01	828,49	1
110	810,68	0,02	828,23	1,7
117	819,23	0,12	828,3	0,9
118	821,43	0,11	828,27	0,7
119	814,61	0,04	828,27	1,3
122	823,81	0,12	828,28	0,9
123	816,05	0,11	828,28	1,2
124	821,14	0,14	847,7	2,6

125	817,33	0,15	828,29	1,1
126	817,24	0,1	828,26	1,1
127	822,09	0,22	847,8	2,5
128	802,32	0,03	824,26	2,1
130	820,63	0,11	847,78	2,7
131	803,08	0,04	824,26	2,1

Suite de Tableau III.18: La simulation du réseau d'AEP, en cas de pointe à l'horizon 2025.

Nœud	Altitude (m)	Débit (l/s)	CP (mce)	Pression (bars)
132	809,34	0,04	828,18	1,8
133	812,17	0,05	828,18	1,6
134	815,87	0,08	828,49	1,2
135	806,65	0,02	828,19	2,1
156	810,46	0,03	828,19	1,7
157	812,29	0,02	828,2	1,6
159	814,46	0,06	828,2	1,3
160	822,98	0,05	847,78	2,4
161	812,05	0,03	828,18	1,6
162	821,03	0,09	847,78	2,6
163	818,81	0,04	847,7	2,8
164	819,69	0,01	847,78	2,7
165	820,67	0,03	847,78	2,7
166	824,09	0,29	847,85	2,3
167	807,11	0,02	828,18	2,1
168	810,74	0,05	828,19	1,7
169	826,16	0,29	847,8	2,1
170	810,47	0,05	828,18	1,7
171	810,89	0,02	828,18	1,7
172	808,65	0,01	828,18	1,9
173	809,28	0,02	828,18	1,9
174	828,94	0,25	847,84	1,8

175	825,65	0,06	847,82	2,2
176	808,42	0,02	828,18	1,9
177	816,69	0,14	828,28	1,1
178	808,19	0,17	824,77	1,6
179	810,78	0,05	828,18	1,7
180	825,65	0,07	847,82	2,2
181	806,91	0,21	824,77	1,7
182	806,79	0,15	824,77	1,8
183	815,58	0,1	828,48	1,3
184	818,04	0,18	828,49	1
185	812,3	0,21	824,78	1,2
186	806,86	0,12	824,77	1,8
187	817,46	0,03	828,26	1,1
188	817,97	0,06	847,78	2,9
189	827,98	0,16	847,82	1,9
190	806,41	0,17	823,93	1,7
191	832,97	0,06	847,88	1,5
192	831,63	0,06	847,82	1,6

Suite de Tableau III.18: La simulation du réseau d'AEP, en cas de pointe à l'horizon 2025.

Nœud	Altitude (m)	Débit (l/s)	CP (mce)	Pression (bars)
193	825,63	0,13	847,78	2,2
194	831,24	0,02	847,83	1,6
199	831,63	0,08	847,84	1,6
201	816,45	0,07	828,23	1,2
202	829,6	0,18	847,82	1,8
203	827,36	0,15	847,99	2
204	825,54	0,04	847,98	2,2
205	821,58	0,05	847,79	2,6
206	824,67	0,12	847,78	2,3
207	821,41	0,07	847,79	2,6

208	832,35	0,13	847,95	1,5
209	820,13	0,02	847,78	2,7

La suite de **Tableau III.18**: La simulation du réseau d'AEP cas de pointe horizon 2025 (voir l'Annexe III.3)

❖ Vitesse d'écoulements

Le tableau suivant donne la simulation du réseau d'AEP de l'ACL Bouaiche en cas de pointe 2025 :

Tableau III.19 : Simulation hydraulique du réseau d'AEP, en cas de pointe à l'horizon 2025

Tronçon	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Rugosité (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	ΔH (mce/km)
Tuyau 1	39,82	90	0,001	0,17	0,03	0
Tuyau 2	62,63	130,8	0,001	8,31	0,62	0,19
Tuyau 3	88	120	0,001	0,44	0,04	0
Tuyau 4	174,52	42,6	0,01	0,06	0,04	0,01
Tuyau 5	106,49	51,4	0,001	0,1	0,05	0,01
Tuyau 6	52,7	90	0,001	0,2	0,01	0,01
Tuyau 7	22,21	90	0,001	0,57	0,09	0,01
Tuyau 8	286,86	96,8	0,01	1,54	0,21	0,18
Tuyau 9	356,21	150	0,1	1,66	0,09	0,03
Tuyau 10	26,5	90	0,001	0,01	0	0
Tuyau 11	126,38	150	0,1	0,71	0,04	0
Tuyau 12	50	90	0,02	0,02	0	0
Tuyau 13	53,82	90	0,001	0,02	0	0
Tuyau 14	58,42	90	0,001	0,02	0	0
Tuyau 15	178,48	90	0,1	0,14	0,02	0
Tuyau 16	81,19	73,6	0,001	-0,03	0,01	0
Tuyau 17	39,77	60	0,001	-0,01	0,01	0
Tuyau 18	165,01	60	0,02	-0,12	0,04	0,01

Suite de Tableau III.19 : Simulation hydraulique du réseau d'AEP, en cas de pointe à l'horizon 2025.

Tronçon	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Rugosité (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	ΔH (mce/km)
Tuyau 19	8,77	73,6	0,001	0,53	0,12	0
Tuyau 20	34,42	51,4	0,01	0,14	0,07	0,01
Tuyau 21	248,56	60	0,02	0,09	0,03	0,01
Tuyau 22	307,73	53,6	0,01	0,11	0,05	0,02
Tuyau 23	62,32	53,6	0,001	0,02	0,01	0
Tuyau 47	709,07	150	0,1	14,22	0,8	3,91
Tuyau 48	447,03	73,6	0,001	3,1	0,73	3,63
Tuyau 49	206,37	73,6	0,001	0,54	0,13	0,08
Tuyau 50	47,97	51,4	0,01	0,02	0,01	0
Tuyau 51	93,42	73,6	0,001	0,32	0,08	0,01
Tuyau 52	78,74	42,6	0,001	0,03	0,02	0
Tuyau 53	211,34	53,6	0,01	0,08	0,03	0,01
Tuyau 54	38,1	51,4	0,001	0,34	0,16	0,03
Tuyau 55	82,14	51,4	0,001	0,03	0,01	0
Tuyau 56	81,6	51,4	0,001	0,03	0,01	0
Tuyau 57	80,84	51,4	0,001	0,03	0,01	0
Tuyau 58	46,57	51,4	0,001	0,28	0,14	0,03
Tuyau 59	162,34	51,4	0,001	0,06	0,03	0,01

Suite de Tableau III.19 : Simulation hydraulique du réseau d'AEP, en cas de pointe à l'horizon 2025.

Tronçon	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Rugosité (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	ΔH (mce/km)
Tuyau 60	162,2	51,4	0,001	0,06	0,03	0,01
Tuyau 61	207,69	130,8	0,001	2,53	0,19	0,07
Tuyau 62	3,87	73,6	0,001	-0,15	0,04	0
Tuyau 63	8,7	73,6	0,001	0,22	0,05	0
Tuyau 64	31,03	130,8	0,001	-1,66	0,12	0,01

Tuyau 65	273,87	60	0,02	0,1	0,04	0,01
Tuyau 66	73,94	51,4	0,001	0,03	0,01	0
Tuyau 67	42,64	150	0,001	1	0,06	0
Tuyau 68	9,87	150	0,02	2,81	0,16	0
Tuyau 69	226,79	163,6	0,001	5,32	0,25	0,1
Tuyau 70	50,23	90	0,001	0,03	0,01	0
Tuyau 71	46,28	90	0,001	0,02	0,02	0
Tuyau 72	22,61	90	0,001	0,01	0,03	0
Tuyau 73	56,91	90	0,01	-0,02	0	0
Tuyau 74	40,41	90	0,001	0,08	0,01	0
Tuyau 75	57,71	90	0,001	0,02	0	0
Tuyau 76	56,54	90	0,01	0,02	0	0
Tuyau 77	162,2	51,4	0,1	0,06	0,03	0,01

Suite de Tableau III.19 : Simulation hydraulique du réseau d'AEP, en cas de pointe à l'horizon 2025.

Tronçon	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Rugosité (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	ΔH (mce/km)
Tuyau 78	65,08	40	0,01	0,02	0,02	0
Tuyau 79	50,8	90	0,001	0,11	0,02	0
Tuyau 80	59,55	90	0,001	0,31	0,05	0
Tuyau 81	10,68	150	0,1	0,65	0,04	0
Tuyau 82	51,14	90	0,01	0,02	0	0
Tuyau 83	44,91	73,6	0,001	0,39	0,09	0,01
Tuyau 84	100,54	63,8	0,01	0,33	0,1	0,03
Tuyau 85	60,75	53,6	0,02	0,02	0,01	0
Tuyau 86	25,37	73,6	0,001	0,07	0,02	0
Tuyau 87	638,29	90	0,001	3,73	0,59	2,72
Tuyau 88	86,33	90	0,001	1,53	0,24	0,07
Tuyau 89	204,28	90	0,001	1,34	0,21	0,14
Tuyau 90	137,67	51,4	0,001	0,05	0,02	0
Tuyau 91	63,78	40,8	0,001	0,02	0,02	0

Tuyau 92	22,28	51,4	0,001	0,68	0,33	0,07
Tuyau 93	21,85	90	0,001	-0,23	0,04	0
Tuyau 94	40,03	90	0,001	0,06	0,01	0
Tuyau 95	44,42	90	0,001	0,74	0,12	0,01
Tuyau 96	60,31	73,6	0,001	0,42	0,1	0,01
Tuyau 97	162,46	40,8	0,001	0,06	0,05	0,01
Tuyau 98	120,57	40,8	0,001	0,12	0,09	0,05
Tuyau 99	348,26	51,4	0,001	-0,13	0,06	0,05
Tuyau100	104,93	90	0,001	0,16	0,03	0
Tuyau101	168,67	73,6	0,001	0,06	0,01	0
Tuyau102	181,78	51,4	0,001	0,22	0,11	0,08
Tuyau103	202,16	53,6	0,01	0,15	0,07	0,03
Tuyau104	205,55	53,6	0,01	0,13	0,06	0,02
Tuyau105	310,29	53,6	0,01	0,11	0,02	0,02

La suite de **Tableau III.19**: Simulation hydraulique du réseau d'AEP, en cas de pointe à l'horizon 2025. (Voir l'Annexe III.4).

Cette figure représente état hydraulique des tronçons et nœuds dans le cas de pointe.

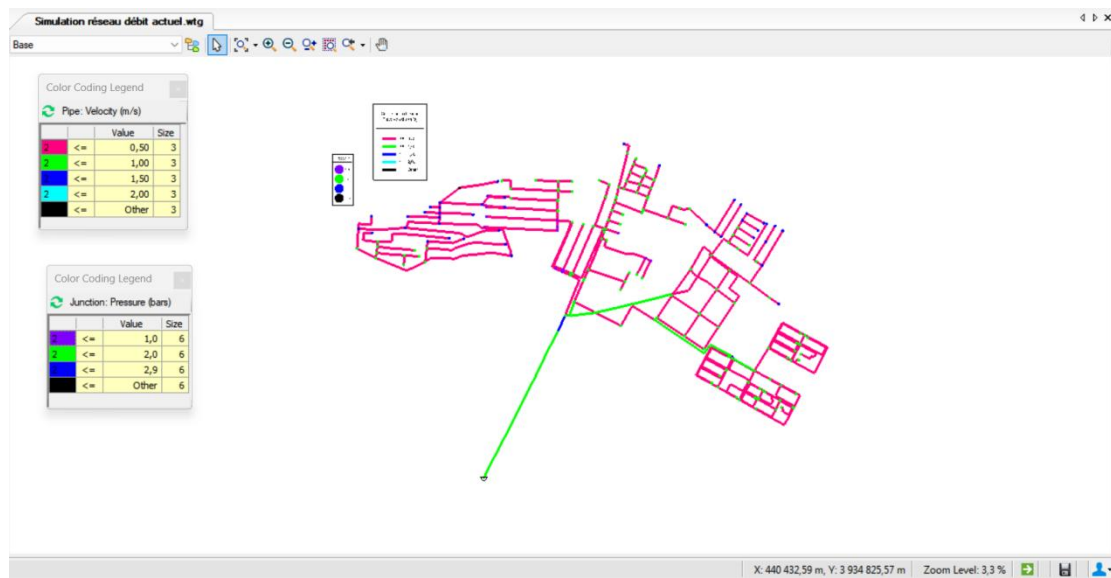


Figure III.28 : Simulation en cas de pointe du réseau d'AEP pour l'horizon 2025

III.2.2.6.2. Simulation du réseau d'alimentation en eau potable en cas de pointe + incendie à L'horizon 2025

❖ Les pressions aux nœuds

Les résultats de la simulation du réseau actuel en cas de pointe et incendie sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau III.20 : La simulation du réseau d'AEP, en cas de pointe + incendie à l'horizon 2025

Nœud	Altitude (m)	Débit (l/s)	CP (mce)	Pression (bars)
1	820	0,04	811,74	Négative
2	810,88	0,09	808,32	Négative
3	809,24	0,21	807,9	Négative
4	814,51	0,26	808,37	Négative
5	809,08	0,18	808,31	Négative
6	804,29	0,04	807,35	Négative
7	816,66	0,19	812	Négative
8	815,68	0,02	811,76	Négative
9	813,55	0,01	811,76	Négative
10	818,26	0,09	809,12	Négative
11	805,28	0,19	807,35	0,2
12	817,41	0,13	811,76	Négative
13	804,52	0,06	807,35	0,3
14	814,53	0,09	811,76	Négative
15	816,26	0,03	811,74	Négative
16	806,97	0,26	808,08	0,1
17	815,79	0,11	811,76	Négative
18	807,17	0,08	808,07	0,1
19	807,23	0,2	808,22	0,1
20	807,28	0,09	808,07	0,1
21	816,48	0,02	811,76	Négative
22	814,11	0,06	811,76	Négative
23	815,14	0,05	811,73	Négative

24	818,63	0,02	811,76	Négative
25	807,04	0,18	808,08	0,1
26	817,69	0,02	811,76	Négative
27	815,08	0,05	811,76	Négative
28	807,6	0,09	808,07	0
30	813,25	0,19	811,73	Négative
31	808,39	0,01	811,71	0,3
32	808,92	0,04	811,71	0,3
39	811,9	0,04	811,71	0
41	811,87	0,08	811,72	0
42	817,67	0,15	811,77	Négative
43	819,86	17,04	560,63	Négative
44	818,14	0,11	581,28	Négative
46	801,08	0,06	807,79	0,7
48	804,1	0,11	807,81	0,4
51	809,84	0,02	811,71	0,2
52	809,67	0,05	811,71	0,2

Suite de Tableau III.20: La simulation du réseau d'AEP, en cas de pointe et incendie à l'horizon 2025.

Nœud	Altitude (m)	Débit (l/s)	CP (mce)	Pression (bars)
55	812,45	0,1	811,72	Négative
56	817,72	0,04	811,77	Négative
57	818,56	0,24	791,48	Négative
58	812,95	0,07	784,75	Négative
60	809,91	0,04	807,69	Négative
61	809,91	0,12	807,69	Négative
62	810,09	0,07	807,69	Négative
63	809,77	0,06	807,7	Négative
64	812,03	0,04	807,69	Négative
66	809,47	0,09	807,7	Négative

67	808,5	0,05	807,69	Négative
68	807,89	0,07	807,7	0
69	808,6	0,1	807,73	Négative
70	808,62	0,08	807,69	Négative
73	808,29	0,07	807,7	Négative
74	807,97	0,06	807,7	0
76	807,14	0,22	807,71	0,1
77	806,7	0,21	807,73	0,1
79	822,58	0,11	791,46	Négative
80	816,99	0,09	808,65	Négative
81	811,82	0,21	807,79	Négative
82	807,57	0,2	808,01	0
84	813,56	0,02	784,75	Négative
85	814,57	0,12	784,75	Négative
86	819,39	0,09	808,66	Négative
87	819,38	0,09	808,67	Négative
88	818,19	0,01	809,09	Négative
110	810,68	0,02	811,76	0,1
117	819,23	0,12	791,48	Négative
118	821,43	0,11	788,16	Négative
119	814,61	0,04	784,74	Négative
122	823,81	0,12	791,45	Négative
123	816,05	0,11	784,75	Négative
124	821,14	0,14	847,7	2,6
125	817,33	0,15	788,18	Négative
126	817,24	0,1	784,73	Négative
127	822,09	0,22	847,8	2,5
128	802,32	0,03	807,79	0,5
130	820,63	0,11	847,78	2,7
131	803,08	0,04	807,79	0,5

Suite de Tableau III.20: La simulation du réseau d'AEP, en cas de pointe et incendie à l'horizon 2025.

Nœud	Altitude (m)	Débit (l/s)	CP (mce)	Pression (bars)
132	809,34	0,04	811,71	0,2
133	812,17	0,05	811,71	0
134	815,87	0,08	808,66	Négative
135	806,65	0,02	811,72	0,5
156	810,46	0,03	811,72	0,1
157	812,29	0,02	811,73	Négative
159	814,46	0,06	811,73	Négative
160	822,98	0,05	847,78	2,4
161	812,05	0,03	811,71	0
162	821,03	0,09	847,78	2,6
163	818,81	0,04	847,7	2,8
164	819,69	0,01	847,78	2,7
165	820,67	0,03	847,78	2,7
166	824,09	0,29	847,85	2,3
167	807,11	0,02	811,71	0,5
168	810,74	0,05	811,71	0,1
169	826,16	0,29	847,8	2,1
170	810,47	0,05	811,71	0,1
171	810,89	0,02	811,71	0,1
172	808,65	0,01	811,71	0,3
173	809,28	0,02	811,71	0,2
174	828,94	0,25	847,84	1,8
175	825,65	0,06	847,82	2,2
176	808,42	0,02	811,71	0,3
177	816,69	0,14	811,81	Négative
178	808,19	0,17	808,3	0
179	810,78	0,05	811,71	0,1

180	825,65	0,07	847,82	2,2
181	806,91	0,21	808,3	0,1
182	806,79	0,15	808,3	0,1
183	815,58	0,1	809,08	Négative
184	818,04	0,18	809,09	Négative
185	812,3	0,21	808,31	Négative
186	806,86	0,12	808,3	0,1
187	817,46	0,03	784,73	Négative
188	817,97	0,06	847,78	2,9
189	827,98	0,16	847,82	1,9
190	806,41	0,17	807,46	0,1
191	832,97	0,06	847,88	1,5
192	831,63	0,06	847,82	1,6

Suite de Tableau III.20: La simulation du réseau d'AEP, en cas de pointe et incendie à l'horizon 2025.

Nœud	Altitude (m)	Débit (l/s)	CP (mce)	Pression (bars)
193	825,63	0,13	847,78	2,2
194	831,24	0,02	847,83	1,6
199	831,63	0,08	847,84	1,6
201	816,45	0,07	811,76	Négative
202	829,6	0,18	847,82	1,8
203	827,36	0,15	847,99	2
204	825,54	0,04	847,98	2,2
205	821,58	0,05	847,79	2,6
206	824,67	0,12	847,78	2,3
207	821,41	0,07	847,79	2,6
208	832,35	0,13	847,95	1,5
209	820,13	0,02	847,78	2,7

La suite de **Tableau III.20:** La simulation du réseau d'AEP cas de pointe et incendie pour l'horizon 2025 (voir l'Annexe III.5).

❖ Vitesse d'écoulements

Le tableau suivant donne la simulation du réseau d'AEP de l'ACL Bouaiche en cas de pointe+incendie à l'horizon actuel :

Tableau III.21 : Simulation hydraulique du réseau d'AEP, en cas de Pointe+Incendie à l'horizon 2025

Tronçon	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Rugosité (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	ΔH (mce/km)
Tuyau 1	39,82	90	0,001	0,17	0,03	0
Tuyau 2	62,63	130,8	0,001	8,31	0,62	0
Tuyau 3	88	120	0,001	0,44	0,04	0
Tuyau 4	174,52	42,6	0,01	0,06	0,04	0
Tuyau 5	106,49	51,4	0,001	0,1	0,05	0
Tuyau 6	52,7	90	0,001	0,02	0	0
Tuyau 7	22,21	90	0,001	0,57	0,09	0
Tuyau 8	286,86	96,8	0,01	18,54	2,52	0
Tuyau 9	356,21	150	0,1	1,66	0,09	0
Tuyau 10	26,5	90	0,001	0,01	0	0
Tuyau 11	126,38	150	0,1	0,71	0,04	0
Tuyau 12	50	90	0,02	0,02	0	0
Tuyau 13	53,82	90	0,001	0,02	0	0
Tuyau 14	58,42	90	0,001	0,02	0	0,02
Tuyau 15	178,48	90	0,1	0,14	0,02	0
Tuyau 16	81,19	73,6	0,001	-0,03	0,01	0
Tuyau 17	39,77	60	0,001	-0,01	0,01	0
Tuyau 18	165,01	60	0,02	-0,12	0,04	0

Suite de Tableau III.21: Simulation hydraulique du réseau d'AEP, en cas de pointe+incendie à l'horizon 2025.

Tronçon	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Rugosité (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	ΔH (mce/km)
Tuyau 19	8,77	73,6	0,001	1,86	0,44	0
Tuyau 20	34,42	51,4	0,01	1,47	0,71	0
Tuyau 21	248,56	60	0,02	0,09	0,03	0,01
Tuyau 22	307,73	53,6	0,01	0,11	0,05	0,37
Tuyau 23	62,32	53,6	0,001	0,02	0,01	0,55
Tuyau 47	709,07	150	0,1	31,22	1,77	0
Tuyau 48	447,03	73,6	0,001	3,1	0,73	0,02
Tuyau 49	206,37	73,6	0,001	0,54	0,13	0
Tuyau 50	47,97	51,4	0,01	0,02	0,01	0
Tuyau 51	93,42	73,6	0,001	0,32	0,08	0
Tuyau 52	78,74	42,6	0,001	0,03	0,02	0,07
Tuyau 53	211,34	53,6	0,01	0,08	0,03	0
Tuyau 54	38,1	51,4	0,001	0,34	0,16	0
Tuyau 55	82,14	51,4	0,001	0,03	0,01	0
Tuyau 56	81,6	51,4	0,001	0,03	0,01	0
Tuyau 57	80,84	51,4	0,001	0,03	0,01	0,01
Tuyau 58	46,57	51,4	0,001	0,28	0,14	0
Tuyau 59	162,34	51,4	0,001	0,06	0,03	0,05

Suite de Tableau III.21: Simulation hydraulique du réseau d'AEP, en cas de pointe+incendie à l'horizon 2025.

Tronçon	Longueur(m)	Diameter (mm)	Rugosité (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	ΔH (mce/km)
Tuyau 60	162,2	51,4	0,001	0,06	0,03	0
Tuyau 61	207,69	130,8	0,001	19,53	1,45	0
Tuyau 62	3,87	73,6	0,001	-1,48	0,35	0
Tuyau 63	8,7	73,6	0,001	-1,11	0,26	0
Tuyau 64	31,03	130,8	0,001	-18,66	1,39	0

Tuyau 65	273,87	60	0,02	0,1	0,04	0,01
Tuyau 66	73,94	51,4	0,001	0,03	0,01	0
Tuyau 67	42,64	150	0,001	1	0,06	0,01
Tuyau 68	9,87	150	0,02	2,81	0,16	0,01
Tuyau 69	226,79	163,6	0,001	5,32	0,25	0,01
Tuyau 70	50,23	90	0,001	0,02	0	0
Tuyau 71	46,28	90	0,001	0,02	0	0
Tuyau 72	22,61	90	0,001	0,01	0	0
Tuyau 73	56,91	90	0,01	-0,02	0	0,01
Tuyau 74	40,41	90	0,001	0,09	0,01	0
Tuyau 75	57,71	90	0,001	0,02	0	0,02
Tuyau 76	56,54	90	0,01	0,02	0	0
Tuyau 77	4,66	120	0,1	0,65	0,06	0,01

Suite de Tableau III.21 : Simulation hydraulique du réseau d'AEP, en cas de pointe+incendie à l'horizon 2025 (Annex III.6).

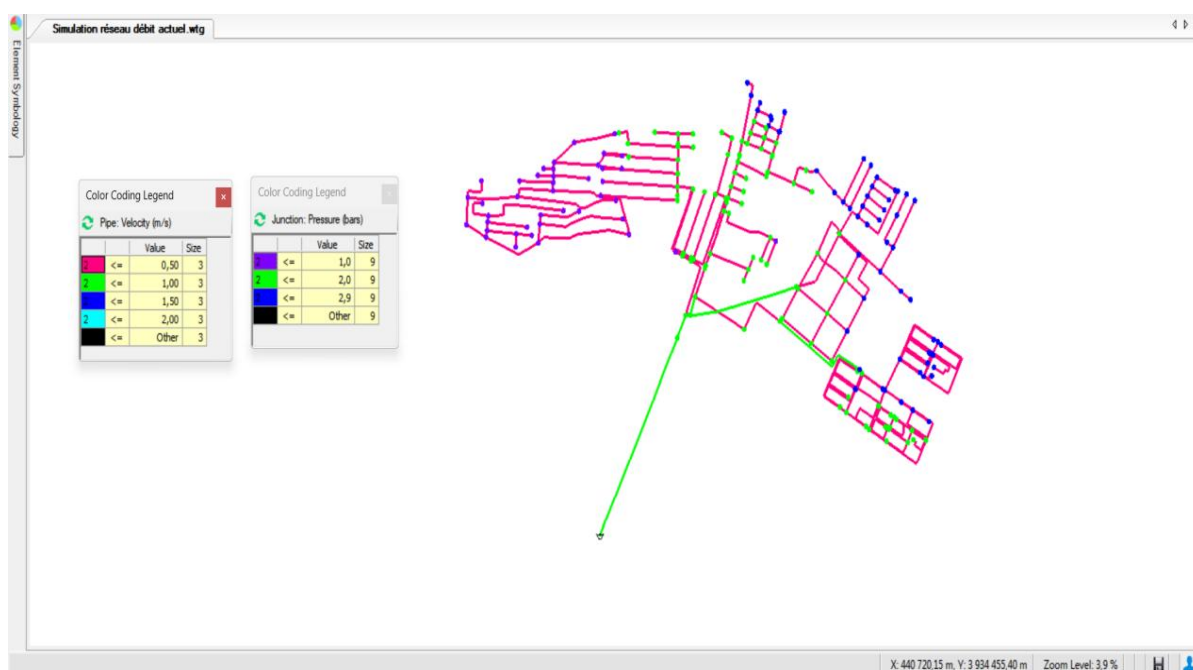


Figure III.29 : Simulation hydraulique. Cas de pointe+incendie du réseau d'AEP 2025

❖ Interprétation des résultats de simulation du réseau existant pour l'horizon actuel

Pression aux nœuds

Nous présentons dans le tableau suivant la synthèse des pressions aux nœuds après simulation du réseau existant de la situation actuelle :

Tableau III.22 : Synthèse des pressions aux nœuds réseau existant « situation actuelle 2025 cas de pointe ».

Intervalle des pression	Nb Nœuds	Pourcentage (%)
Dépressions $P \leq 0$ bars	0	0
$0 < P < 1,5$ bars	105	50
$1,5 \text{ bars} \leq P \leq 3 \text{ bars}$	100	49
$3 \text{ bars} < P \leq 5 \text{ bars}$	1	1
$P > 5 \text{ bars}$	0	0
Total	206	100

Vitesse d'écoulements

Nous présentons dans le tableau suivant la synthèse des vitesses d'écoulements aux niveaux des tronçons après simulation du réseau existant de la situation actuelle :

Tableau III.23 : Synthèse des vitesses d'écoulements du réseau existant « situation actuelle 2025 »

Intervalle des vitesses	Nombre des tronçons	Linéaire des tronçons	Pourcentage (%)
$V < 0,5 \text{ m/s}$	204	20067	89
$0,5 \text{ m/s} \leq V \leq 1,5 \text{ m/s}$	9	2337	11
$1,5 < V \leq 3$	0	0	0,00
$V > 3$	0	0	0,00
Total	222	23112	100,00

- Les pressions aux nœuds sont satisfaisantes sur 49 % du réseau
- Les pressions aux nœuds sont faibles dans la majorité du réseau soit un taux de 50%,
- Nous avons enregistré un faible taux des fortes pressions « 1% »
- Par contre nous avons constatés que les vitesses sont faibles sur la majorité des tronçons du réseau soit un taux de 89%.

Le réseau est déjà dans un état de performance **limite**. Une simulation à moyen terme est indispensable pour anticiper sa **durée de vie résiduelle**, mais les données actuelles laissent penser qu'il sera **sous-performant dans moins de 5 à 10 ans sans intervention**.

III.2.2.6.3. Simulation du réseau d'alimentation en eau potable en cas de pointe à l'horizon 2045 (moyen terme)

On a :

- $Q_{sp} = 0,00170 \text{ l/s/m}$
- $\sum L_i = 23112 \text{ ml.}$
- $Q_{maxh} = 142,24 \text{ m}^3/\text{h} = 39,5 \text{ l/s.}$

❖ Débit en route pour chaque tronçon

Le tableau suivant présente les valeurs des débits routes du réseau :

Tableau III.24 : Valeurs des débits en route du réseau à l'horizon 2045

Tronçons	Longueur (m)	Débit en route (l/s)
Tuyau 1	39,82	0,35
Tuyau 2	62,63	0,1
Tuyau 3	88	0,93
Tuyau 4	174,52	0,14
Tuyau 5	106,49	0,21
Tuyau 6	52,7	0,04
Tuyau 7	22,21	1,2
Tuyau 8	286,86	3,26
Tuyau 9	356,21	3,52
Tuyau 10	26,5	0,02

Tuyau 11	126,38	1,49
Tuyau 12	50	0,04
Tuyau 13	53,82	0,04
Tuyau 14	58,42	0,05
Tuyau 15	178,48	0,3
Tuyau 16	81,19	-0,06
Tuyau 17	39,77	-0,03
Tuyau 18	165,01	-0,26
Tuyau 19	8,77	1,11
Tuyau 20	34,42	0,29
Tuyau 21	248,56	0,19
Tuyau 22	307,73	0,24
Tuyau 23	62,32	0,05
Tuyau 47	709,07	31,1
Tuyau 48	447,03	6,58
Tuyau 49	206,37	1,15
Tuyau 50	47,97	0,04
Tuyau 51	93,42	0,68
Tuyau 52	78,74	0,06
Tuyau 53	211,34	0,16
Tuyau 54	38,1	0,71
Tuyau 55	82,14	0,06
Tuyau 56	81,6	0,06
Tuyau 57	80,84	0,06
Tuyau 58	46,57	0,59
Tuyau 59	162,34	0,13
Tuyau 60	162,2	0,13
Tuyau 61	207,69	5,35
Tuyau 62	3,87	-0,32

Suite de tableau III.24: Valeurs des débits en route du réseau à l'horizon 2045.

Tronçons	Longueur (m)	Débit en route (l/s)
Tuyau 63	8,7	0,47
Tuyau 64	31,03	-3,51
Tuyau 65	273,87	0,21
Tuyau 66	73,94	0,06
Tuyau 67	42,64	2,29
Tuyau 68	9,87	6,13
Tuyau 69	226,79	10,85
Tuyau 70	50,23	0,06
Tuyau 71	46,28	0,04
Tuyau 72	22,61	0,02
Tuyau 73	56,91	-0,04
Tuyau 74	40,41	0,17
Tuyau 75	57,71	0,04
Tuyau 76	56,54	0,04
Tuyau 77	4,66	1,38
Tuyau 78	65,08	0,05
Tuyau 79	50,8	0,25
Tuyau 80	59,55	0,66
Tuyau 81	10,68	1,39
Tuyau 82	51,14	0,04

Suite de tableau III.24: Valeurs des débits en route du réseau à l'horizon 2045.

Tronçons	Longueur (m)	Débit en route (l/s)
Tuyau 83	44,91	0,82
Tuyau 84	100,54	0,71
Tuyau 85	60,75	0,05
Tuyau 86	25,37	0,15
Tuyau 87	638,29	8,4
Tuyau 88	86,33	3,24

Tuyau 89	204,28	2,84
Tuyau90	137,67	0,11
Tuyau 91	63,78	0,05
Tuyau 92	22,28	1,43
Tuyau 93	21,85	-0,65
Tuyau 94	40,03	0,13
Tuyau 95	44,42	1,58
Tuyau 96	60,31	0,89
Tuyau 97	162,46	0,13
Tuyau 98	120,57	0,26
Tuyau 99	348,26	-0,27
Tuyau100	104,93	0,34
Tuyau101	168,67	0,13
Tuyau102	181,78	0,47
Tuyau103	202,16	0,32
Tuyau104	205,55	0,27
Tuyau105	310,29	0,24
Tuyau106	315,39	0,25
Tuyau107	97,41	0,08
Tuyau108	15,42	-0,5
Tuyau109	41,76	1,97
Tuyau110	55,56	0,11
Tuyau134	215,06	0,17
Tuyau135	38,05	-0,16
Tuyau136	41,76	-0,14
Tuyau137	14,49	0,92
Tuyau138	85,4	0,07
Tuyau139	26,47	1,76
Tuyau140	28,36	-0,54
Tuyau141	32,76	0,27

Tuyau142	215,92	-0,46
Tuyau143	80,17	29,93
Tuyau148	104,47	0,08

La suite de **Tableau III.24**: Valeurs des débits en route du réseau à l'horizon 2045. (Voir l'Annexe III.7).

❖ Calcul des débits aux nœuds

Le tableau suivant présente les valeurs des débits nodaux du réseau :

Tableau III.25 : Valeurs des débits nodaux du réseau à l'horizon 2045

Nœud	Débit nodal (l/s)	Nœud	Débit nodal (l/s)
1	0,08	44	0,24
2	0,2	46	0,14
3	0,45	48	0,23
4	0,56	51	0,04
5	0,38	52	0,1
6	0,09	55	0,22
7	0,41	56	0,08
8	0,03	57	0,52
9	0,03	58	0,15
10	0,2	60	0,08
11	0,41	61	0,26
12	0,28	62	0,14
13	0,13	63	0,13
14	0,19	64	0,09
15	0,06	66	0,19
16	0,56	67	0,1
17	0,23	68	0,15
18	0,18	69	0,17
19	0,42	70	0,12
20	0,2	73	0,15
21	0,04	74	0,12

22	0,12	76	0,46
23	0,11	77	0,44
24	0,05	79	0,24
25	0,11	80	0,19
26	0,04	81	0,39
27	0,11	82	0,42
28	0,18	84	0,05
30	0,39	85	0,25
31	0,02	86	0,2
32	0,09	87	0,19
39	0,09	88	0,01
41	0,17	110	0,04
42	0,32	117	0,26
43	0,08	118	0,24

Suite de tableau III.25: Valeurs des débits nodaux du réseau à l'horizon 2045.

Nœud	Débit nodal (l/s)	Nœud	Débit nodal (l/s)
44	0,24	88	0,01
46	0,14	110	0,04
48	0,23	117	0,26
51	0,04	118	0,24
52	0,1	119	0,08
55	0,22	122	0,25
56	0,08	123	0,22
57	0,52	124	0,31
58	0,15	125	0,31
60	0,08	126	0,22
61	0,26	127	0,46
62	0,14	128	0,07
63	0,13	130	0,24
64	0,09	131	0,09

66	0,19	132	0,09
67	0,1	133	0,12
68	0,15	134	0,17
69	0,17	135	0,04
70	0,12	156	0,06
73	0,15	157	0,04
74	0,12	159	0,13
76	0,46	160	0,11
77	0,44	161	0,07
79	0,24	162	0,2
80	0,19	163	0,09
81	0,39	164	0,03
82	0,42	165	0,07
84	0,05	166	0,61
85	0,25	167	0,05
86	0,2	168	0,1
87	0,19	169	0,61

La suite de **Tableau III.25** : Valeurs des débits nodaux du réseau à l'horizon 2045 (voir l'Annexe III.8)

❖ Cas de pointe + incendie horizon 2045

Dans ce cas, le calcul s'effectue de la même manière que précédemment. Toutefois, il est essentiel de s'assurer que le débit d'incendie fourni par le réservoir, soit 17 l/s, parvienne jusqu'au point le plus défavorable du réseau, à savoir le nœud N43, qui représente le point le plus éloigné et celui ayant la pression la plus faible.

III.2.2.6.4. Simulation du réseau d'alimentation en eau potable en cas de pointe + incendie à l'horizon 2045 (moyen terme)

A) Cas pointe

Les pressions aux nœuds

Les résultats de la simulation du réseau à moyen terme en cas de pointe sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau III.26 : La simulation du réseau d'AEP, en cas de pointe à l'horizon 2045

Nœud	Altitude (m)	Débit (l/s)	CP (mce)	Pression (bars)
1	820	0,08	811,05	Négative
2	810,88	0,2	797,34	Négative
3	809,24	0,45	795,69	Négative
4	814,51	0,56	797,5	Négative
5	809,08	0,38	797,27	Négative
6	804,29	0,09	794,63	Négative
7	816,66	0,41	812,04	Négative
8	815,68	0,03	811,08	Négative
9	813,55	0,03	811,08	Négative
10	818,26	0,2	812,17	Négative
11	805,28	0,41	794,63	Négative
12	817,41	0,28	811,13	Négative
13	804,52	0,13	794,62	Négative
14	814,53	0,19	811,08	Négative
15	816,26	0,06	811,05	Négative
16	806,97	0,56	797,46	Négative
17	815,79	0,23	811,11	Négative
18	807,17	0,18	797,43	Négative
19	807,23	0,42	797,95	Négative
20	807,28	0,2	797,42	Négative
21	816,48	0,04	811,1	Négative
22	814,11	0,12	811,1	Négative
23	815,14	0,11	810,99	Négative
24	818,63	0,05	811,11	Négative
25	807,04	0,11	797,47	Négative
26	817,69	0,04	811,1	Négative
27	815,08	0,11	811,1	Négative
28	807,6	0,18	797,43	Négative

30	813,25	0,39	811	Négative
31	808,39	0,02	810,93	Négative
32	808,92	0,09	810,93	Négative
39	811,9	0,09	810,93	Négative
41	811,87	0,17	810,95	Négative
42	817,67	0,32	811,14	Négative
43	819,86	0,08	811,23	Négative
44	818,14	0,24	811,23	Négative
46	801,08	0,14	795,28	Négative
48	804,1	0,23	795,36	Négative
51	809,84	0,04	810,93	0,1
52	809,67	0,1	810,93	0,1

Suite de Tableau III.26: La simulation du réseau d'AEP, en cas de pointe à l'horizon 2045.

Nœud	Altitude (m)	Débit (l/s)	CP (mce)	Pression (bars)
55	812,45	0,22	810,97	Négative
56	817,72	0,08	811,15	Négative
57	818,56	0,52	811,45	Négative
58	812,95	0,15	811,33	Négative
60	809,91	0,08	795,99	Négative
61	809,91	0,26	795,99	Négative
62	810,09	0,14	795,98	Négative
63	809,77	0,13	795,99	Négative
64	812,03	0,09	795,99	Négative
66	809,47	0,19	795,99	Négative
67	808,5	0,1	795,99	Négative
68	807,89	0,15	796	Négative
69	808,6	0,17	796,11	Négative
70	808,62	0,12	796	Négative
73	808,29	0,15	796,02	Négative
74	807,97	0,12	796	Négative

76	807,14	0,46	796,03	Négative
77	806,7	0,44	796,12	Négative
79	822,58	0,24	811,33	Négative
80	816,99	0,19	812,09	Négative
81	811,82	0,39	796,34	Négative
82	807,57	0,42	797,18	Négative
84	813,56	0,05	811,35	Négative
85	814,57	0,25	811,35	Négative
86	819,39	0,2	812,14	Négative
87	819,38	0,19	812,14	Négative
88	818,19	0,01	812,16	Négative
110	810,68	0,04	811,1	Négative
117	819,23	0,26	811,43	Négative
118	821,43	0,24	811,27	Négative
119	814,61	0,08	811,33	Négative
122	823,81	0,25	811,29	Négative
123	816,05	0,22	811,36	Négative
124	821,14	0,31	837,3	1,6
125	817,33	0,31	811,4	Négative
126	817,24	0,22	811,24	Négative
127	822,09	0,46	837,65	Négative
128	802,32	0,07	795,27	Négative
130	820,63	0,24	837,59	1,7
131	803,08	0,09	795,28	Négative

Suite de Tableau III.26: La simulation du réseau d'AEP, en cas de pointe à l'horizon 2045.

Nœud	Altitude (m)	Débit (l/s)	CP (mce)	Pression (bars)
132	809,34	0,09	810,92	0,2
133	812,17	0,12	810,92	Négative
134	815,87	0,17	812,13	Négative
135	806,65	0,04	810,95	0,4

156	810,46	0,06	810,97	0
157	812,29	0,04	810,99	Négative
159	814,46	0,13	810,99	Négative
160	822,98	0,11	837,6	1,4
161	812,05	0,07	810,92	Négative
162	821,03	0,2	837,61	1,6
163	818,81	0,09	837,29	1,8
164	819,69	0,03	837,59	1,8
165	820,67	0,07	837,6	1,7
166	824,09	0,61	837,86	1,3
167	807,11	0,05	810,91	0,4
168	810,74	0,1	810,93	0
169	826,16	0,61	837,68	1,1
170	810,47	0,1	810,92	0
171	810,89	0,04	810,93	0
172	808,65	0,02	810,92	0,2
173	809,28	0,04	810,92	0,2
174	828,94	0,53	837,81	0,9
175	825,65	0,13	837,74	1,2
176	808,42	0,04	810,93	0,2
177	816,69	0,3	811,32	-0,5
178	808,19	0,36	797,25	Négative
179	810,78	0,1	810,92	0
180	825,65	0,15	837,76	1,2
181	806,91	0,45	797,24	Négative
182	806,79	0,33	797,25	Négative
183	815,58	0,21	812,1	Négative
184	818,04	0,39	812,16	Négative
185	812,3	0,44	797,27	Négative
186	806,86	0,26	797,25	Négative

187	817,46	0,06	811,24	Négative
188	817,97	0,13	837,58	1,9
189	827,98	0,34	837,76	1
190	806,41	0,36	795,05	Négative
191	832,97	0,13	837,98	0,5
192	831,63	0,13	837,72	0,6

Suite de Tableau III.26: La simulation du réseau d'AEP, en cas de pointe à l'horizon 2045.

Nœud	Altitude (m)	Débit (l/s)	CP (mce)	Pression (bars)
193	825,63	0,27	837,55	1,2
194	831,24	0,05	837,77	0,6
199	831,63	0,16	837,8	0,6
201	816,45	0,15	811,11	Négative
202	829,6	0,38	837,73	0,8
203	827,36	0,31	838,39	1,1
204	825,54	0,09	838,38	1,3
205	821,58	0,11	837,61	1,6
206	824,67	0,26	837,53	1,3
207	821,41	0,14	837,63	1,6
208	832,35	0,27	838,24	0,6
209	820,13	0,05	837,6	1,7

La suite de **Tableau III.26:** La simulation du réseau d'AEP cas de pointe horizon 2045 (voir l'Annexe III.9).

❖ Vitesse d'écoulement

Le tableau suivant donne la simulation du réseau d'AEP de l'ACL Bouaiche en cas de pointe 2045 :

Tableau III.27 : Simulation hydraulique du réseau d'AEP, en cas de pointe à l'horizon 2045

Tronçon	Longueur (m)	Diameter (mm)	Rugosité (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	ΔH (mce/km)
Tuyau 1	39,82	90	0,001	0,35	0,06	0
Tuyau 2	62,63	130,8	0,001	17,36	1,29	0,012
Tuyau 3	88	120	0,001	0,93	0,08	0
Tuyau 4	174,52	42,6	0,01	0,14	0,1	0
Tuyau 5	106,49	51,4	0,001	0,21	0,1	0
Tuyau 6	52,7	90	0,001	0,04	0,01	0
Tuyau 7	22,21	90	0,001	1,2	0,19	0,001
Tuyau 8	286,86	96,8	0,01	3,26	0,44	0,002
Tuyau 9	356,21	150	0,1	3,52	0,2	0
Tuyau 10	26,5	90	0,001	0,02	0	0
Tuyau 11	126,38	150	0,1	1,49	0,08	0
Tuyau 12	50	90	0,02	0,04	0,01	0
Tuyau 13	53,82	90	0,001	0,04	0,01	0
Tuyau 14	58,42	90	0,001	0,05	0,01	0
Tuyau 15	178,48	90	0,1	0,3	0,05	0
Tuyau 16	81,19	73,6	0,001	-0,06	0,01	0
Tuyau 17	39,77	60	0,001	-0,03	0,01	0
Tuyau 18	165,01	60	0,02	-0,26	0,09	0

Suite de Tableau III.27 : Simulation hydraulique du réseau d'AEP, en cas de pointe à l'horizon 2045.

Tronçon	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Rugosité (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	ΔH (mce/km)
Tuyau 19	8,77	73,6	0,001	1,11	0,26	0,001
Tuyau 20	34,42	51,4	0,01	0,29	0,14	0,001

Tuyau 21	248,56	60	0,02	0,19	0,07	0
Tuyau 22	307,73	53,6	0,01	0,24	0,11	0
Tuyau 23	62,32	53,6	0,001	0,05	0,02	0
Tuyau 47	709,07	150	0,1	31,1	1,76	0,026
Tuyau 48	447,03	73,6	0,001	6,58	1,55	0,033
Tuyau 49	206,37	73,6	0,001	1,15	0,27	0,001
Tuyau 50	47,97	51,4	0,01	0,04	0,02	0
Tuyau 51	93,42	73,6	0,001	0,68	0,16	0,001
Tuyau 52	78,74	42,6	0,001	0,06	0,04	0
Tuyau 53	211,34	53,6	0,01	0,16	0,07	0
Tuyau 54	38,1	51,4	0,001	0,71	0,34	0,003
Tuyau 55	82,14	51,4	0,001	0,06	0,03	0
Tuyau 56	81,6	51,4	0,001	0,06	0,03	0
Tuyau 57	80,84	51,4	0,001	0,06	0,03	0
Tuyau 58	46,57	51,4	0,001	0,59	0,29	0,002
Tuyau 59	162,34	51,4	0,001	0,13	0,06	0

Suite de Tableau III.27 : Simulation hydraulique du réseau d'AEP, en cas de pointe à l'horizon 2045.

Tronçon	Longueur(m)	Diamètre (mm)	Rugosité (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	ΔH (mce/km)
Tuyau 60	162,2	51,4	0,001	0,13	0,06	0
Tuyau 61	207,69	130,8	0,001	5,35	0,4	0,001
Tuyau 62	3,87	73,6	0,001	-0,32	0,07	0
Tuyau 63	8,7	73,6	0,001	0,47	0,11	0
Tuyau 64	31,03	130,8	0,001	-3,51	0,26	0,001
Tuyau 65	273,87	60	0,02	0,21	0,08	0
Tuyau 66	73,94	51,4	0,001	0,06	0,03	0
Tuyau 67	42,64	150	0,001	2,29	0,13	0
Tuyau 68	9,87	150	0,02	6,13	0,35	0,001
Tuyau 69	226,79	163,6	0,001	10,85	0,52	0,002
Tuyau 70	50,23	90	0,001	0,06	0,01	0

Tuyau 71	46,28	90	0,001	0,04	0,01	0
Tuyau 72	22,61	90	0,001	0,02	0	0
Tuyau 73	56,91	90	0,01	-0,04	0,01	0
Tuyau 74	40,41	90	0,001	0,17	0,03	0
Tuyau 75	57,71	90	0,001	0,04	0,01	0
Tuyau 76	56,54	90	0,01	0,04	0,01	0
Tuyau 77	4,66	120	0,1	1,38	0,12	0

Suite de Tableau III.27 : Simulation hydraulique du réseau d'AEP, en cas de pointe à l'horizon 2045.

Tronçon	Longueur(m)	Diamètre (mm)	Rugosité (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	ΔH (mce/km)
Tuyau 78	65,08	40	0,01	0,05	0,04	0
Tuyau 79	50,8	90	0,001	0,25	0,04	0
Tuyau 80	59,55	90	0,001	0,66	0,1	0
Tuyau 81	10,68	150	0,1	1,39	0,08	0
Tuyau 82	51,14	90	0,01	0,04	0,01	0
Tuyau 83	44,91	73,6	0,001	0,82	0,19	0,001
Tuyau 84	100,54	63,8	0,01	0,71	0,22	0,001
Tuyau 85	60,75	53,6	0,02	0,05	0,02	0
Tuyau 86	25,37	73,6	0,001	0,15	0,04	0
Tuyau 87	638,29	90	0,001	8,4	1,32	0,019
Tuyau 88	86,33	90	0,001	3,24	0,51	0,003
Tuyau 89	204,28	90	0,001	2,84	0,45	0,003
Tuyau 90	137,67	51,4	0,001	0,11	0,05	0
Tuyau 91	63,78	40,8	0,001	0,05	0,04	0
Tuyau 92	22,28	51,4	0,001	1,43	0,69	0,011
Tuyau 93	21,85	90	0,001	-0,65	0,1	0
Tuyau 94	40,03	90	0,001	0,13	0,02	0
Tuyau 95	44,42	90	0,001	1,58	0,25	0,001

La suite de **Tableau III.27**: Simulation hydraulique du réseau d'AEP, en cas de pointe à l'horizon 2045. (Voir l'Annexe III.10).

Cette figure représente l'état hydraulique des tronçons et nœuds dans le cas de pointe à l'horizon 2045.

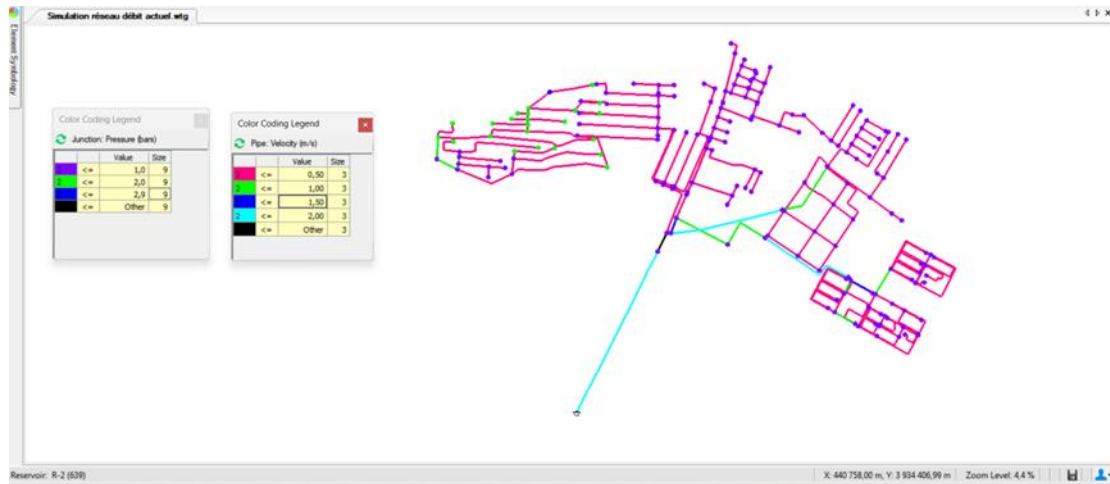


Figure III.30 : Simulation hydraulique cas de pointe du réseau d'AEP 2045

B) Cas de pointe+incendie

❖ Les pressions aux nœuds

Les résultats de la simulation du réseau à moyen terme en cas de pointe+incendie sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau III.28 : La simulation du réseau d'AEP, en cas de pointe et incendie à l'horizon 2045

Nœud	Altitude (m)	Débit (l/s)	CP (mce)	Pression (bars)
1	820	0,08	782,85	Négative
2	810,68	0,2	769,14	Négative
3	811,51	0,45	767,49	Négative
4	802,12	0,56	769,3	Négative
5	814,15	0,38	769,07	Négative
6	805,33	0,09	766,43	Négative
7	814,69	0,41	783,84	Négative
8	802,75	0,03	782,88	Négative
9	812,29	0,03	782,88	Négative
10	810,88	0,2	780,41	Négative
11	809,24	0,41	766,43	Négative

12	815,68	0,28	782,93	Négative
13	806,97	0,13	766,42	Négative
14	815,14	0,19	782,88	Négative
15	818,63	0,06	782,85	Négative
16	807,6	0,56	769,26	Négative
17	809,84	0,23	782,91	Négative
18	809,47	0,18	769,23	Négative
19	811,82	0,42	769,75	Négative
20	819,23	0,2	769,22	Négative
21	820,63	0,04	782,9	Négative
22	812,05	0,12	782,9	Négative
23	824,09	0,11	782,79	Négative
24	810,89	0,05	782,91	Négative
25	808,65	0,11	769,27	Négative
26	806,79	0,04	782,9	Négative
27	825,63	0,11	782,9	Négative
28	820,13	0,18	769,23	Négative
30	806,68	0,39	782,8	Négative
31	815,23	0,02	782,73	Négative
32	802,26	0,09	782,73	Négative
39	807,05	0,09	782,73	Négative
41	807,65	0,17	782,75	Négative
42	816,5	0,32	782,94	Négative
43	804,11	17,08	524	Négative
44	803,68	0,24	544,75	Négative
46	804,94	0,14	767,08	Négative
48	804,79	0,23	767,16	Négative
51	802,96	0,04	782,73	Négative
52	806,53	0,1	782,73	Négative

Suite de Tableau III.28: La simulation du réseau d'AEP, en cas de pointe et incendie à l'horizon 2045.

Nœud	Altitude (m)	Débit (l/s)	CP (mce)	Pression (bars)
55	802,02	0,22	782,77	Négative
56	808,46	0,08	782,95	Négative
57	805,72	0,52	759,52	Négative
58	808,5	0,15	752,1	Négative
60	804,08	0,08	767,79	Négative
61	801,27	0,26	767,79	Négative
62	816,28	0,14	767,78	Négative
63	811,81	0,13	767,79	Négative
64	812,72	0,09	767,79	Négative
66	812,79	0,19	767,79	Négative
67	815,88	0,1	767,79	Négative
68	816,54	0,15	767,8	Négative
69	820,43	0,17	767,91	Négative
70	809,68	0,12	767,8	Négative
73	808,22	0,15	767,82	Négative
74	816,85	0,12	767,8	Négative
76	808	0,46	767,83	Négative
77	805,93	0,44	767,92	Négative
79	804,58	0,24	759,39	Négative
80	804,91	0,19	779,79	Négative
81	807,17	0,39	768,14	Négative
82	809	0,42	768,98	Négative
84	808,67	0,05	752,12	Négative
85	810,73	0,25	752,12	Négative
86	818,93	0,2	779,84	Négative
87	814,29	0,19	779,85	Négative
88	818,36	0,01	780,36	Négative

110	814,51	0,04	782,9	Négative
117	809,08	0,26	759,49	Négative
118	804,29	0,24	755,72	Négative
119	816,66	0,08	752,1	Négative
122	813,55	0,25	759,36	Négative
123	818,26	0,22	752,13	Négative
124	805,28	0,31	837,3	Négative
125	817,41	0,31	755,85	Négative
126	804,52	0,22	752,02	Négative
127	814,53	0,46	837,65	Négative
128	816,26	0,07	767,07	Négative
130	815,79	0,24	837,59	Négative
131	807,17	0,09	767,08	Négative

Suite de Tableau III.28: La simulation du réseau d'AEP, en cas de pointe et incendie à l'horizon 2045.

Nœud	Altitude (m)	Débit (l/s)	CP (mce)	Pression (bars)
132	807,23	0,09	782,72	Négative
133	807,28	0,12	782,72	Négative
134	816,48	0,17	779,84	Négative
135	814,11	0,04	782,75	Négative
156	807,04	0,06	782,77	Négative
157	817,69	0,04	782,79	Négative
159	815,08	0,13	782,79	Négative
160	813,25	0,11	837,6	Négative
161	808,39	0,07	782,72	Négative
162	808,92	0,2	837,61	Négative
163	811,9	0,09	837,29	Négative
164	811,87	0,03	837,59	Négative
165	817,67	0,07	837,6	Négative
166	819,86	0,61	837,86	Négative

167	818,14	0,05	782,71	Négative
168	801,08	0,1	782,73	Négative
169	804,1	0,61	837,68	1,1
170	809,67	0,1	782,72	Négative
171	812,45	0,04	782,73	Négative
172	817,72	0,02	782,72	Négative
173	818,56	0,04	782,72	Négative
174	812,95	0,53	837,81	0,9
175	809,91	0,13	837,74	1,2
176	809,91	0,04	782,73	Négative
177	810,09	0,3	783,12	Négative
178	809,77	0,36	769,05	Négative
179	812,03	0,1	782,72	Négative
180	808,5	0,15	837,76	1,2
181	807,89	0,45	769,04	Négative
182	808,6	0,33	769,05	Négative
183	808,62	0,21	780,3	Négative
184	808,29	0,39	780,36	Négative
185	807,97	0,44	769,07	Négative
186	807,14	0,26	769,05	Négative
187	806,7	0,06	752,02	Négative
188	822,58	0,13	837,58	1,9
189	816,99	0,34	837,76	1
190	807,57	0,36	766,85	Négative
191	813,56	0,13	837,98	0,5
192	814,57	0,13	837,72	0,6

Suite de Tableau III.28: La simulation du réseau d'AEP, en cas de pointe et incendie à l'horizon 2045.

Nœud	Altitude (m)	Débit (l/s)	CP (mce)	Pression (bars)
193	825,63	0,27	837,55	1,2
194	831,24	0,05	837,77	0,6
199	831,63	0,16	837,8	0,6
201	816,45	0,15	782,91	Négative
202	829,6	0,38	837,73	0,8
203	827,36	0,31	838,39	1,1
204	825,54	0,09	838,38	1,3
205	821,58	0,11	837,61	1,6
206	824,67	0,26	837,53	1,3
207	821,41	0,14	837,63	1,6
208	832,35	0,27	838,24	0,6
209	820,13	0,05	837,6	1,7

La suite de **Tableau III.28:** La simulation du réseau d'AEP cas de pointe et incendie à l'horizon 2045 (voir l'Annexe III.11).

❖ Vitesse d'écoulement

Le tableau suivant donne la simulation du réseau d'AEP de l'ACL Bouaiche en cas de pointe et incendie pour 2045 :

Tableau III.29 : Simulation hydraulique du réseau d'AEP, en cas de pointe et incendie à l'horizon 2045

Tronçon	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Rugosité (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	ΔH (mce/km)
Tuyau 1	39,82	90	0,001	0,35	0,06	0
Tuyau 2	62,63	130,8	0,001	17,36	1,29	0,72
Tuyau 3	88	120	0,001	0,93	0,08	0,01
Tuyau 4	174,52	42,6	0,01	0,14	0,1	0,08
Tuyau 5	106,49	51,4	0,001	0,21	0,1	0,04
Tuyau 6	52,7	90	0,001	0,04	0,01	0

Tuyau 7	22,21	90	0,001	1,2	0,19	0,01
Tuyau 8	286,86	96,8	0,01	20,26	2,75	19,82
Tuyau 9	356,21	150	0,1	3,52	0,2	0,14
Tuyau 10	26,5	90	0,001	0,02	0	0
Tuyau 11	126,38	150	0,1	1,49	0,08	0,01
Tuyau 12	50	90	0,02	0,04	0,01	0
Tuyau 13	53,82	90	0,001	0,04	0,01	0
Tuyau 14	58,42	90	0,001	0,05	0,01	0
Tuyau 15	178,48	90	0,1	0,3	0,05	0,01
Tuyau 16	81,19	73,6	0,001	-0,06	0,01	0
Tuyau 17	39,77	60	0,001	-0,03	0,01	0
Tuyau 18	165,01	60	0,02	-0,26	0,09	0,05

Suite de Tableau III.29 : Simulation hydraulique du réseau d'AEP, en cas de pointe et incendie à l'horizon 2045.

Tronçon	Longueur(m)	Diamètre (mm)	Rugosité (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	ΔH (mce/km)
Tuyau 19	8,77	73,6	0,001	2,46	0,58	0,05
Tuyau 20	34,42	51,4	0,01	1,64	0,79	0,51
Tuyau 21	248,56	60	0,02	0,19	0,07	0,05
Tuyau 22	307,73	53,6	0,01	0,24	0,11	0,12
Tuyau 23	62,32	53,6	0,001	0,05	0,02	0
Tuyau 47	709,07	150	0,1	48,1	2,72	42,81
Tuyau 48	447,03	73,6	0,001	6,58	1,55	14,55
Tuyau 49	206,37	73,6	0,001	1,15	0,27	0,28
Tuyau 50	47,97	51,4	0,01	0,04	0,02	0
Tuyau 51	93,42	73,6	0,001	0,68	0,16	0,05
Tuyau 52	78,74	42,6	0,001	0,06	0,04	0,01
Tuyau 53	211,34	53,6	0,01	0,16	0,07	0,04
Tuyau 54	38,1	51,4	0,001	0,71	0,34	0,12
Tuyau 55	82,14	51,4	0,001	0,06	0,03	0
Tuyau 56	81,6	51,4	0,001	0,06	0,03	0

Tuyau 57	80,84	51,4	0,001	0,06	0,03	0
Tuyau 58	46,57	51,4	0,001	0,59	0,29	0,11
Tuyau 59	162,34	51,4	0,001	0,13	0,06	0,02

Suite de Tableau III.29 : Simulation hydraulique du réseau d'AEP, en cas de pointe et incendie à l'horizon 2045.

Tronçon	Longueur(m)	Diamètre (mm)	Rugosité (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	ΔH (mce/km)
Tuyau 60	162,2	51,4	0,001	0,13	0,06	0,02
Tuyau 61	207,69	130,8	0,001	22,35	1,66	3,84
Tuyau 62	3,87	73,6	0,001	-1,67	0,39	0,01
Tuyau 63	8,7	73,6	0,001	-0,89	0,21	0,01
Tuyau 64	31,03	130,8	0,001	-20,51	1,53	0,49
Tuyau 65	273,87	60	0,02	0,21	0,08	0,06
Tuyau 66	73,94	51,4	0,001	0,06	0,03	0
Tuyau 67	42,64	150	0,001	2,29	0,13	0,01
Tuyau 68	9,87	150	0,02	6,13	0,35	0,01
Tuyau 69	226,79	163,6	0,001	10,85	0,52	0,37
Tuyau 70	50,23	90	0,001	0,06	0,01	0
Tuyau 71	46,28	90	0,001	0,04	0,01	0
Tuyau 72	22,61	90	0,001	0,02	0	0
Tuyau 73	56,91	90	0,01	-0,04	0,01	0
Tuyau 74	40,41	90	0,001	0,17	0,03	0
Tuyau 75	57,71	90	0,001	0,04	0,01	0
Tuyau 76	56,54	90	0,01	0,04	0,01	0
Tuyau 77	162,2	51,4	0,1	1,38	0,12	0

Suite de Tableau III.29 : Simulation hydraulique du réseau d'AEP, en cas de pointe et incendie à l'horizon 2045.

Tronçon	Longueur(m)	Diamètre (mm)	Rugosité (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	ΔH (mce/km)
Tuyau 78	65,08	40	0,01	0,05	0,04	0,01
Tuyau 79	50,8	90	0,001	0,25	0,04	0
Tuyau 80	59,55	90	0,001	0,66	0,1	0,01
Tuyau 81	10,68	150	0,1	1,39	0,08	0
Tuyau 82	51,14	90	0,01	0,04	0,01	0
Tuyau 83	44,91	73,6	0,001	0,82	0,19	0,03
Tuyau 84	100,54	63,8	0,01	0,71	0,22	0,12
Tuyau 85	60,75	53,6	0,02	0,05	0,02	0
Tuyau 86	25,37	73,6	0,001	0,15	0,04	0
Tuyau 87	638,29	90	0,001	8,4	1,32	12,1
Tuyau 88	86,33	90	0,001	3,24	0,51	0,28
Tuyau 89	204,28	90	0,001	2,84	0,45	0,53
Tuyau90	137,67	51,4	0,001	0,11	0,05	0,01
Tuyau 91	63,78	40,8	0,001	0,05	0,04	0
Tuyau 92	22,28	51,4	0,001	1,43	0,69	0,26
Tuyau 93	21,85	90	0,001	-0,65	0,1	0
Tuyau 94	40,03	90	0,001	0,13	0,02	0
Tuyau 95	44,42	90	0,001	1,58	0,25	0,05
Tuyau 96	60,31	73,6	0,001	0,89	0,21	0,05
Tuyau 97	162,46	40,8	0,001	0,13	0,1	0,08
Tuyau 98	120,57	40,8	0,001	0,26	0,2	0,2
Tuyau 99	348,26	51,4	0,001	-0,27	0,13	0,21
Tuyau100	104,93	90	0,001	0,34	0,05	0,01
Tuyau101	168,67	73,6	0,001	0,13	0,03	0
Tuyau102	181,78	51,4	0,001	0,47	0,23	0,29
Tuyau103	202,16	53,6	0,01	17,32	7,68	207,39
Tuyau104	205,55	53,6	0,01	0,27	0,12	0,1
Tuyau105	310,29	53,6	0,01	0,24	0,11	0,13

La suite de **Tableau III.29**: Simulation hydraulique du réseau d'AEP, en cas de pointe et incendie à l'horizon 2045. (Voir l'Annexe III.12).

Cette figure représente état hydraulique des tronçons et nœuds dans le cas de pointe+incendie au moyen terme.

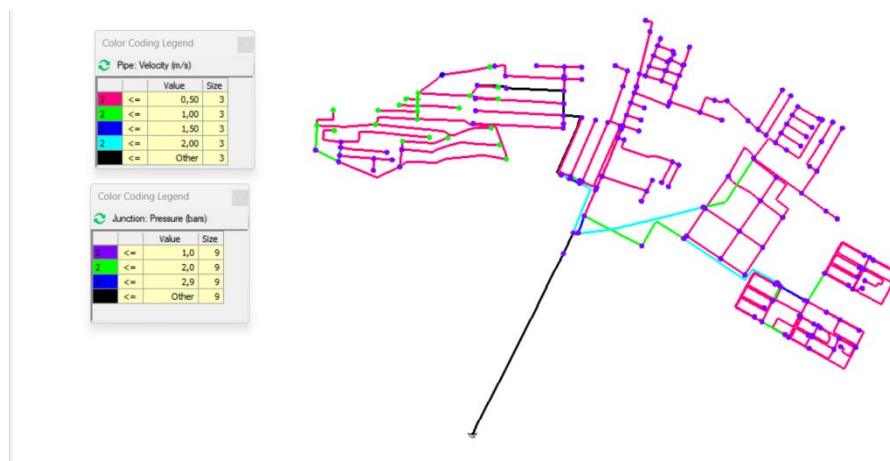


Figure III.31 : Simulation hydraulique cas de pointe +incendie du réseau d'AEP 2045

❖ Interprétation des résultats de simulation du réseau existant pour l'horizon 2045

Nous présentons dans le tableau suivant la synthèse des pressions aux nœuds après simulation du réseau existant pour le moyen terme :

Tableau III.30 : Synthèse des pressions aux nœuds réseau existant « moyen terme 2045 »

Intervalle des pression	Nb Nœuds	Pourcentage (%)
Dépressions $P \leq 0$ bars	172	84
$0 < P < 1,5$ bars	22	11
$1,5 \text{ bars} \leq P \leq 3 \text{ bars}$	12	5
$3 \text{ bars} < P \leq 5 \text{ bars}$	0	0,0
$P > 5 \text{ bars}$	0	0,0
Total	206	100,00

❖ Vitesse d'écoulements

Nous présentons dans le tableau suivant la synthèse des vitesses d'écoulements aux niveaux des tronçons après simulation du réseau existant de la situation actuelle :

Tableau III.31 : Synthèse des vitesses d'écoulements du réseau existant « 2045 »

Intervalle des vitesses	Nombre des tronçons	Linéaire des tronçons	Pourcentage (%)
$V < 0,5 \text{ m/s}$	202	21146,27	91
$0,5 \text{ m/s} \leq V \leq 1,5 \text{ m/s}$	13	1179,43	6
$1,5 < V \leq 3$	7	786,29	3
$V > 3$	0	0	0
Total	222	23112	100,00

La simulation du réseau existant de ACL Bouaiche pour le moyen terme montre les points suivants :

- Nous avons enregistré des dépressions dans 84 % du réseau
- Nous avons enregistré des vitesses faibles sur la majorité des tronçons du réseau soit un taux de 91%, et un faible taux de fortes vitesses, soit 3% du réseau

On prévoit que le réseau actuel restera opérationnel jusqu'à l'horizon 2035 au maximum.

Conclusion

L'étude du fonctionnement hydraulique du système de distribution d'eau potable de Bouaiche, en combinaison avec l'évaluation de l'état des infrastructures, révèle plusieurs anomalies importantes.

Actuellement, bien que le réseau fonctionne de manière persistante, des déficiences sont constatées : 50 % du réseau subit des pressions faibles, et 89 % des tronçons affichent des vitesses d'écoulement réduites. Ces problèmes peuvent perdurer sur une période d'environ dix ans avant que les défaillances ne deviennent trop critiques.

Il est prévu que des dépressions se produiront dans 84 % du réseau à l'avenir, ce qui aura pour conséquence une dégradation de l'approvisionnement en eau et de la qualité du service.

Afin d'assurer un fonctionnement optimal sur le long terme, il sera impératif de concevoir un nouveau réseau pour remplacer les infrastructures existantes et garantir une performance durable.

Chapitre IV : Étude de stockage

Introduction

Le réservoir destiné à l'alimentation en eau potable occupe une place essentielle dans le bon fonctionnement du réseau de distribution.

Il constitue le point de liaison clé entre l'eau traitée à la source et les usagers, notamment dans les systèmes à réservoirs en-tête.

La conception de ces réservoirs doit impérativement répondre à deux exigences fondamentales :

- Garantir la préservation de la qualité de l'eau stockée ;
- Permettre une exploitation un entretien aisés.

Dans ce contexte, nous allons examiner l'état des réservoirs actuels de notre agglomération afin d'évaluer leur aptitude à répondre aux besoins en eau à long terme, notamment à l'échéance de 2055.

IV.1. Rôles des réservoirs

Les réservoirs jouent un rôle crucial dans l'approvisionnement en eau potable des agglomérations. Ils remplissent plusieurs fonctions essentielles pour assurer une distribution optimale de l'eau :

IV.1.1 Stockage

Les réservoirs stockent l'eau pendant les périodes de faible consommation et la libèrent lorsque la demande augmente, garantissant ainsi une disponibilité constante.

IV.1.2 Régulation de la pression

En maintenant une pression stable est suffisante dans l'ensemble du réseau, les réservoirs compensent les variations de pression causées par le démarrage ou l'arrêt des pompes, offrant ainsi un service fiable aux usagers.

IV.1.3 Équilibre

Lorsque le réseau s'étend et que des points distants subissent des baisses de pression, l'installation d'un réservoir d'équilibre permet de maintenir des niveaux de pression adéquats et de favoriser une circulation d'eau fluide et régulière. Ce réservoir, complémentaire au réservoir principal, joue un rôle de stabilisation essentiel.

IV.1.4 Brise -charge

Un réservoir brise-charge sert à réguler la pression dans les zones à faible altitude. Cette fonction est indispensable pour prévenir les ruptures de conduites lorsque la pression dépasse les seuils de sécurité, garantissant ainsi une protection contre les risques de défaillance.

IV.1.5 Relais (ou réservoir tampon)

Dans les réseaux mixtes (combinant refoulement et gravité), ce type de réservoir assure une continuité d'approvisionnement, notamment en cas d'arrêt des pompes, tout en évitant les dépressions ou la cavitation, et en stabilisant la distribution d'eau.

IV.1.6 Réserve d'incendie

Les réservoirs garantissent la disponibilité d'une réserve d'eau pour les situations d'urgence, telles que les incendies, avec un volume minimum de 120 m³ destiné à répondre à ces besoins exceptionnels.

En outre, les réservoirs offrent de multiples avantages pratiques :

- Ils assurent une réserve en cas d'imprévus, comme des pannes de pompes, des ruptures de canalisations ou des travaux d'extension du réseau.
- Ils permettent de pomper durant les heures creuses.
- Ils favorisent un pompage régulier, avec un débit constant, ce qui améliore la stabilité du système.
- Ils garantissent une disponibilité continue de points d'eau, sans être affectés par les fluctuations des périodes de pointe.
- Ils contribuent à une régularité optimale des pressions dans tout le réseau.

IV.2. Emplacement des réservoirs

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 aussi 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 ;

IV.3. Principe de fonctionnement

Les rôles d'un réservoir dans un système d'alimentation en eau, se divisent en deux catégories complémentaires :

- Des rôles techniques ;
- Des rôles économiques.

IV.3.1. Fonctions techniques d'un réservoir

- Régularité dans le fonctionnement du pompage ou les pompes vont refouler suivent un régime constant ;

- Assurer la continuité de l'approvisionnement étant donné les répercussions susceptibles d'être provoquées par un arrêt de distribution de l'eau conséquent à un arrêt de pompage suite à :

- Un accident au niveau de la conduite principale d'adduction ou même un simple nettoyage.
- Un accident au niveau de la prise d'eau.
- Une coupure d'électricité.

- Le réservoir est un régulateur de pression et de débit ;

- Les réservoirs assurent un volume d'eau pour combattre les incendies.

IV.3.2. Fonctions économiques d'un réservoir

- Diminution des coûts énergétiques grâce à la baisse de la puissance utilisée par les pompes ;

- Mise à disposition d'une réserve stratégique en cas de défaillance du système d'alimentation.

IV.4. Détermination de la capacité de réservoir

La capacité d'un réservoir doit être déterminée en prenant en considération les fluctuations des débits entrants et sortants, ce qui implique de tenir compte à la fois du mode d'exploitation des ouvrages en amont et des variations de la demande en aval.

En général, cette capacité est calculée pour couvrir les écarts de consommation journalière, en incluant le jour de consommation maximale ainsi qu'une réserve spécifique dédiée à la lutte contre l'incendie.

IV.5. Equipement des réservoirs

Lors de la conception des équipements d'un réservoir, il est essentiel de prendre en compte à la fois les aspects hydrauliques et les contraintes liées à l'exploitation. Il faut prévoir des dispositifs permettant un suivi efficace du fonctionnement, ainsi que des accès pour les opérations régulières de nettoyage et d'entretien.

Les équipements doivent être installés dans une chambre technique facilement accessible, bien dimensionnée et non dans des regards difficiles d'accès. Ils doivent être simples à manœuvrer, démontables, équipés de joints de démontage.

Il convient également d'anticiper la manutention de pièces lourdes en intégrant si nécessaire, des dispositifs comme des crochets, rails ou poutres roulantes.

IV.6. Calcul du volume de réservoir

La capacité du réservoir d'alimentation sera déterminée par la méthode analytique, en connaissant le régime de consommation de l'agglomération et le régime de travail de notre station de pompage.

❖ Pour l'horizon Actuel 2025

La pompe s'arrête de fonctionner quatre heures (de 20h 00 à 00h00).

Tableau IV.1: Evaluation du volume utile du réservoir pour l'horizon actuel

Heures	Consomation	Pompe	Arrivée	Départ	Reste
0-1	1	5	4		4,0
01-02	1	5	4		8,0
02-03	1	5	4		12,0
03-04	1	5	4		16,0
04-05	2	5	3		19,0
05-06	3	5	2		21,0
06-07	5	5	0		21,0
07-08	6,5	5		1,5	19,5
08-09	6,5	5		1,5	18,0

09-10	5,5	5		0,5	17,5
10-11	4,5	5		-0,5	18,0
11-12	5,5	5		0,5	17,5
12-13	7	5	-2		15,5
13-14	7	5	-2		13,5
14-15	5,5	5		0,5	13,0
15-16	4,5	5		-0,5	13,5
16-17	5	5		0,0	13,5
17-18	6,5	5		1,5	12,0
18-19	6,5	5	-1,5		10,5
19-20	5	5	0		10,5
20-21	4,5	0		4,5	6,0
21-22	3	0		3,0	3,0
22-23	2	0		2,0	1,0
23-24	1	0		1,0	0,0
Total	100	100	-0,5	3,0	

Le volume utile du réservoir est calculé par la formule suivante :

$$Vr = \frac{\alpha \times Q_{\max j}}{100} \quad (\text{IV.1})$$

Avec :

V_r : volume utile du réservoir (m^3);

$Q_{\max j}$: débit maximale journalier (m^3 / j);

α (%) : pourcentage du volume maximal qui doit être stocké.

$$V_r = (21 \times 1382.04) / 100 = \mathbf{290,23 \text{ m}^3}.$$

Le volume total sera :

$$V_t = V_r + V_{\text{inc}} \quad (\text{IV.2})$$

V_t : Capacité totale du réservoir (m^3) ;

V_{inc} : Volume d'incendie estimé à 120 m^3

$$V_t = 290,23 + 120 = \mathbf{410,23 \text{ m}^3}.$$

❖ Pour l'horizon 2055

Tableau IV. 2 : Evaluation du volume utile du réservoir pour l'horizon future

Heures	Consomation	La pompe	Arrivée	Départ	Reste
0-1	1	5	4		4,0
01-02	1	5	4		8,0
02-03	1	5	4		12,0
03-04	1	5	4		16,0
04-05	2	5	3		19,0
05-06	3	5	2		21,0
06-07	5	5	0		21,0
07-08	6,5	5		1,5	19,5
08-09	6,5	5		1,5	18,0
09-10	5,5	5		0,5	17,5
10-11	4,5	5		-0,5	18,0
11-12	5,5	5		0,5	17,5
12-13	7	5	-2		15,5
13-14	7	5	-2		13,5
14-15	5,5	5		0,5	13,0
15-16	4,5	5		-0,5	13,5
16-17	5	5		0,0	13,5
17-18	6,5	5		1,5	12,0
18-19	6,5	5	-1,5		10,5
19-20	5	5	0		10,5
20-21	4,5	0		4,5	6,0
21-22	3	0		3,0	3,0
22-23	2	0		2,0	1,0
23-24	1	0		1,0	0,0
Total	100	100	-0,5	3,0	

De même on a :

$$V_r = (21 \times 2421,348) / 100 = \mathbf{508,49 \text{ m}^3}$$

Le volume total sera :

$$V_t = 508,49 + 120 = \mathbf{628,5 \text{ m}^3}$$

IV.7. Estimation des insuffisances en ressource en eau

Nous allons analyser les insuffisances en matière d'eau potable suivantes :

- Bilan hydrique : Besoin en eau – production actuelle
- Capacité de stockage : Besoin en stockage – Stockage existant

IV.7.1. Bilan hydrique

Tableau IV.3 : Bilan hydrique « Centre Bouaiche »

Horizon	Actuel 2025	Court terme 2035	Moyen terme 2045	Long terme 2055
Besoins en eau (m3/j)	1382	1687	2032	2421
Production (m3/j)	1944	1944	1944	1944
Déficit (m3/j)	0	0	88	477
%	0%	0%	5%	25%

La production d'eau au niveau du centre Bouaiche est de 1944 m3/j (à partir des eaux souterraines) qui est suffisante pour satisfaire les besoins en eaux jusqu'au moyen terme.

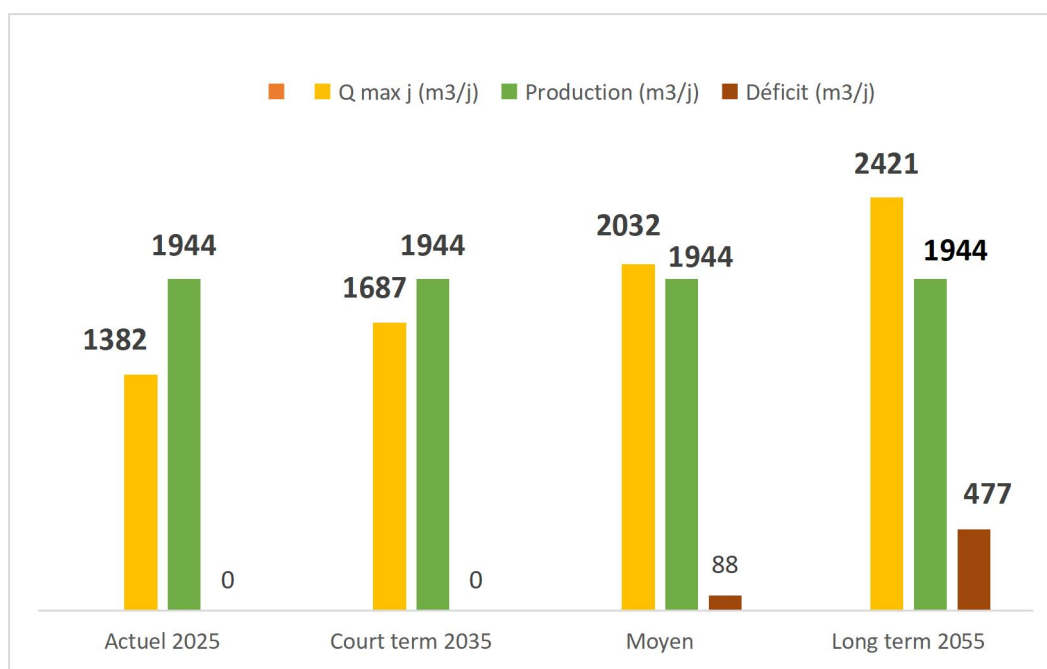


Figure IV.1 : Bilan hydrique entre les besoins eau et la production des eaux au Centre Bouaiche

Le bilan hydrique de l'ACL Bouaiche montre que c'est un centre qui ne souffre pas en matière d'eau potable actuellement.

IV.7.2. Capacité de stockage

Tableau IV.4 : Récapitulation de la capacité de stockage

Horizon	Actuel 2025	Long terme 2055
Stockage Actuel (m3)	750	750
Volume total (m3)	509	629

La capacité des réservoirs existants dans l'ACL est de 500 m³ et 250 m³, et le volume calculé à long terme est 629 m³.

L'agglomération du chef-lieu Bouaiche ne souffre pas en matière de stockage d'eau potable, la capacité de stockage existante est largement suffisante.

Suite au diagnostic établi par le bureau d'études techniques (BET), il a été constaté que les réservoirs existants de 500 m³ et 250 m³ ne permettent pas d'assurer une pression suffisante

dans la zone haute du réseau, en raison de leur altitude insuffisante. Bien que les besoins actuels en stockage soient couverts jusqu'au moyen terme, la faiblesse de la pression dans certaines zones rend leur exploitation partiellement inefficace.

Pour remédier à ce problème, il a été recommandé de projeter un nouveau réservoir à une cote topographique plus élevée, au niveau de Thniyet Leghzel. Le rayon du réservoir sera défini en fonction de la hauteur et du volume choisi, selon les normes en vigueur et les conditions géotechniques du site.

L'objectif principal n'est pas d'augmenter le volume de stockage, mais d'améliorer la pression et le service, dans les zones hautes du réseau, tout en anticipant une éventuelle augmentation des besoins à long terme.

Enfin, les réservoirs existants seront désaffectés afin d'alimenter une autre fraction.

Conclusion

À l'issue du dimensionnement et de l'analyse de la capacité de stockage requise pour l'agglomération du chef-lieu Bouaiche, il a été constaté que les réservoirs existants assurent, en l'état, une couverture satisfaisante des besoins en eau potable à moyen terme. Aucune insuffisance de volume n'a été relevée, ce qui garantit la sécurité de l'approvisionnement et la continuité du service.

Cependant, des analyses hydrauliques ont mis en évidence une pression insuffisante dans les zones hautes du réseau, principalement due à l'altitude limitée des réservoirs actuels (500 m³ et 250 m³). Pour remédier à cette problématique, il est recommandé de projeter un nouveau réservoir de **1000 m³** à une **cote plus élevée**, au niveau de **Thniyet Leghzel**. Cela permettrait d'optimiser la desserte en pression, de renforcer la performance du réseau et d'anticiper les besoins futurs à long terme.

Chapitre V : Étude de l'adduction

Introduction

L'adduction des eaux consiste à étudier les moyens techniques et économiques permettant d'acheminer l'eau depuis les sources de prélèvement vers les réservoirs de distribution, ou entre les réservoirs eux-mêmes, en tenant compte du relief de la région. Les conduites d'adduction sont généralement posées en souterrain afin de les protéger contre les intempéries et diverses agressions extérieures. Elles sont également équipées d'accessoires spécifiques assurant leur bon fonctionnement et leur entretien.

Dans ce chapitre, nous procéderons au dimensionnement des conduites d'adduction dans le but de garantir l'approvisionnement en eau potable de la population de la zone d'étude dans les meilleures conditions de fiabilité et d'efficacité. Ce travail inclut également la conception et le dimensionnement des stations de pompage nécessaires au bon fonctionnement du système d'adduction.

V.1. Types d'adduction

V.1.1. Adduction gravitaire

Une adduction gravitaire consiste à transporter l'eau potable d'un captage situé à une altitude supérieure jusqu'aux réservoirs de stockage et aux consommateurs situés à une altitude inférieure, en utilisant la pente naturelle du terrain. Les canalisations qui composent l'adduction gravitaire suivent un tracé selon la pente du terrain.

V.1.2 Adduction par refoulement

Une adduction par refoulement consiste à pomper l'eau potable par pompage depuis un captage ou un réservoir situé à une altitude inférieure jusqu'aux réservoirs de stockage et aux consommateurs situés à une altitude supérieure.

V.1.3. Adduction mixte

Dans un système d'adduction mixte l'eau est acheminée par une conduite de refoulement puis elle se transforme en une conduite gravitaire ou l'inverse.

Dans une adduction 'refoulement-gravitaire', le relais entre les deux conduites est assuré par un réservoir appelé réservoir tampon (ouvrage intermédiaire).

V.2. Choix du tracé de l'adduction

Le choix du tracé de la conduite doit tenir compte de certaines conditions qui sont :

- Choisir un tracé le plus direct et le plus court
- Pour des changements de direction, les longs alignements raccordés par des coudes bien ouverts sont souhaitables.
- Eviter les traversés des massifs boisés et les traversés de routes.
- Le profil doit être aussi régulier que possible qui ne suit pas forcément le niveau du sol.
- Eviter les contres pentes.
- Dans les points hauts il est nécessaire de prévoir des ventouses, et dans les points bas des décharges.
- Le tracé doit suivre les accotements des routes pour faciliter l'approvisionnement des chantiers de pose et les réparations sont plus faciles.
- Accès à des réseaux électriques

V.3. Choix du matériau de canalisation

Le choix du matériau des conduites dépend de plusieurs critères, tels que :

- Diamètre.
- Pression supportée.
- La disponibilité au marché.
- Le type du sol.
- Le prix unitaire.
- Conditions d'installation.
- Bonne étanchéité.
- La flexibilité.
- Résistance à la corrosion.
- Facilité d'entretien et de mise en service.

Parmi les matériaux utilisés nous pouvons citer : l'acier, la fonte, le béton, le PVC et le PEHD. Dans le cas de notre projet, nous optons pour des conduites en PEHD, vu les avantages qu'elles présentent :

- Fiabilité au niveau des branchements.

- Bonne résistance à la corrosion.
- Légèreté et flexibilité.
- Très bonne étanchéité.
- Faible rugosité (conduite lisse).
- Disponibilité au marché.
- Facilité de transport et de pose.
- Coût intéressant pour les petits et moyens diamètres.

V.4. Étude de l'adduction

L'objectif de ce chapitre est de concevoir un système d'adduction destiné à alimenter les réservoirs de l'agglomération chef-lieu de Bouaiche, à partir de deux systèmes d'adduction principaux :

V.4.1. Système d'adduction Chahbounia vers Bouaiche

Ce système est destiné à alimenter les réservoirs de l'agglomération chef-lieu de Bouaiche, à partir d'un champ de captage constitué de quatre (4) forages : F3-Bis, F-10, F-11 et F-12. L'eau sera acheminée via une conduite d'adduction reliant le champ de captage aux réservoirs de stockage.

IL se divise en deux tronçons principaux :

❖ Du champ de captage à la station de pompage

Ce premier tronçon permet de collecter l'eau des différents forages et de la conduire jusqu'à la station de pompage.

❖ De la station de pompage aux réservoirs d'alimentation de l'agglomération

La seconde section assure le transfert de l'eau pompée vers les réservoirs destinés à l'alimentation de l'agglomération chef-lieu (ACL) .

Remarque

Dans cette étude, nous nous sommes intéressés à la conduite d'adduction qui relie la station de pompage au réservoir d'alimentation.

V.4.2. Système d'adduction F-1 Kerfouf vers Bouaiche

Il s'agit d'une conduite en charge mise en service en 2004, qui prend son origine au niveau du forage F-1 Kerfouf et se prolonge jusqu'au réservoir de liaison appelé R-4.

Cette conduite, assure le transfert de l'eau sous pression depuis le point de captage jusqu'au réservoir intermédiaire, en tirant parti du fonctionnement en régime pressurisé.

À partir du **réservoir R-4**, l'eau est ensuite acheminée vers le **réservoir d'alimentation R-250** par une **conduite gravitaire**. Grâce au dénivelé existant entre les deux ouvrages, l'écoulement de l'eau se fait naturellement, sans besoin de pompage, ce qui permet d'optimiser le fonctionnement hydraulique du système et de réduire les coûts d'exploitation.

V.4.3. Schéma de l'adduction

Voici le schéma représentatif de l'adduction de notre projet :

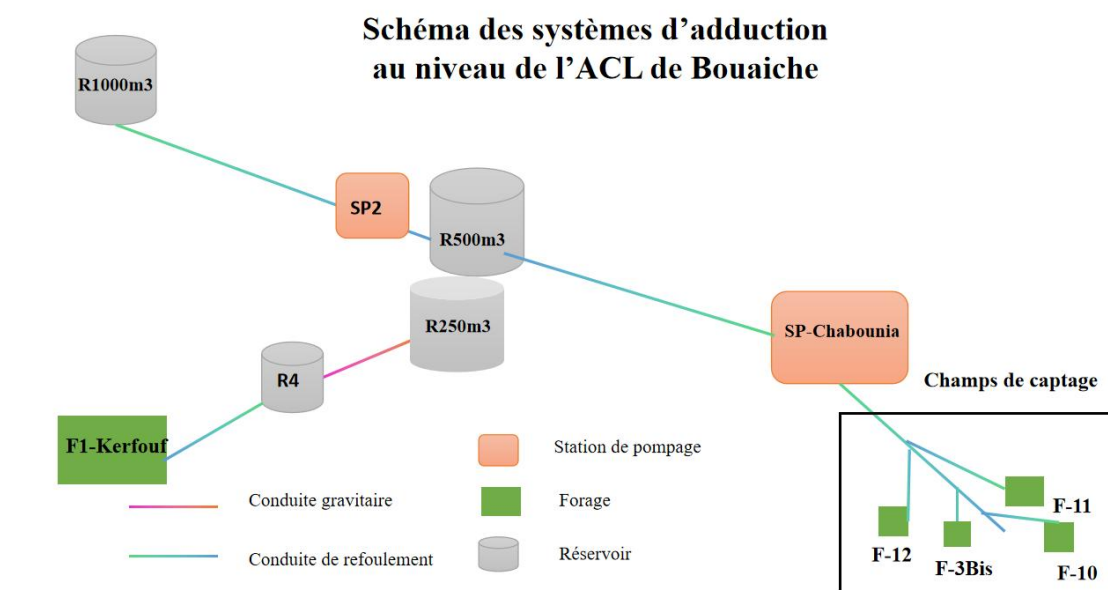


Figure V.1 : Schéma des systèmes d'adduction au niveau de l'ACL de Bouaiche

V.5. Calcul hydraulique

V.5.1. Cas des conduites de refoulement

V.5.1.1. Diamètre économique

Pour chaque tronçon (j) formant le réseau, le diamètre économique se calcule d'après l'expression suivante :

$$D_{\text{econ}} = C j^{\frac{\beta}{\alpha+m}} \times E^{\frac{1}{\alpha+m}} \times Q^{\frac{\beta+1}{\alpha+m}} \quad (\text{V.1})$$

Avec :

E : Facteur économique.

C_j : Rapport du débit de tronçon considéré sur le débit du tronçon tête du réseau :

$$Q_j = C_j \times Q_p \quad (\text{V.2})$$

Q_j : Débit de tronçon considéré.

Q_p : Débit de pompage.

$$E = 10 \times M \times \sigma \times \delta \quad (\text{V.3})$$

M : Coefficient dépendant du type de matériau de la canalisation.

σ : Prix de KWh.

δ : Coefficient dépendant de l'irrégularité de la consommation et le régime de travail de la station de pompage.

$$\delta = \frac{1}{K \cdot K_j \cdot K_h} \quad (\text{V.4})$$

K : Coefficient d'augmentation annuelle de la consommation d'eau, variant de 1.03 à 1.04

K_j : Coefficient de variation journalière de la consommation, variant de 1.1 à 1.3

K_h : Coefficient de variation horaire de la consommation qui dépend du régime de Consommation.

Tableau V.1 : Valeurs du coefficient M

Tuyau	M
Acier	0,92
Fonte	0,43
Plastique	0,13

Tableau V.2 : Valeurs des coefficients α , B, et m en fonction du type de matériau

Matériau	α	B	m
Acier	1,4	1.9 à 2	5.1 à 5.3
Fonte	1,6	1.9 à 2	5.1 à 5.3
Plastique	1,95	2	4.772

Le dimensionnement d'une conduite de refoulement s'effectue par une étude technico-économique.

Comme une opération initiale pour le choix de la gamme des diamètres approximatifs sur laquelle portera notre étude, on peut utiliser diverses formules empiriques :

- Formule de Bonin :

$$D_{econ} = \sqrt{Q} \quad (\text{V.5})$$

- Formule de Bress :

$$D_{econ} = 1.5\sqrt{Q} \quad (\text{V.6})$$

Avec Q : en m^3/s

Formule de Munier : applicable pour un calcul rapide du diamètre d'une canalisation en fonte, dans une installation petite ou moyenne importance.

$$D_{econ} = (1 + 0.02n)\sqrt{Q} \quad (\text{V.7})$$

Avec

Q : en m^3/s

n : Nombre d'heures de pompage.

- Formule de Vibert : pour les conduites en fontes :

Pompage continu :

$$D_{econ} = 1.547 \times \left(\frac{e}{f}\right)^{0.154} \times Q^{0.46} \quad (\text{V.8})$$

Pompage 10h/24 :

$$D_{econ} = 1.35 \times \left(\frac{e}{f}\right)^{0.154} \times Q^{0.46} \quad (\text{V.9})$$

Avec :

Q : en m^3/s

σ : Prix de KWh d'énergie

f : Prix de Kg de fonte.

Remarque

Les formules de Bonin et de Bresse ne prennent en compte que le débit et un coefficient économique (respectivement 1,5 ou 1) comme paramètres influents sur le diamètre. Par conséquent, leur utilisation implique une incertitude, notamment si l'estimation de ces paramètres est imprécise.

En ce qui concerne les formules de Vibert et de Munier, elles ne sont pas applicables dans notre cas, car nos groupes électropompes fonctionnent 20 heures sur 24 et les conduites sont en PEHD (polyéthylène haute densité), ce qui ne correspond pas aux conditions prévues par ces formules.

Les formules mentionnées permettent de déterminer un diamètre économique théorique. Pour obtenir un diamètre économique normalisé, on sélectionne plusieurs diamètres standards proches du diamètre calculé, puis on évalue pour chacun :

- Les coûts d'investissement, en tenant compte des dépenses d'amortissement de la conduite.
- Les coûts d'exploitation, liés principalement aux pertes de charge et à la consommation énergétique.

V.5.1.2. Etude technico-économique de l'adduction

D'un point de vue économique, la conduite de refoulement et la station de pompage sont étroitement liées. En effet, plus le diamètre de la conduite est réduit, plus les pertes de charge sont importantes, ce qui entraîne une consommation d'énergie plus élevée.

Il existe donc nécessairement un **diamètre économique optimal** pour la conduite de refoulement, résultant d'un compromis entre deux types de coûts :

- **Les frais d'investissement** de la conduite, qui augmentent avec le diamètre.
- **Les frais d'exploitation**, principalement liés à la consommation d'énergie, qui diminuent lorsque le diamètre augmente.

Le **diamètre économique** est ainsi défini comme celui qui permet de **minimiser le coût global d'exploitation du système conduite-pompe**.

V.5.1.3. Perte de charge

La détermination des pertes de charge est une étape essentielle pour le calcul des frais d'exploitation. Ces pertes se divisent en deux catégories :

- Les pertes de charge linéaires ;
- Les pertes de charge singulières.

Le coefficient de frottement est calculé par la formule de NIKURADZE

$$\lambda = \left(1.14 - 0.86 \frac{\varepsilon}{D}\right)^{-2} \quad (\text{V.10})$$

V.5.1.3.1. Pertes de charge linéaires

Elles sont dues au frottement de l'eau avec les parois de la conduite, elles sont déterminées par la formule suivante :

$$\Delta H_L = \frac{8\lambda \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} \quad (\text{V.11})$$

Avec :

λ : Gradient de perte de charge.

L : Longueur de la conduite en m.

V.5.1.3.2. Pertes de charges singulières

Elles sont générées par les singularités telles que : les coudes, les vannes...etc. Elles sont estimées de 10% à 15% des pertes de charges linéaires, dans notre cas, on prend 15%.

$$\Delta H_s = 0.1 \times \Delta H_L \quad (\text{V.12})$$

V.5.1.3.3. Pertes de charges totales

La perte de charge totale est :

$$\Delta H_L = \Delta H_s + \Delta H_L \quad (\text{V.13})$$

Avec :

ΔH_T : Perte de charge totale.

ΔH_L : Perte de charge linéaire.

ΔH_s : Perte de charge singulière. Donc :

$$\Delta H_L = 1.10 \cdot \Delta H_L \quad (\text{V.14})$$

Avec :

L : Longueur géométrique de la conduite en m.

V.5.1.4. Hauteur manométrique totale

Elle est évaluée comme suit :

$$HMT = H_g + \Delta H_{asp} + \Delta H_{ref} \quad (V.15)$$

Avec :

HMT : Hauteur manométrique total (m).

H_g : Hauteur géométrique (m).

ΔH_{asp} : Perte de charge en aspiration.

ΔH_{ref} : Pertes de charge au refoulement.

V.5.1.5. Puissance absorbée par la pompe

La puissance absorbée se calcul par la formule suivante :

$$P_{abs} = \frac{\rho \times g \times Q \times HMT}{1000\eta} \quad (V.16)$$

η : Rendement de la pompe en (%) (η=80%)

Q : Débit refoulé par la pompe en (m³ /s)

g : pesanteur (9.81 m/s²)

ρ: Masse volumique de l'eau (kg/ m³)

V.5.1.6. Energie consommée par la pompe

$$E = P \times t \times 365 \quad (V.17)$$

P : Puissance de la pompe en (KW)

t :Temps de pompage par jour en (heure) ; dans notre cas t =20h

V.5.1.7. Frais d'exploitation

Les frais d'exploitation sont définis par la formule suivante :

$$F_{ex} = E \times e \text{ [DA]} \quad (V.18)$$

E : Énergie consommée par la pompe en (Kwh)

e :Prix unitaire d'un Kwh imposé par la SONELGAZ. (e = 4,633 DA)

V.5.1.8. Frais d'amortissement

Les frais d'amortissement augmentent avec le diamètre de canalisation. On doit tenir compte de l'annuité A d'amortissement, qui amortit un capital investi au taux i , pour une période en principe égale à la durée de vie du matériel.

$$A = \frac{i}{(i+1)^n - 1} + i \quad (\text{V.19})$$

Avec :

A : Annuité de l'investissement.

i : Taux d'annuité (8% en Algérie).

n : Nombre d'années d'amortissement (30 ans).

Les frais d'amortissement sont définis par la formule suivante :

$$F_{am} = P_t \times A \text{ [DA]} \quad (\text{V.20})$$

P_t : Prix de la conduite en (DA)

V.5.2. Cas conduites gravitaires

La formule de Hazen Williams permet de déterminer le diamètre d'une conduite gravitaire d'une manière directe :

$$D = \left[\frac{Q}{0,278 \cdot C \cdot S^{0,54}} \right]^{0,38} \quad (\text{V.21})$$

S : La pente de la conduite ;

C : Coefficient de rugosité de Hazen ($C=140$ pour le PEHD) .

V.6. Dimensionnement des conduites

V.6.1. Dimensionnement de la conduite gravitaire

On a la conduite gravitaire débute à partir du réservoir R-4 jusqu'au premier réservoir R-500 m³ de 1536 m de linéaire.

Avec ;

- Cote de trop plein du réservoir R-250 : $C_{tp} = 782,83 \text{ m.}$

- Cote de trop plein du réservoir R-4 est 799 m.

Le tableau suivant nous donne les caractéristiques de la conduite gravitaires

Tableau V.3 : Caractéristiques de la conduite gravitaire

Conduite	L (m)	ΔH dis (m)	Débit véhiculé (l/s)	Matériau
C1(R4-R250m ³)	1536	13	5	PEHD

En utilisant la formule de Hazen Wiliams on trouve :

- **Pour la conduite R4 - R 250m³**

$$D = 0,0198 \text{ m} \quad \text{alors ;} \quad D = 198 \text{ mm}$$

On le normalise on trouve : $D = 200 \text{ mm}$

- **Vérification de la vitesse :**

On a : $V = 0,16 \text{ m/s}$ ($V < 0,5 \text{ m/s}$) d'où on change la classe de diamètre

On a pour : $D = 125 \text{ mm}$; $V = 0,41 \text{ m/s}$.

Pour : $D = 110 \text{ mm}$; $V = 0,55 \text{ m/s}$;

Alors on prend : $D = 110 \text{ mm}$.

V.6.2. Dimensionnement des conduites de refoulement

Le tableau ci-dessous nous donne les caractéristiques des conduites de refoulement :

Tableau V.4 : Caractéristiques des conduites de refoulement

Conduite	Longueur (m)	Hg (m)	Débit (l/s)	Matériau
C2(F1kerfouf -R4)	6536	154	5	PEHD
C3(Sp-R500 m ³)	25274	115,36	30	PEHD
C4 (R500-R1000 m ³)	1136	33,6	30	PEHD

On calcule le diamètre économique de chaque conduite.

- **Conduite C2 (F1 kerfouf - R4)**

Tableau V.5 : Données de départ de la conduite C2

$Q_{\text{pompe}} \text{ (m}^3/\text{j)}$	$Q_{\text{pompe}}/\text{Tf}$	CTP_{R4}	Nd F1	L(m)	$\varepsilon \text{ (m)}$	Tf(h)	Prix Kwh
432	36	795	641	6536	0.01	12	4.633

Calcul de la hauteur manométrique total**Tableau V.6 : La hauteur manométrique total de la conduite C2**

DN (mm)	Dint	V (m/s)	ε (mm)	λ	$\Delta \text{HL(m)}$	$\Delta \text{Hs(m)}$	$\Delta \text{HT(m)}$	Hg	HMT (m)
125	110,2	1,048	0,01	0,0119	39,778	3,97789	43,756	154	197,756
160	141	0,640	0,01	0,0114	11,080	1,10805	12,188	154	166,188
200	176,2	0,410	0,01	0,0109	3,4915	0,34915	3,8406	154	157,840
250	220,4	0,262	0,01	0,0105	1,0955	0,10955	1,2051	154	155,2051
315	277,6	0,165	0,01	0,0101	0,3319	0,03319	0,3651	154	154,3651
400	352,6	0,102	0,01	0,0097	0,0963	0,00963	0,1060	154	154,1060
500	440,6	0,065	0,01	0,0093	0,0304	0,00304	0,0335	154	154,0335

Calcul du frais d'investissement amortis

Le tableau ci-après représente le frais d'investissement de la conduite C2 :

Tableau V.7 : Le frais d'investissement de la conduite C2

Frais d'investissement amortis							
DN (mm)	Dint (mm)	Lref (m)	A	Pu (DA)	Pt (DA)	Fam (DA)	Finv (DA)
125	110,2	6536	0,089	830	5424880	482814,32	5907694,32
160	141	6536	0,089	1290	8431440	750398,16	9181838,16
200	176,2	6536	0,089	1940	12679840	1128505,76	13808345,76
250	220,4	6536	0,089	3090	20196240	1797465,36	21993705,36
315	277,6	6536	0,089	4950	32353200	2879434,8	35232634,8
400	352,6	6536	0,089	7600	49673600	4420950,4	54094550,4
500	440,6	6536	0,089	12000	78432000	6980448	85412448

Calcul du frais d'exploitation

Le tableau suivant représente le frais d'exploitation de la conduite C2 :

Tableau V.8 : Le frais d'exploitation de la conduite C2

Frais d'exploitation					
DN (mm)	Dint (mm)	t (heures)	Pabs (kw)	E (kwh)	Fex (DA)
125	110,2	12	24,24993248	106214,7043	492092,7249
160	141	12	20,37888166	89259,50168	413539,2713
200	176,2	12	19,35521379	84775,83639	392766,45
250	220,4	12	19,03203231	83360,30153	386208,277
315	277,6	12	18,92902814	82909,14325	384118,0607
400	352,6	12	18,89725053	82769,95733	383473,2123
500	440,6	12	18,88836053	82731,0191	383292,8115

Calcul du bilan économique

Le tableau ci-après représente le cout total de la conduite C2 :

Tableau V.9 : Le bilan économique de la conduite C2

Dext(mm)	Dint (mm)	Frais inv(DA)	Frais exp(DA)	Bilan (DA)
125	110,2	5907694,32	492092,7249	6399787,045
160	141	9181838,16	413539,2713	9595377,431
200	176,2	13808345,76	392766,45	14201112,21
250	220,4	21993705,36	386208,277	22379913,64
315	277,6	35232634,8	384118,0607	35616752,86
400	352,6	54094550,4	383473,2123	54478023,61
500	440,6	85412448	383292,8115	85795740,81

Le diamètre économique correspond au total des frais le plus faible mais avec une vitesse admissible (1 à 3m/s).

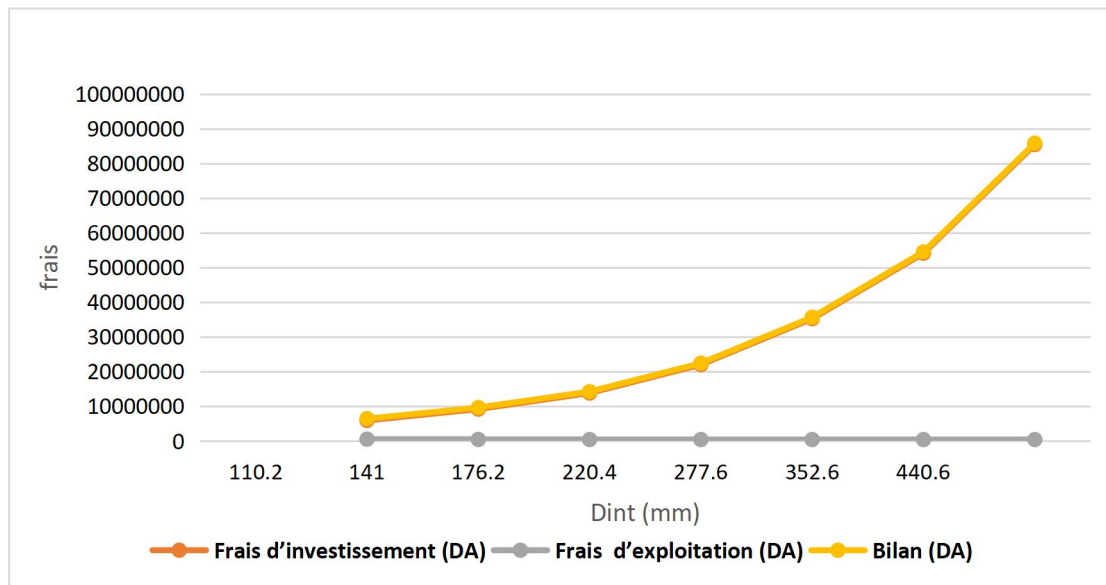


Figure V.2 : Coût total (frais d'exploitation + frais d'investissement) en fonction du diamètre de la conduite C2

On prend un diamètre économique $D = 125$ mm, pour un cout de 6399787,045DA, avec une vitesse $V = 1,04$ m/s.

- **Conduite C3 (SP Chahbounia -R500 m3)**

Tableau V.10 : Données de départ de la conduite C3

$Q_{\text{pompe}}(\text{m}^3/\text{j})$	Q_{pompe}/T_f	CTP ₅₀₀	CP _{SP}	L(m)	$\varepsilon(\text{m})$	Tf(h)	Prix KWh
2592	129,6	782,92	667,79	25274	0.01	20	4.633

Calcul de la hauteur manométrique total

Tableau V.11 : La hauteur manométrique total de la conduite C3

DN (mm)	Dint	V (m/s)	ε (m)	λ	$\Delta H_L(\text{m})$	$\Delta H_s(\text{m})$	$\Delta H_T(\text{m})$	Hg	HMT (m)
125	110,2	3,776	0,01	0,0119	1993,5	199,3518	2192,8	115,1	2308,000
160	141	2,306	0,01	0,0114	555,30	55,53022	610,83	115,1	725,9624
200	176,2	1,477	0,01	0,0109	174,97	17,49777	192,47	115,1	307,6054
250	220,4	0,944	0,01	0,0105	54,972	5,490573	60,396	115,1	175,5263
315	277,6	0,595	0,01	0,0101	16,636	1,663647	18,300	115,1	133,4301
400	352,6	0,368	0,01	0,0097	4,8301	0,483010	5,3131	115,1	120,4431
500	440,6	0,236	0,01	0,0093	1,5271	0,152718	1,6799	115,1	116,8099

Calcul du frais d'investissement amortis

Le tableau ci-après représente le frais d'investissement de la conduite C3 :

Tableau V.12 : Le frais d'investissement de la conduite C3

Frais d'investissement amortis							
DN (mm)	Dint (mm)	Lref (m)	A	Pu (DA)	Pt (DA)	Fam (DA)	Finv (DA)
125	110,2	25274	0,089	830	1018,866605	7437726,217	34458985,56
160	141	25274	0,089	1290	320,4761211	2339475,684	10838790,84
200	176,2	25274	0,089	1940	135,7924436	991284,8379	4592622,654
250	220,4	25274	0,089	3090	77,48608788	565648,4416	2620649,23
315	277,6	25274	0,089	4950	58,90272695	429989,9067	1992143,238
400	352,6	25274	0,089	7600	53,16961227	388138,1696	1798244,14
500	440,6	25274	0,089	12000	51,56573361	376429,8553	1743999,52

Calcul du frais d'exploitation

Le tableau suivant représente les frais d'exploitation de la conduite C3 :

Tableau V.13 : Le frais d'exploitation de la conduite C3

Frais d'Exploitation					
DN (mm)	Dint (mm)	t (heures)	Pabs (kw)	E (kwh)	Fex (DA)
125	102.2	20	1018,866605	7437726,217	34458985,56
160	130.8	20	320,4761211	2339475,684	10838790,84
200	163.6	20	135,7924436	991284,8379	4592622,654
250	204.6	20	77,48608788	565648,4416	2620649,23
315	257.8	20	58,90272695	429989,9067	1992143,238
400	352,6	20	53,16961227	388138,1696	1798244,14
500	440,6	20	51,56573361	376429,8553	1743999,52

Calcul du bilan économique

Le tableau suivant représente le cout total de la conduite C3 :

Tableau V.14 : Le bilan économique de la conduite C3

Dext(mm)	Dint (mm)	Frais inv (DA)	Frais exp (DA)	Bilan (DA)
125	110,2	5907694,32	34458985,56	40366679,88
160	141	9181838,16	10838790,84	20020629
200	176,2	13808345,76	4592622,654	18400968,41
250	220,4	21993705,36	2620649,23	24614354,59
315	277,6	35232634,8	1992143,238	37224778,04
400	352,6	54094550,4	1798244,14	55892794,54
500	440,6	85412448	1743999,52	87156447,52

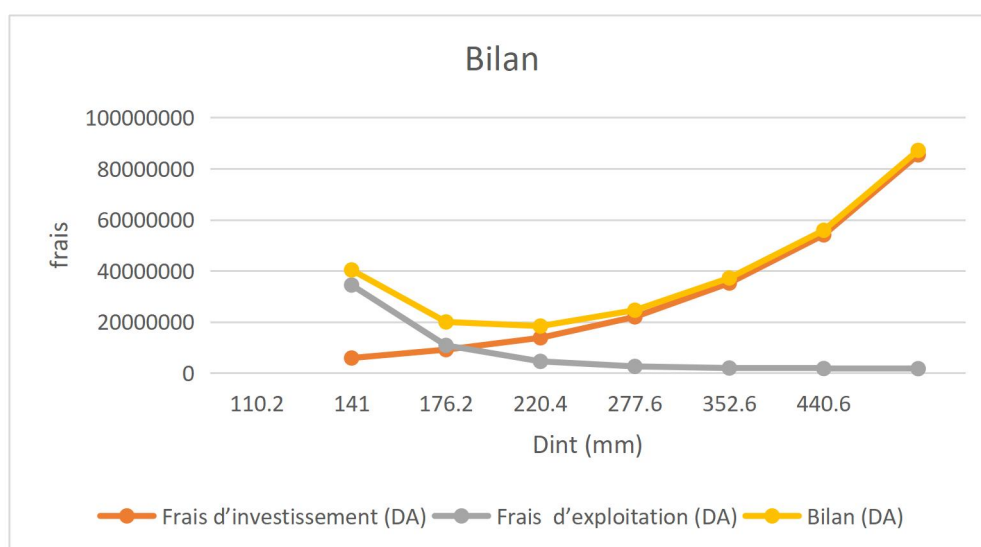


Figure V.3 : Cout total (frais d'exploitation + frais d'investissement) en fonction du diamètre de la conduite C3

On prend un diamètre économique $D = 200$ mm, pour un cout de 18400968,41DA, avec une vitesse $V = 1,47$ m/s .

- Conduite C4 (SP2-R1000 m3)

Nous disposons d'une configuration comprenant deux réservoirs : R-500, situé à une altitude de 782,92 m, et R-1000, à 817 m.

L'objectif est de transférer un débit constant de 30 L/s depuis la première station de pompage de Chahbounia vers un réservoir projeté, actuellement en cours de réalisation. La différence d'altitude entre les points impose une Hauteur Manométrique Totale (HMT) d'environ 40 m, ce qui justifie l'installation d'une station de pompage.

J'ai donc choisi d'implanter cette station immédiatement en aval du réservoir R-500, afin de bénéficier de plusieurs avantages :

- ✓ Un bon amorçage de la pompe, grâce à la pression hydrostatique fournie par le réservoir amont ;
- ✓ Un meilleur rendement de fonctionnement, en limitant les pertes d'aspiration ;
- ✓ Une facilité d'entretien et d'accessibilité.

La pompe sera donc dimensionnée pour un débit de 30 L/s et une HMT de 40 m, conformément aux exigences hydrauliques de l'installation.

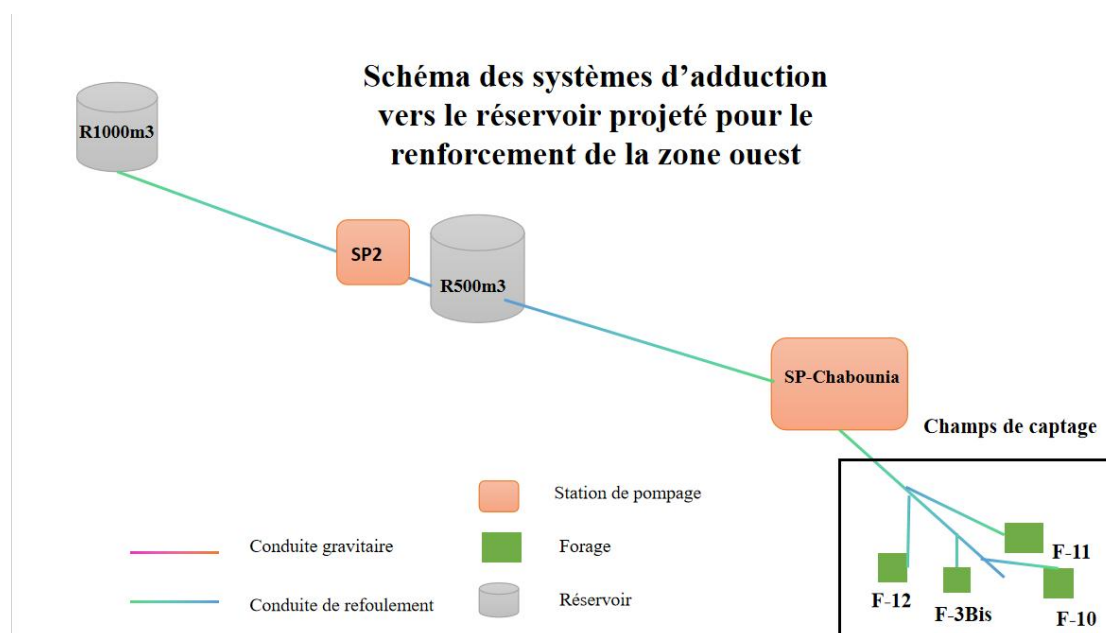


Figure V.4 : Schéma d'adduction vers le réservoir projeté

Tableau V.15 : Données de départ de la conduite C4

$Q_{\text{pompe}}(\text{m}^3/\text{j})$	$Q_{\text{pompe}}/\text{Tf}$	C _{Pe}	CTP 1000	L(m)	$\varepsilon(\text{m})$	Tf(h)	Prix KWh
2592	129,6	783,4	817	845,5	0.01	20	4.633

Calcul de la hauteur manométrique total

Tableau V.16 : La hauteur manométrique total de la conduite C4

DN (mm)	Dint (mm)	V (m/s)	ϵ (mm)	λ	ΔHL (m)	ΔHs (m)	ΔHT (m)	Hg (m)	HMT (m)
125	110,2	3,77	0,01	0,01195	66,68986	6,668986	73,358850	33,6	106,958
160	141	2,30	0,01	0,01142	18,57672	1,857672	20,434392	33,6	54,0343
200	176,2	1,47	0,01	0,01096	5,853591	0,585359	6,4389501	33,6	40,0389
250	220,4	0,94	0,01	0,01053	1,836780	0,183678	2,0204588	33,6	35,6204
315	277,6	0,59	0,01	0,01012	0,55654	0,055654	0,6122003	33,6	34,2122
400	352,6	0,36	0,01	0,00971	0,161583	0,016158	0,1777414	33,6	33,7777
500	440,6	0,23	0,01	0,00935	0,051089	0,005108	0,0561985	33,6	33,6561

Calcul du frais d'investissement amortis

Le tableau ci-après représente le frais d'investissement de la conduite C4 :

Tableau V.17 : Le frais d'investissement de la conduite C4

Frais d'investissement amortis							
DN (mm)	Dint (mm)	Lref (m)	A	Pu (DA)	Pt (DA)	Fam (DA)	Finv (DA)
125	110,2	845,5	0,089	830	701765	62457,085	764222,085
160	141	845,5	0,089	1290	1090695	97071,855	1187766,855
200	176,2	845,5	0,089	1940	1640270	145984,03	1786254,03
250	220,4	845,5	0,089	3090	2612595	232520,955	2845115,955
315	277,6	845,5	0,089	4950	4185225	372485,025	4557710,025
400	352,6	845,5	0,089	7600	6425800	571896,2	6997696,2
500	440,6	845,5	0,089	12000	10146000	902994	11048994

Calcul du frais d'exploitation

Le tableau suivant représente le frais d'exploitation de la conduite C4 :

Tableau V.18 : Le frais d'exploitation de la conduite C4

Frais d'exploitation					
DN (mm)	Dint (mm)	t (heures)	Pabs (kw)	E (kwh)	Fex (DA)
125	110,2	20	47,43770968	346295,2807	1604386,035
160	141	20	24,0742075	175741,7147	814211,3643
200	176,2	20	17,89591956	130640,2128	605256,1057
250	220,4	20	15,94537656	116401,2489	539286,986
315	277,6	20	15,32370086	111863,0163	518261,3543
400	352,6	20	15,13190896	110462,9354	511774,7797
500	440,6	20	15,07825384	110071,253	509960,1154

Calcul du bilan économique

Le tableau suivant représente le coût total de la conduite C4 :

Tableau V.19 : Le bilan économique de la conduite C4

Dext(mm)	Dint (mm)	Frais inv (DA)	Frais exp (DA)	Bilan (DA)
125	110,2	764222,085	1604386,035	2368608,12
160	141	1187766,855	814211,3643	2001978,219
200	176,2	1786254,03	605256,1057	2391510,136
250	220,4	2845115,955	539286,986	3384402,941
315	277,6	4557710,025	518261,3543	5075971,379
400	352,6	6997696,2	511774,7797	7509470,98
500	440,6	11048994	509960,1154	11558954,12

Le diamètre économique correspond au total des frais le plus faible mais avec une vitesse admissible (1 à 3m/s).

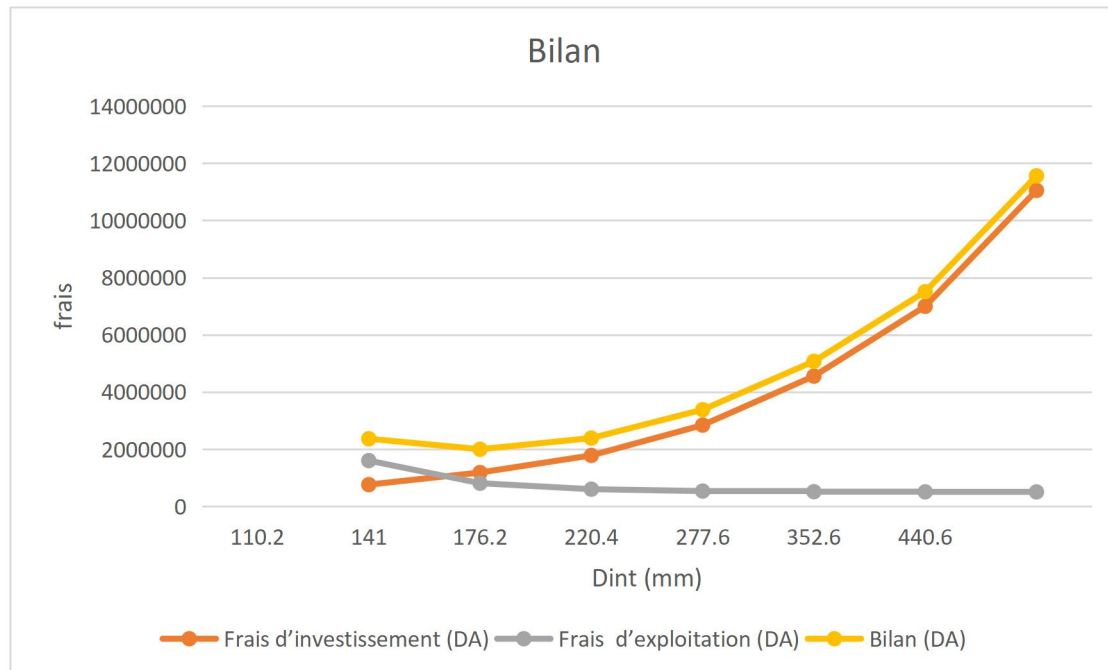


Figure V.5 : Cout total (frais d'exploitation + frais d'investissement) en fonction du diamètre de la conduite C4

On prend un diamètre économique $D = 200$ mm, pour un cout de 2391510,136 DA, avec une vitesse $V = 1.47$ m/s.

V.7. Station de pompage SP-Chahbounia

V.7.1. Choix du type de la pompe

Le choix du type de pompe dépend principalement du **débit à refouler (Q)** et de la **hauteur manométrique totale (HMT)** à assurer. Il doit répondre à plusieurs critères techniques afin d'optimiser les performances et l'intégration dans le système :

❖ Critères de sélection

- **Assurer le débit (Qappelé) et la HMT** : la pompe choisie doit satisfaire les exigences hydrauliques du système.
- **Meilleur rendement possible** : pour réduire les pertes d'énergie et maximiser l'efficacité.
- **Respect de la condition de non-cavitation** : vérifier que la NPSH disponible est suffisante pour éviter la cavitation.

- **Faible encombrement et poids réduit** : pour faciliter l'installation et limiter les contraintes structurelles.
- **Puissance absorbée minimale** : pour réduire la consommation énergétique.
- **Vitesse de rotation élevée** : permet une réduction de la taille de la pompe pour un même débit.
- **Fabrication en série** : privilégier un modèle courant pour bénéficier d'un coût réduit et d'une disponibilité rapide des pièces.

En effet, le choix d'une pompe consiste à identifier, à l'aide des catalogues des fabricants, les modèles capables de fournir le débit et la hauteur d'élévation souhaités.

Il existe plusieurs types de pompes, parmi lesquels on distingue principalement :

- **La pompe centrifuge.**
- **La pompe volumétrique.**
- **La turbopompe.**

V.7.2. Choix du nombre de pompes

Le choix du nombre de pompes à installer dépend de plusieurs critères techniques visant à optimiser le fonctionnement et la performance de l'installation. Les principaux critères sont :

- Utiliser le nombre minimal de pompes nécessaires.
- Assurer un bon rendement global du système.
- Minimiser la charge nette d'aspiration requise (NPSHr).
- Opter pour une vitesse de rotation plus élevée (tr/min).
- Réduire le nombre d'étages (dans le cas des pompes multicellulaires).
- Minimiser la puissance absorbée.

V.7.3. Courbe caractéristique d'une conduite de refoulement

La courbe caractéristique d'une conduite est une courbe qui représente la variation totale des pertes de charge en fonction du débit. Cette courbe est donnée par la formule suivante :

$$H_c = H_g + R \cdot Q^2 \quad (\text{V.22})$$

Avec :

H_g : Hauteur géométrique(m).

- R : Résistance de la conduite, elle est donnée par la formule suivante :

$$R = \frac{8 \times \lambda \times L}{g \times \pi^2 \times D^5} \quad (\text{V.23})$$

Avec :

λ :Coefficient de perte de charge.

L:Longueur de la conduite(m).

g :Accélération de la pesanteur ($g=9.81\text{m/s}^2$)

D:Diamètre de la conduite (m).

V.7.4. Caractéristique de la pompe

V.7.4.1. Point de fonctionnement

Le point de fonctionnement de la pompe P_F est donné par l'intersection de la courbe caractéristique de la pompe (fournie par le constructeur) et la courbe de caractéristique de la conduite de refoulement (fournie par l'installateur).

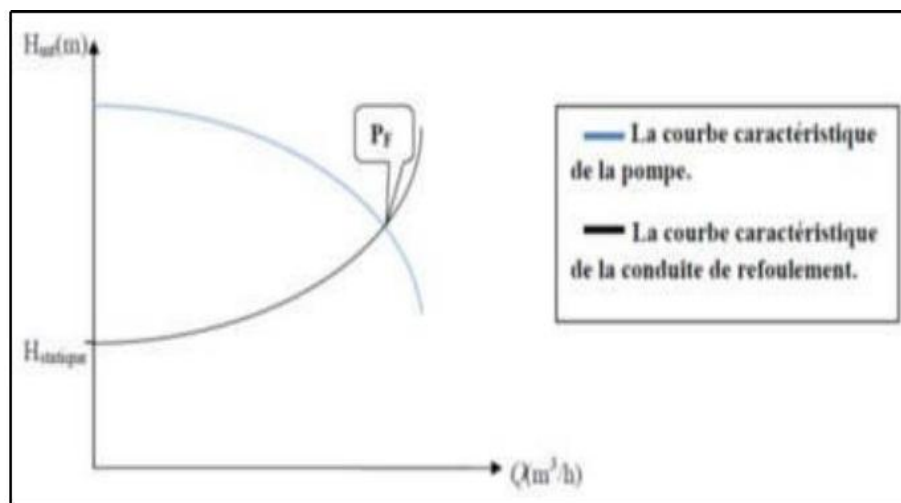


Figure V.6 : Détermination du point de fonctionnement de la pompe (Mokrane,2021)

❖ Choix des pompes

À l'aide du logiciel de sélection Caprari, on saisit les paramètres de fonctionnement requis, à savoir le débit 30 l/s, la hauteur manométrique totale 175,52 m, ainsi que le type de pompe souhaité.

Le logiciel génère alors une sélection de pompes correspondant aux critères spécifiés. Parmi les modèles proposés, nous retenons celui qui répond le mieux aux exigences

techniques et de performance. Les résultats obtenus à l'issue de cette sélection sont présentés dans le tableau ci-contre.

Tableau V.20 : Résultat de choix des pompes

Nbr pompes	Type de pompe	Q (l/s)	Nom de pompe	Qp (l/s)	Hp (m)	η (%)	Pabs (kw)	N (tr/min)	(NPSH)r (m)	Nbr Étage
1	Monobloc	30	PM 100/3C	30,1	176	77	69,2	1450	3,03	03
2		15	PM 100/10A	16,3	186	75,3	39,6	1450	1,9	10
3		10	HMU50/5B	10,5	182	70,5	27,2	2950	2,2	05
4		7,5	HMU40/6A	7,58	177	70,6	18,5	2950	2,03	06
5		6	HMU40/6B	6,16	179	69,5	14,9	2950	1,97	06

Une comparaison entre les pompes N°1, N°2, N°3, N°4 et N°5, on mène à choisir la pompe N°1 et cela pour les raisons suivantes :

- Elle assure le débit et HMT demandés
- Elle possède le meilleur rendement par rapport aux autres pompes avec un nombre d'étage minimale.

V.7.4.2. Description de la pompe PM 100/3C

- Pompe centrifuge multicellulaire à arbre horizontal, conçue pour des pressions élevées;
- Roues, diffuseurs et corps d'aspiration : en fonte ;
- Corps de refoulement et corps intermédiaires : en fonte (PMS : en fonte sphéroïdale);
- Corps de refoulement avec pieds-supports de palier et orifice de commande orienté vers le haut ;corps d'aspiration avec orifice positionnable;
- Arbre en acier inoxydable entièrement protégé par une douille en acier inoxydable. Double palier ;

- Roulements à billes largement dimensionnés pour supporter les charges radiales et axiales dans les deux sens ;
- Garniture : presse-étoupe réglable, à faible coefficient de frottement;
- Hauteur d'arbre standard .

V.7.4.3. Données techniques

Tableau V.21 : Caractéristiques de la pompe de la station de pompage

Données techniques	Caractéristiques
Q(l/s)	30,1
H(m)	176
Rendement %	77
Puissance (KW)	69,2
Vitesse (tr/min)	1450
(NPSH) _r (m)	3,03
Diamètre de refoulement(mm)	DN 100 (UNI PN40)
Raccord d'aspiration (mm)	DN 125 (UNI PN25)
Nombre de pompe	1+1(de secours)

Tableau V.22 : Caractéristiques du moteur de la station de pompage

Moteur	Données techniques
N. pôles	2
Fréquence (Hz)	50
Puissance moteur (KW)	75
Monophasé / Triphasé	3~
Tension nominale (V)	400
Vitesse nominale (tr/min)	2950

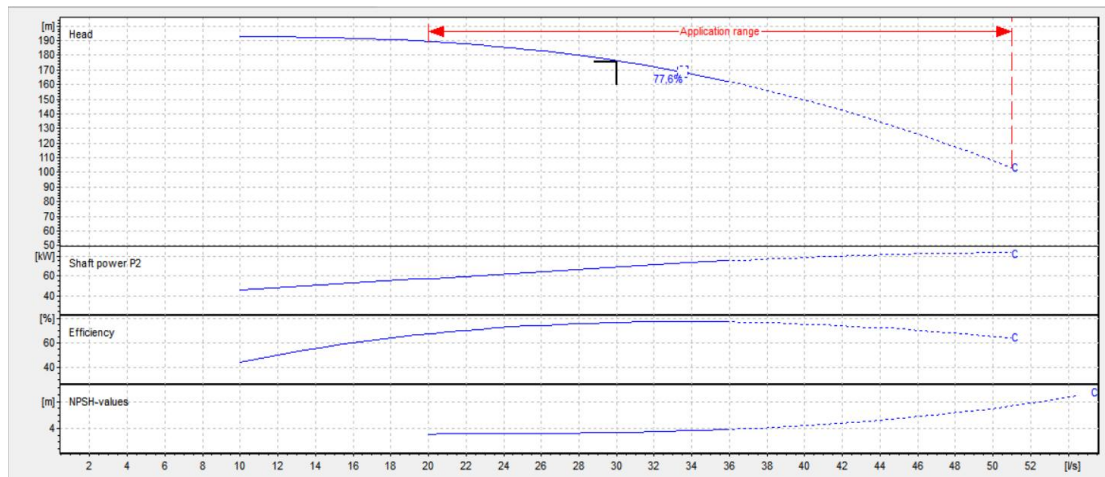


Figure V. 7 : Les courbes caractéristiques de la pompe de la station de pompage

V.7.5. La courbe caractéristique de la conduite de la station de pompage

Tableau V.23 : Caractéristiques de la conduite de la station de pompage

Q (l/s)	L (m)	HMT (mce)	Hg (m)	D (mm)	λ
30	25274	175,52	115,1	176,2	0,0114

Selon la formule : (V.22) $R = 140175$

Alors :

$$- H_c = 115,1 + 140175 \times Q^2$$

Tableau V. 24 : Variation de la charge (conduite de refoulement et pompe) en fonction du débit

Q(l/s)	H _c (m)	H _p (m)	Q(l/s)	H _c (m)	H _p (m)
0	115,10	196	28	224,99	180
2	115,66	195	30	241,25	176
4	117,34	195	32	258,63	172
6	120,14	194	34	277,14	167
8	124,07	194	36	296,76	162
10	129,11	193	38	317,51	156
12	135,28	193	40	339,38	149

14	142,57	193	42	362,36	142
16	150,98	192	44	386,47	135
18	160,51	191	46	411,71	126
20	171,17	190	48	438,06	117
22	182,94	188	50	465,53	108
24	195,84	186	52	494,13	/
26	209,85	183	/	/	/

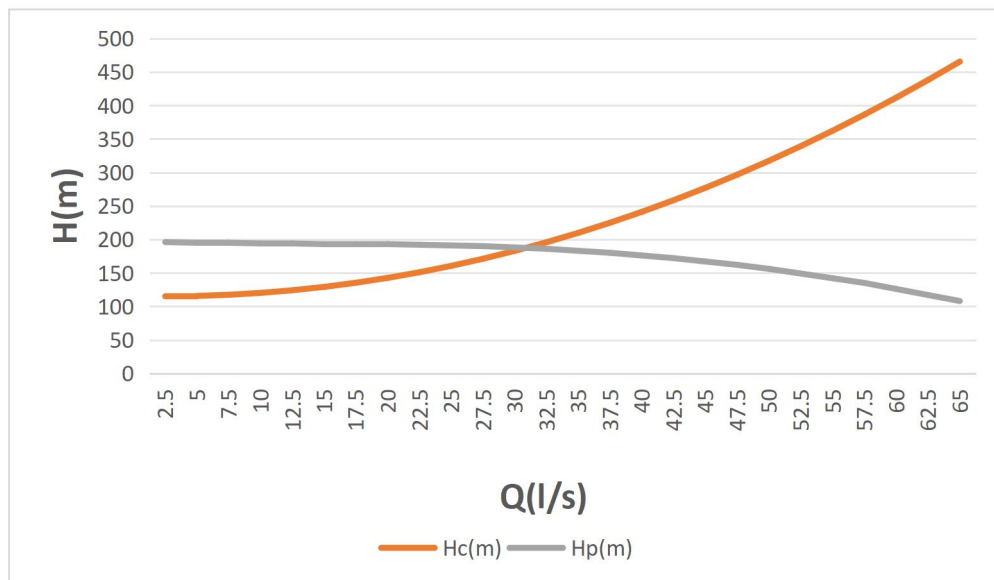


Figure V.8 : Courbe représentant le point de fonctionnement de la pompe de la station de pompage

D'après le graphe on peut déterminer la hauteur de point fonctionnement H_p , ainsi que le débit de ce point de fonctionnement Q_p .

- $H_p = 178$ m.
- $Q_p = 31,2$ l/s.

Remarque

Le débit de point de fonctionnement Q_p appartient à la plage de bon fonctionnement définie par $((-10\%+1) Q_{pf} < \text{Plage de bon fonctionnement} < (+10\%+1) Q_{pf})$.

V.7.6. Les frais annuels d'énergie

Tableau V.25 : Frais annuels totaux des installations

La station	Direction	Puissance du moteur (KW)	Temps de pompage (h)	E(KWh)	FA(DA)
SP-Chahbounia	Réservoir d'alimentation	75	20	547500	2536567,5
Total				3084067,5	

Tableau V.26 : Résultats finals du dimensionnement de la station de pompage

Station	Type de pompe	Référence	Q (l/s)	H(m)	P _{pompe} (KW)	P _{moteur} (KW)	H (%)	(NPSH) _r (m)	V _{rotation} (tr/min)	FA (DA)
SP-Chahbounia	Pompe Centrifuge multicellulaire à axe horizontal	PM100/3C	31,2	178	69,2	75	77	3,03	1450	3084068

V.7.7. Dimensionnement des équipements en amont de la pompe

• Méthode 01

Pour cette méthode on propose le Da selon da et on calcule la vitesse d'écoulement de l'aspiration Va :

$$Da > da \text{ (mm)}$$

- da : Diamètre de la tubulure d'aspiration (donner par le fournisseur de pompe).
- Da : Diamètre de la conduite d'aspiration.

On doit vérifier que: $0,5 \text{ m/s} \leq Va \leq 1,5 \text{ m/s}$.

$$Va = \frac{4 \times Q}{\pi \times Da^2} \quad (\text{V.24})$$

$$Q = \frac{Qf}{np} \quad (V.25)$$

np : Nombre des pompes principales.

Tableau V.27 : Equipements en amont de la pompe

Q (m ³ /s)	da (mm)	Da (mm)	Va (m/s)
0,03	150	200	0,95

$0,5 \text{ m/s} \leq Va = 0,95 \leq 1,5 \text{ m/s}$.

Alors la condition est vérifiée donc $Da=200 \text{ mm}$.

- **Méthode 02**

Pour la deuxième méthode on fixe la vitesse Va et on calcule Da .

On doit vérifier que : $Da > da$

$$Da = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times Va}} \quad (V.26)$$

Remarque

Le nombre des conduites d'aspiration est égale au nombre des pompes installés dans notre cas on a une seule pompe.

V.8. Station de pompage projeté

❖ Choix des pompes

De même manière et à l'aide du logiciel de sélection Caprari, on saisit les paramètres de fonctionnement requis, à savoir le même débit de 30 l/s, la hauteur manométrique totale 40 m, ainsi que le type de pompe souhaité.

Les résultats obtenus à l'issue de cette sélection sont présentés dans le tableau ci-contre :

Tableau V.28 : Résultat de choix des pompes de la station projeté

Nbr de pompes	Type de pompe	Q (l/s)	Nom de pompe	Qp (l/s)	Hp (m)	η (%)	Pabs (kw)	N (tr/min)	(NPSH)r (m)	Nbr étage
1	Monobloc	30	PM 125/2C	31,9	41,2	74,2	17,4	1450	1,65	02

2		15	PM 100/3C	16,5	41,8	75,2	9,17	1450	1,9	03
3		10	PM80/3A	9,93	39,9	71	5,49	1450	2,26	03
4		7,5	HMU50/5A	7,24	39,4	71,2	3,91	1450	1,76	04
5		6	HMU50/4A	5,75	39,3	70,2	3,17	2950	1,77	04

Une comparaison entre les pompes N°1, N°2, N°3, N°4 et N°5, on mène à choisir la pompe N°1 et cela pour les raisons suivantes :

- Elle assure le débit et HMT demandés
- Elle possède la puissance absorbée minimale avec un nombre minimal de pompes et d'étage.
- NPSHr minimale.

V.8.1. Description de la pompe PM 125/2C

- Pompe centrifuge multicellulaire à arbre horizontal, conçue pour des pressions élevées ;
- Roues, diffuseurs et corps d'aspiration : en fonte ;
- Corps de refoulement et corps intermédiaires : en fonte (PMS : en fonte sphéroïdale);
- Corps de refoulement avec pieds-supports de palier et orifice de commande orienté vers le haut ; corps d'aspiration avec orifice positionnable ;
- Arbre en acier inoxydable entièrement protégé par une douille en acier inoxydable. Double palier ;
- Roulements à billes largement dimensionnés pour supporter les charges radiales et axiales dans les deux sens ;
- Garniture : presse-étoupe réglable, à faible coefficient de frottement ;
- Hauteur d'arbre standard .

V.8.2. Données techniques

Tableau V.29 : Caractéristiques de la pompe de la station de pompage projeté

Données techniques	Caractéristiques
Q(l/s)	31,95

H(m)	41,2
Rendement %	74,2
Puissance (KW)	17,4
Vitesse (tr/min)	1450
(NPSH) _r (m)	1,65
Diamètre de refoulement(mm)	DN 125 (UNI PN40)
Raccord d'aspiration (mm)	DN 150 (UNI PN25)
Nombre de pompe	1+1(de secours)

Tableau V.30 : Caractéristiques du moteur de la station de pompage projeté

Moteur	Données techniques
N. pôles	4
Fréquence (Hz)	50
Puissance moteur (KW)	18,5
Monophasé / Triphasé	3~
Tension nominale (V)	400
Vitesse nominale (tr/min)	1450

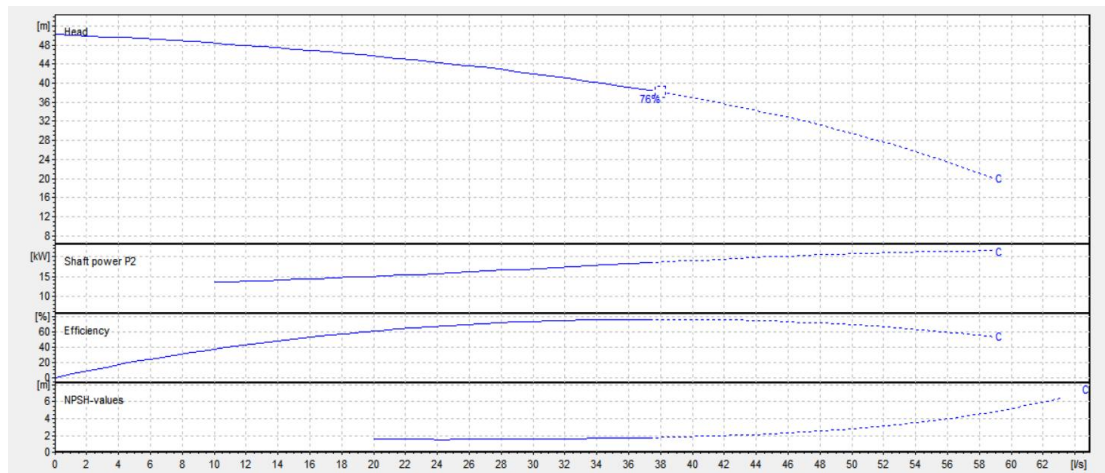


Figure V.9 : Les courbes caractéristiques de la pompe de la station de pompage projeté

V.8.3. La courbe caractéristique de la conduite de la station de pompage projeté

Tableau V.31 : Caractéristiques de la conduite de la station de pompage projeté

Q (l/s)	L (m)	HMT (mce)	Hg (m)	D (mm)	λ
30	1136	40	34,1	176,2	0,01096

Selon la formule : (V.22) $R = 6075,32$

Alors :

$$- H_c = 34,1 + 6075,320 \times Q^2$$

Tableau V.32 : Variation de la charge (conduite de refoulement et pompe) en fonction du débit

Q(l/s)	H _c (m)	H _p (m)	Q(l/s)	H _c (m)	H _p (m)
0	34,10	50,2	22	37,04	45,1
2	34,12	50	24	37,59	44,4
4	34,19	49,6	26	38,21	43,6
6	34,3	49,3	28	38,86	42,9
8	34,49	48,8	30	39,57	42
10	34,71	48,4	32	40,32	41,1
12	34,97	47,9	34	41,12	40,1

14	35,29	47,4	36	41,97	39,2
16	35,65	46,9	38	42,87	38,1
18	36,07	46,3	40	43,82	38,1
20	36,53	45,7	/	/	/

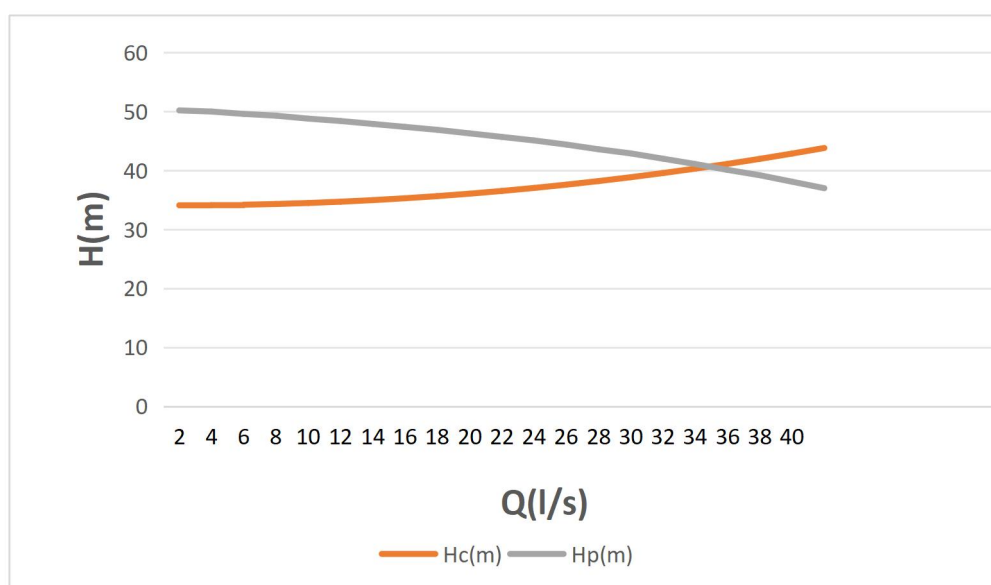


Figure V.10 : Courbe représentant le point de fonctionnement de la pompe de la station de pompage projeté

D'après le graphe on peut déterminer la hauteur de point fonctionnement H_p , ainsi que le débit de ce point de fonctionnement Q_p .

- $H_p = 40,1$ m.
- $Q_p = 34$ l/s.

Remarque

Le débit de point de fonctionnement Q_p appartient à la plage de bon fonctionnement définie par $((-10\%+1) Q_{pf} < \text{Plage de bon fonctionnement} < (+10\%+1) Q_{pf})$.

V.8.4. Les frais annuels d'énergie

Tableau V.33 : Frais annuels totaux des installations de la nouvelle station

La station	Direction	Puissance du moteur(KW)	Temps de pompage (h)	E(KWh)	F _A (DA)
------------	-----------	-------------------------	----------------------	--------	---------------------

SP- Chahbounia	Réservoir d'alimentation	18,5	20	135050	625686,65
Total				760736,65	

Tableau V.34 : Résultats finals du dimensionnement de la station de pompage projeté

Station	Type de pompe	Référence	Q (l/s)	H(m)	P _{pompe} (KW)	P _{moteur} (KW)	η(%)	(NPSH) _r (m)	V _{rotation} (tr/min)	FA (DA)
SP- Projeté	Pompe Centrifuge multicellul aire à axe horizontal	PM125/2C	34	40,1	17,4	18,5	74,2	1,65	1450	760737

V.8.5. Dimensionnement des équipements en amont de la pompe**Méthode 01**

Pour cette méthode on propose le Da selon da et on calcule la vitesse d'écoulement de l'aspiration Va:

$$Da > da \text{ (mm)}$$

- da : Diamètre de la tubulure d'aspiration (donner par le fournisseur de pompe).
- Da : Diamètre de la conduite d'aspiration.

On doit vérifier que : $0,5 \text{ m/s} \leq Va \leq 1,5 \text{ m/s}$.

On utilisant les formules précédentes (V.23) et (V.24) on trouve :

Tableau V.35 : Equipement en amont de la pompe

Q (m³/s)	da (mm)	Da (mm)	Va (m/s)
0,03	150	200	0,95

$$0,5 \text{ m/s} \leq Va = 0,95 \leq 1,5 \text{ m/s}.$$

Alors la condition est vérifiée donc : $D_a=200$ mm.

V.9. Détermination de la valeur du coup de bélier

Pour évaluer les pressions en régime transitoire, il est d'abord nécessaire de calculer la célérité d'onde de pression, puis d'terminer la valeur du coup de bélier ,en se basant sur les formules suivantes :

V.9.1. La célérité d'onde

$$a = \sqrt{\frac{\frac{K}{\rho}}{1 + \frac{K \times D}{E \times e}}} \quad (\text{V.27})$$

Avec :

a : La célérité d'onde en (m/s) ;

K: Module d'élasticité de l'eau ($K=2 \times 10^9$ Pa)

ρ : Masse volumique de l'eau ($\rho = 10^3$ Kg/m³)

D: Diamètre intérieur de la conduite en (mm)

E: Module de Young du matériau de la conduite en (PEHD = $1,2 \times 10^9$ Pa)

e: L'épaisseur de la conduite en (mm) .

V.9.2. Coup de bélier

$$b = \pm \frac{a \times v_0}{g} \quad (\text{V.28})$$

Avec :

b : Valeur de coup de bélier en (mce) ;

a : La célérité d'onde en (m/s) ;

v_0 : La vitesse d'écoulement en régime permanent en (m/s) ;

g :La force de gravité en (m²/s) .

Ensuite, il faut déterminer la hauteur géométrique de chaque adduction puis nous identifierons les valeurs de pression maximale et minimale.

V.9.3. La hauteur géométrique

$$Hg = Cpe - Ctp \quad (V.29)$$

Et pour le cas du forage on a :

$$Hg = Ctp - Nd \quad (V.30)$$

Avec :

Hg: Hauteur géométrique en (m) ;

Cpe: Cote du plan d'eau de la station de pompage en (m) ;

Ctp: Cote de trop plein du réservoir en (m) ;

Nd: Niveau dynamique en (m) .

V.9.4. La pression maximale

$$p = Hg + b \quad (V.31)$$

V.9.5. La pression minimale

$$p = Hg - b \quad (V.32)$$

L'ensemble des résultats relatifs à chaque adduction a été synthétisé dans le tableau suivant :

Tableau V.36 : Caractéristiques de coup de bélier pour chaque conduite d'adduction

Adduction	F1 Kkerfouf -R4	Sp-R500	SP2 - R1000
Célérité d'onde	278,31	279,08	279,08
Coup de bélier	29,5	41,81	41,81
Pression maximale	183,5	152	75,92
Pression minimale	124,5	73,2	Dépression

Les résultats indiquent un **risque de surpression significatif dans la conduite F1 Kerfouf - R4**, ce qui nécessite la mise en place de **dispositifs de protection** tels que des **soupapes de sécurité**, des **réservoirs à air anti-bélier**.

Une dépression a été observée sur le tronçon SP2 – R1000, indiquant que la pression locale est descendue en dessous de la pression atmosphérique. Ce phénomène peut être attribué à plusieurs facteurs combinés, notamment un coup de bélier important (41,81 mCE), provoqué par une fermeture rapide de vanne ou une variation brutale de débit, entraînant une chute soudaine de la pression.

V.10. Détermination du volume du réservoir d'air anti-bélier

Le dimensionnement du réservoir d'air anti-bélier, peut être réalisé à l'aide de la méthode de Vibert, qui permet de déterminer le volume d'air nécessaire à l'amortissement du coup de bélier.

V.10.1. Calcul de la charge statique absolue

$$Z_0 = Hg + 10 \quad (\text{V.33})$$

V.10.2. Calcul de la charge maximale absolue

$$Z_{\max} = Z_0 + b \quad (\text{V.34})$$

V.10.3. Calcul de la hauteur piézométrique dynamique à l'entrée

$$h_0 = \frac{V_0^2}{2g} \quad (\text{V.35})$$

Tableau V.37 : Caractéristiques des conduites de refoulements

Caractéristiques	F1 Kkerfouf -R4	SP2 - R1000
L (m)	6536	845,5
S (m ²)	0,0095	0,024
Hg (m)	154	33,6
b (mce)	29,5	41,81
V ₀ (m/s)	1,04	1,47
Z ₀ (m)	164	43,6
Z _{max} (m)	193,5	85,41
h ₀	0,005	0,110
$\frac{h_0}{Z_0}$	$3,35 \times 10^{-4}$	$2,52 \times 10^{-3}$
$\frac{Z_{\max}}{Z_0}$	1,18	1,96

À partir de l'abaque de Vibert (voir **Annex V.1**), on introduit les valeurs de $\frac{h_0}{Z_0}$ et

$\frac{Z_{\max}}{Z_0}$, puis on en déduit $\frac{Z_{\min}}{Z_0}$ et $\frac{U_0}{LS}$

L'ensemble des résultats relatifs à chaque adduction a été récapitulé dans le tableau suivant :

Tableau V.38 : Récapitulatif des résultats de l'abaque

Conduite d'adduction	$\frac{U0}{LS}$	$\frac{Z_{min}}{Z0}$	U0 (m³)	Zmin (m)	Umax _{maj} (m³)
F1 Kkerfouf -R4	$2,8 \times 10^{-2}$	0,85	1,73	139,40	3
SP2 - R1000	$1,5 \times 10^{-2}$	0,53	0,0304	23,11	1

Les volumes d'air des deux réservoirs anti-bélier sont respectivement de 3 m³ et 1 m³ .

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons d'abord mené une étude technico-économique approfondie pour déterminer le diamètre économique des conduites d'adduction, aussi bien pour la conduite de refoulement que pour la conduite gravitaire. Cette démarche a permis d'optimiser le rapport entre les coûts d'investissement et d'exploitation, garantissant ainsi une solution hydraulique fiable et économiquement viable pour le projet.

Par la suite, nous avons abordé la conception des stations de pompage en détaillant les principes fondamentaux qui assurent leur bon fonctionnement. L'étude a permis de dimensionner deux stations de pompage : la première, dédiée au transfert principal, et une seconde, conçue spécifiquement pour renforcer l'alimentation de la zone ouest de Lacl Bouaiche.

Le choix des équipements hydrauliques s'est porté sur des pompes centrifuges multicellulaires à axe horizontal, entraînées par des moteurs électriques asynchrones triphasés de même marque, assurant ainsi un fonctionnement optimal tout en maîtrisant les effets de cavitation. L'ensemble de ces choix vise à garantir la performance, la fiabilité et la pérennité du système de transfert hydraulique dans le cadre du projet global.

Chapitre VI : Projection du réseau d'AEP à l'horizon 2055

Introduction

Dans ce chapitre, nous concevons un nouveau réseau de distribution d'eau potable pour répondre aux besoins de la population de l'ACL. Cette conception comprend le dimensionnement du réseau, en déterminant ses caractéristiques hydrauliques telles que les vitesses d'écoulement, les pressions et les pertes de charge. Pour cela, une simulation est réalisée à l'aide du logiciel WaterCAD.

VI.1. Classification des réseaux

VI.1.1. Réseau ramifié

Un réseau ramifié est un réseau arborescent constitué d'une conduite principale et de conduites secondaires (ou branches). Ce type de réseau ne permet pas de distribution de retour : en cas de panne sur la conduite principale, toute la population située en aval se retrouve privée d'eau. De plus, les conduites secondaires, souvent en impasse, peuvent entraîner une stagnation de l'eau, favorisant ainsi la corrosion des conduites et le risque de contamination.

VI.1.2. Réseau maillé

Un réseau maillé est formé d'un ensemble de tronçons interconnectés permettant de former une ou plusieurs boucles fermées. Ce type de réseau assure une continuité de service en cas de défaillance d'un tronçon, grâce à la redondance des trajets. Toutefois, il présente une certaine complexité hydraulique, notamment en ce qui concerne la détermination des débits, des pertes de charge et du sens d'écoulement dans chaque tronçon, qui nécessitent des calculs par itérations.

VI.1.3. Réseau mixte

Le réseau mixte combine les caractéristiques des réseaux ramifiés et maillés. Il comprend des mailles dans les zones denses et stratégiques, et des branches pour alimenter les zones isolées ou périphériques de l'agglomération. Ce type de réseau permet d'optimiser les coûts tout en assurant une certaine sécurité de distribution.

VI.1.4. Réseau étagé

Le réseau étagé est utilisé dans les zones à forte variation topographique. Il est composé de plusieurs réseaux hydrauliquement indépendants, chacun desservant un niveau altimétrique différent. Ce découpage permet de mieux maîtriser les pressions et de limiter les risques de

suppression ou de sous-alimentation.

VI.2. Choix du type de réseau projeté

Dans notre cas, nous projetons un réseau de distribution de type maillé, en tenant compte de la répartition actuelle de l'agglomération ainsi que de ses extensions à long terme. Ce réseau visera à assurer une pression adéquate sur l'ensemble du territoire, afin de garantir une distribution d'eau potable efficace, continue et sécurisée pour l'ensemble des consommateurs.

VI.3. Choix du matériau de la canalisation

Le choix du matériau des conduites dépend de plusieurs critères : la nature du sol, la pression supportée, la disponibilité sur le marché et le prix économique.

On va utiliser dans ce projet le matériau PEHD (polyéthylène à haute densité) vu les avantages qu'elle présente :

- Très bonne étanchéité.
- Résistance à la corrosion.
- Cout intéressant pour les petits et moyens diamètres.
- Faciliter de transport et de pose.

VI.4. Calcul hydraulique du réseau projeté

Le calcul hydraulique se fera pour deux cas :

- Cas de pointe
- Cas de pointe plus incendie

VI.4.1. Détermination des débits du réseau de distribution

Pour calculer les différents débits dans un réseau maillé, il est nécessaire de déterminer les longueurs des tronçons du réseau, puis de calculer les débits en transit, le débit spécifique ainsi que les débits nodaux, à l'aide des formules (III.1), (III.3) et (III.4) présentées dans le chapitre III.

VI.4.1.1. Débit spécifique

$$Q_{sp} = \frac{Q_{ri}}{\sum L_i} \text{ (l/s/ml)} \quad \text{(VI.1)}$$

Avec :

Q_{rte} : Débit en route en (l/s)

ΣLi : Somme des longueurs des tronçons qui assurent le service en route

$$Q_{rte} = Q_{pt} - \sum Q_{conc} \text{ (l/s)} \quad (\text{VI.2})$$

Q_{conc} : Débit concentré = 0.

VI.4.1.2. Débit en route

$$Q_r = qsp \times Li \text{ (l/s)} \quad (\text{VI.3})$$

VI.4.1.3. Débit au nœud

Débit au nœud ou débit au point de jonction de deux ou plusieurs conduites, il désigne le débit alimentant la population, il est déterminé comme suit :

$$Q_n = 0.5 \times \sum Q_r + \sum Q_c \text{ (l/s)} \quad (\text{VI.4})$$

On a :

$$\sum Li = 5820 \text{ m}$$

$$Q_{maxh} = 49 \text{ l/s}$$

$$Q_{sp} = 0,008419244 \text{ l/s/m}$$

Les tableaux suivants représentent les valeurs des débits en route et les débits nodaux du réseau :

❖ Cas de pointe

Tableau VI.1 : Valeurs des débits en route et aux nœuds en cas de pointe

Noeuds	Tronçon	Longeurs	Qsp	Qr	Qn
		(m)	(l/s/m)	(l/s)	(l/s)
N1	1-2	124	0,008419244	1,043986254	1,55
	1-5	245		2,062714777	
N2	1-2	124	0,008419244	1,043986254	1,88
	2-3	322		2,710996564	
N3	2-3	322	0,008419244	2,710996564	2,94
	3-4	160		1,347079038	
	3-10	216		1,818556701	

N4	3-4	160	0,008419244	1,347079038	1,55
	4-5	112		0,942955326	
	4-6	97		0,816666667	
N5	1-5	245	0,008419244	2,062714777	1,50
	4-5	112		0,942955326	
N6	4-6	97	0,008419244	0,816666667	2,12
	6-7	408		3,435051546	
N7	6-7	408	0,008419244	3,435051546	3,26
	7-8	180		1,515463918	
	7-16	186		1,565979381	
N8	7-8	180	0,008419244	1,515463918	3,54
	8-9	180		1,515463918	
	8-13	481		4,049656357	
N9	8-9	180	0,008419244	1,515463918	2,62
	9-10	142		1,195532646	
	9-11	301		2,53419244	
N10	3-10	216	0,008419244	1,818556701	1,51
	9-10	142		1,195532646	
N11	9-11	301	0,008419244	2,53419244	1,69
	11-12	102		0,858762887	
N12	11-12	102	0,008419244	0,858762887	2,74
	12-13	210		1,768041237	
	12--20	340		2,862542955	
N13	12-13	210	0,008419244	1,768041237	3,62
	8-13	481		4,049656357	
	13-14	170		1,431271478	
N14	13-14	170	0,008419244	1,431271478	2,91
	14-15	252		2,121649485	
	14-17	270		2,273195876	
N15	14-15	252	0,008419244	2,121649485	1,88
	15-16	195		1,641752577	
N16	15-16	195	0,008419244	1,641752577	1,60
	7-16/	186		1,565979381	

N17	14-17	270	0,008419244	2,273195876	2,38
	17-18	296		2,49209622	
N18	17-18	296	0,008419244	2,49209622	3,07
	18-19	433		3,645532646	
N19	18-19	433	0,008419244	3,645532646	3,50
	19-20	398		3,350859107	
N20	19-20	398	0,008419244	3,350859107	3,11
	12--20	340		2,862542955	

❖ Cas de pointe +incendie

Tableau VI.2 : Valeurs des débits en route et aux nœuds en cas de pointe+incendie

Noeuds	Tronçon	Longeurs	Qsp	Qr	Qn
		(m)	(l/s/m)	(l/s)	(l/s)
N1	1-2	124	0,008419244	1,043986254	1,55
	1-5	245		2,062714777	
N2	1-2	124	0,008419244	1,043986254	18,88
	2-3	322		2,710996564	
N3	2-3	322	0,008419244	2,710996564	2,94
	3-4	160		1,347079038	
	3-10	216		1,818556701	
N4	3-4	160	0,008419244	1,347079038	1,55
	4-5	112		0,942955326	
	4-6	97		0,816666667	
N5	1-5	245	0,008419244	2,062714777	1,50
	4-5	112		0,942955326	
N6	4-6	97	0,008419244	0,816666667	2,12
	6-7	408		3,435051546	
N7	6-7	408	0,008419244	3,435051546	3,26
	7-8	180		1,515463918	
	7-16	186		1,565979381	
N8	7-8	180	0,008419244	1,515463918	3,54
	8-9	180		1,515463918	
	8-13	481		4,049656357	

N9	8-9	180	0,008419244	1,515463918	2,62
	9-10	142		1,195532646	
	9-11	301		2,53419244	
N10	3-10	216	0,008419244	1,818556701	1,51
	9-10	142		1,195532646	
N11	9-11	301	0,008419244	2,53419244	1,69
	11-12	102		0,858762887	
N12	11-12	102	0,008419244	0,858762887	2,74
	12-13	210		1,768041237	
	12--20	340		2,862542955	
N13	12-13	210	0,008419244	1,768041237	3,62
	8-13	481		4,049656357	
	13-14	170		1,431271478	
N14	13-14	170	0,008419244	1,431271478	2,91
	14-15	252		2,121649485	
	14-17	270		2,273195876	
N15	14-15	252	0,008419244	2,121649485	1,88
	15-16	195		1,641752577	
N16	15-16	195	0,008419244	1,641752577	1,60
	7-16/	186		1,565979381	
N17	14-17	270	0,008419244	2,273195876	2,38
	17-18	296		2,49209622	
N18	17-18	296	0,008419244	2,49209622	3,07
	18-19	433		3,645532646	
N19	18-19	433	0,008419244	3,645532646	3,50
	19-20	398		3,350859107	
N20	19-20	398	0,008419244	3,350859107	3,11
	12--20	340		2,862542955	

VI.4.2. Détermination des diamètres avantageux

Le diamètre de chaque conduite est déterminé en fonction du débit maximal correspondant à chaque tronçon. Dans un premier temps, nous avons utilisé la méthode de la répartition arbitraire, accompagnée d'un traitement initial sur Excel. Par la suite, des ajustements

progressifs sont effectués à l'aide du logiciel Water CAD, tout en respectant les conditions de vitesse recommandées, comprises entre 0,5 et 2 m/s.

Cette figure représente la répartition arbitraire des débits pour le cas le plus défavorable (Pointe+ Incendie):

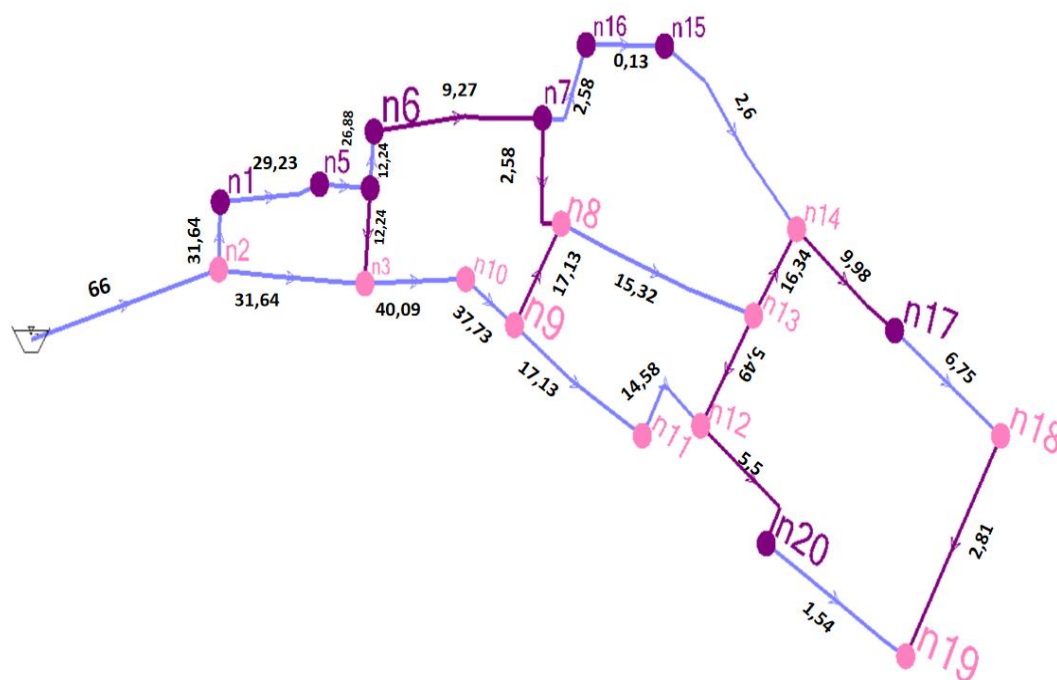


Figure VI.1 : Répartition arbitraire cas pointe + incendie

Tableau VI.3 : Détermination des diamètres intérieurs du réseau de distribution

Tronçons	L (m)	Qmax (l/s)	Qmax (m3/s)	DN (mm)	Dint (mm)
R-n2	583	66	0,066	280	229,2
1-2	124	31,63	0,03163	160	130,8
2-3	322	31,64	0,03164	140	114,6
3-4	160	12,24	0,01224	50	40,8
4-5	112	26,88	0,02688	160	130,8
1-5	245	29,23	0,02923	160	130,8
4-6	97	12,24	0,01224	140	114,6
6-7	408	9,27	0,00927	200	153,6
7-8	180	2,58	0,00258	110	90,0
8-9	180	17,13	0,01713	140	114,6
9-10	142	37,73	0,03773	160	130,8

3-10	216	40,09	0,04009	160	130,8
9-11	301	17,13	0,01713	110	90,0
11-12	102	14,58	0,01458	90	73,6
12-13	210	5,49	0,00549	50	40,8
8-13	481	15,32	0,01532	110	90,0
13-14	170	16,34	0,01634	90	73,6
14-15	252	2,6	0,0026	90	73,6
15-16	195	0,13	0,00013	110	90,0
7-16	186	2,58	0,00258	110	90,0
14-17	270	9,98	0,00998	140	114,6
18-19	433	2,83	0,00283	50	40,8
19-20	398	1,54	0,00154	63	51,4
12-20	340	5,5	0,0055	110	90,0
17-18	296	6,75	0,00675	75	61,4

VI.4.3. Simulation hydraulique du réseau sur Watercad

VI.4.3.1. Etapes classiques de modélisation du réseau de distribution via WaterCAD

- a. Tracer le réseau sur l'interface graphique en plaçant les éléments du système (nœuds, conduites, réservoirs, pompes, vannes, etc.).
- b. Renseigner les propriétés physiques et hydrauliques de chaque élément (longueurs, diamètres, rugosité, altitudes, courbes de pompes, etc.).
- c. Définir les conditions de fonctionnement du réseau, notamment les consommations aux nœuds, les scénarios de demande, et les plages horaires de fonctionnement.
- d. Choisir les options de simulation (analyse statique ou étendue dans le temps, durée de simulation, pas de temps, etc.).
- e. Lancer la simulation hydraulique du réseau.
- f. Analyser les résultats à travers les outils de visualisation intégrés (profils de pression, vitesses d'écoulement, pertes de charge, cartes de couleurs, graphiques, rapports détaillés, etc.).

VI.4.4. Résultats de simulation hydraulique du réseau de distribution projeté**❖ Cas de pointe****Tableau VI.4 : Valeurs des charges et pressions du réseau (cas de pointe)**

ID-Nœuds	Altitudes(m)	Demande de base(l/s)	Charge m)	Pressions(mce)
N1	776,55	3	811,77	35
N2	783,99	3	813,97	30
N3	780,39	3	805,41	25
N4	771,15	3	806,3	35
N5	770	2	807,88	38
N6	766,35	3	804,15	38
N7	762,81	3	802,35	40
N8	768,18	1	801,03	33
N9	770,92	1	801,51	31
N10	776,81	1	802,92	26
N11	762,95	6	795,95	33
N12	760,84	2	792,49	32
N13	762,45	1	794,17	32
N14	757,66	2	792,52	35
N15	758,03	3	797,01	39
N16	755,84	3	799,27	43
N17	753,9	3	791,75	38
N18	751,85	2	784,54	33
N19	753,74	1	779,23	25
N20	753,93	2	789,94	36

Les vitesses et les pertes de charges sont représenter dans le tableau VI.5:

Tableau VI.5 : Valeurs des vitesses et pertes de charge du réseau, cas de pointe

ID-Arc	Long (m)	Dint (mm)	DN (mm)	Rugosité (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m/km)
Tuyau 1-5	245	130,8	160	0,001	22	1,62	15,88
Tuyau 4-5	112	130,8	160	0,001	-20	1,52	14,09
Tuyau 3-4	160	40,8	50	0,001	-1	0,51	5,59
Tuyau 1-2	124	130,8	160	0,001	-23	1,73	17,82
Tuyau 2-3	322	114,6	140	0,001	20	1,98	26,64
Tuyau 4-6	97	114,6	140	0,001	18	1,79	22,17
Tuyau 6-7	408	153,6	200	0,001	16	0,89	4,42
Tuyau 3-10	216	130,8	160	0,001	-18	1,36	11,48
Tuyau 9-10	142	130,8	160	0,001	-17	1,25	9,93
Tuyau 7-8	180	90	110	0,001	5	0,82	7,32
Tuyau 8-9	180	114,6	140	0,001	-6	0,55	2,63
Tuyau 8-13	481	90	110	0,001	8	1,19	14,26
Tuyau 12-13	210	40,8	50	0,001	1	0,5	8,04
Tuyau 11-12	102	73,6	90	0,001	-7	1,69	33,98
Tuyau 9-11	301	90	110	0,001	-9	1,38	18,46
Tuyau 12-20	340	90	110	0,001	5	0,83	7,48
Tuyau 19-20	398	51,4	63	0,001	2	1,16	26,92
Tuyau 18-19	433	40,8	50	0,001	-1	0,64	12,27
Tuyau 17-18	296	61,4	75	0,001	-4	1,24	24,36
Tuyau 14-17	270	114,6	140	0,001	-6	0,57	2,84
Tuyau 13-14	170	73,6	90	0,001	-4	0,84	9,72
Tuyau 7-16	186	90	110	0,001	8	1,3	16,56
Tuyau 15-16	195	90	110	0,001	7	1,06	11,58
Tuyau 14-15	252	73,6	90	0,001	5	1,18	17,80

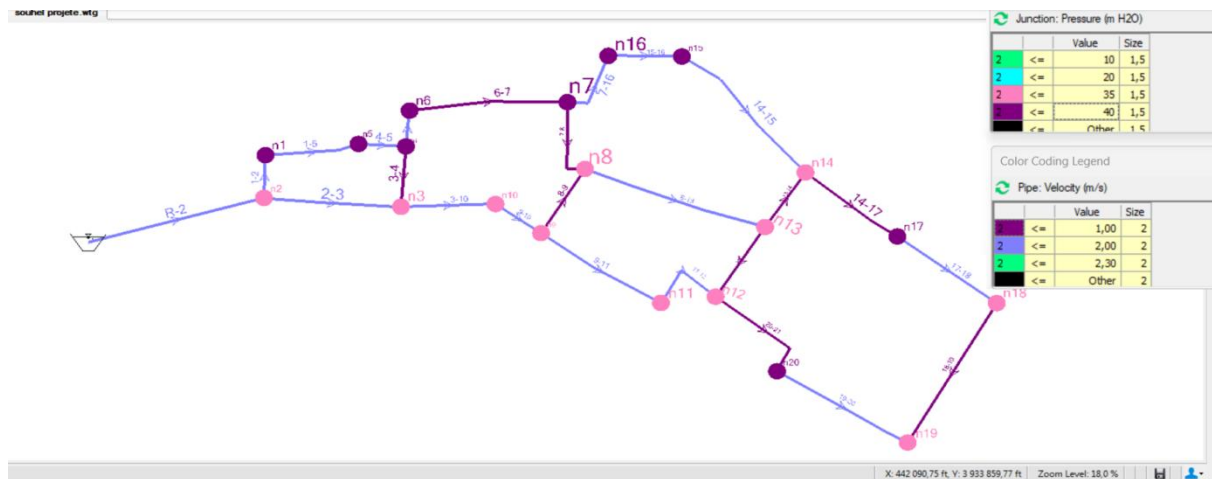


Figure VI.2 : Répartition des vitesses et des pressions : cas de pointe

❖ Cas de pointe+incendie

Dans le cas de pointe plus incendie on va ajouter un débit de 17 (l/s) dans le nœud le plus défavorable (N2) et on va simuler pour voir le Comportement du réseau.

Tableau VI.6 : Valeurs des charges et pressions au niveau réseau de distribution (cas de Pointe+ Incendie)

ID-Nœuds	Altitudes(m)	Demande de base(l/s)	Charge (m)	Pressions (m)
N1	776,55	1	809,81	33
N2	783,99	23	812,01	28
N3	780,39	3	803,45	23
N4	771,15	1	804,34	33
N5	770	1	805,92	36
N6	766,35	2	802,2	36
N7	762,81	3	800,39	38
N8	768,18	3	799,08	31
N9	770,92	2	799,55	29
N10	776,81	2	800,97	24
N11	762,95	2	793,99	31
N12	760,84	3	790,53	30
N13	762,45	3	792,22	30
N14	757,66	3	790,56	33
N15	758,03	2	795,05	37
N16	755,84	1	797,31	41

N17	753,9	2	789,8	36
N18	751,85	3	782,58	31
N19	753,74	3	777,27	24
N20	753,93	3	787,98	34

Les vitesses et les pertes de charges sont représentées dans le tableau ci-après :

Tableau VI.7 : Valeurs des vitesses et pertes de charge du réseau, cas de pointe et incendie

ID-Arc	Long (m)	Dint (mm)	DN (mm)	Rugosité (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m/km)
Tuyau 1-5	245	130,8	160	0,001	22	1,62	15,87
Tuyau 4-5	112	130,8	160	0,001	-20	1,52	14,09
Tuyau 3-4	160	40,8	50	0,001	-1	0,40	5,58
Tuyau 1-2	124	130,8	160	0,001	-23	1,73	17,82
Tuyau 2-3	322	114,6	140	0,001	20	1,98	26,63
Tuyau 4-6	97	114,6	140	0,001	18	1,79	22,17
Tuyau 6-7	408	153,6	200	0,001	16	0,89	4,42
Tuyau 3-10	216	130,8	160	0,001	-18	1,36	11,47
Tuyau 9-10	142	130,8	160	0,001	-17	1,25	9,93
Tuyau 7-8	180	90	110	0,001	5	0,82	7,31
Tuyau 8-9	180	114,6	140	0,001	-6	0,55	2,63
Tuyau 8-13	481	90	110	0,001	8	1,19	14,26
Tuyau 12-13	210	40,8	50	0,001	1	0,5	8,04
Tuyau 11-12	102	73,6	90	0,001	-7	1,69	33,98
Tuyau 9-11	301	90	110	0,001	-9	1,38	18,46
Tuyau 12-20	340	90	110	0,001	5	0,83	7,48
Tuyau 19-20	398	51,4	63	0,001	2	1,16	26,92
Tuyau 18-19	433	40,8	50	0,001	-1	0,64	12,27
Tuyau 17-18	296	61,4	75	0,001	-4	1,24	24,36
Tuyau 14-17	270	114,6	140	0,001	-6	0,57	2,84
Tuyau 13-14	170	73,6	90	0,001	-4	0,84	9,72
Tuyau 7-16	186	90	110	0,001	8	1,3	16,56
Tuyau 15-16	195	90	110	0,001	7	1,06	11,58
Tuyau 14-15	252	73,6	90	0,001	5	1,18	17,80

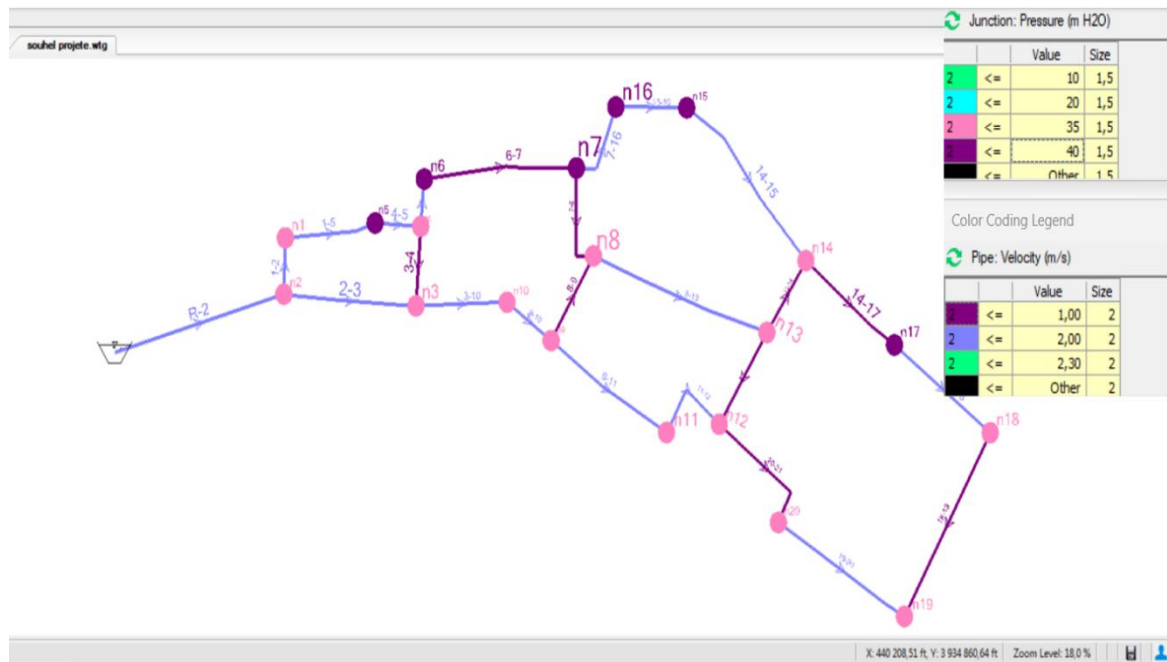


Figure VI.3 : Répartition des vitesses et des pressions : cas de Pointe+Incendie

VI.4.5. Interprétation des résultats de simulation (cas de pointe)

- Les pressions sont acceptables à 100 % dans tout le réseau.
- Les vitesses d'écoulement enregistrées dans le réseau, dans le cas de pointe, restent globalement dans la plage recommandée, comprises entre 0,5 m/s et 1,79 m/s alors elles sont admissibles à 100%.

VI.4.6. Interprétation des résultats de simulation (cas de pointe + incendie)

Dans le cas de pointe et incendie on remarque une augmentation légère dans les vitesses des tronçons et une diminution dans les pressions aux nœuds mais cela reste toujours dans les normes.

Il est à noter qu'une seule vitesse dans le réseau descend légèrement en dessous du seuil recommandé de 0,5 m/s, atteignant environ 0,4 m/s dans le tronçon 3–4. Cette faible vitesse peut être attribuée à une très faible demande en eau sur ce tronçon.

VI.5. Simulation du réseau en période de faible consommation

Dans le cadre de cette étude, j'ai réalisé une simulation du comportement hydraulique de mon réseau pendant les heures creuses, c'est-à-dire une période de faible consommation d'eau.

L'objectif principal de cette simulation est d'analyser les variations de débit, de pression et de vitesse dans le réseau afin de mieux comprendre son fonctionnement en dehors des heures de pointe.

VI.5.1. Résultats de simulation en heure creuse

Voici les résultats de cette simulation :

Tableau VI.8 : Valeurs des charges et pressions en heures creuses du réseau

ID-Noeuds	Altitudes (m)	Demande de base(l/s)	Charge (m)	Pressions (m)
N1	776,55	1	815,43	39
N2	783,99	1	816,02	32
N3	780,39	2	813,74	33
N4	771,15	1	813,98	43
N5	770	1	814,4	44
N6	766,35	2	813,41	47
N7	762,81	1	812,92	50
N8	768,18	1	812,57	44
N9	770,92	1	812,69	42
N10	776,81	1	813,07	36
N11	762,95	2	811,2	48
N12	760,84	1	810,26	49
N13	762,45	1	810,72	48
N14	757,66	1	810,27	53
N15	758,03	2	811,48	53
N16	755,84	1	812,09	56
N17	753,9	1	810,06	56
N18	751,85	1	808,11	56
N19	753,74	1	806,65	53
N20	753,93	1	809,57	56

Les vitesses et les pertes de charges sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau VI.9 : Valeurs des vitesses et pertes de charge du réseau, en période de faible consommation

ID-Arc	Long (m)	Dint (mm)	DN (mm)	Rugosité (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m/km)
Tuyau 1-5	245	130,8	160	0,001	10	0,78	4,22
Tuyau 4-5	112	130,8	160	0,001	-10	0,73	3,75
Tuyau 3-4	160	40,8	50	0,001	0	0,19	1,50
Tuyau 1-2	124	130,8	160	0,001	-11	0,83	4,73
Tuyau 2-3	322	114,6	140	0,001	10	0,95	7,09
Tuyau 4-6	97	114,6	140	0,001	9	0,86	5,90
Tuyau 6-7	408	153,6	200	0,001	8	0,43	1,18
Tuyau 3-10	216	130,8	160	0,001	-9	0,65	3,06
Tuyau 9-10	142	130,8	160	0,001	-8	0,6	2,66
Tuyau 7-8	180	90	110	0,001	3	0,39	1,98
Tuyau 8-9	180	114,6	140	0,001	-3	0,26	0,71
Tuyau 8-13	481	90	110	0,001	4	0,57	3,83
Tuyau 12-13	210	40,8	50	0,001	0	0,24	2,18
Tuyau 11-12	102	73,6	90	0,001	-3	0,81	9,15
Tuyau 9-11	301	90	110	0,001	-4	0,66	4,97
Tuyau 12-20	340	90	110	0,001	3	0,4	2,03
Tuyau 19-20	398	51,4	63	0,001	1	0,56	7,34
Tuyau 18-19	433	40,8	50	0,001	0	0,3	3,38
Tuyau 17-18	296	61,4	75	0,001	-2	0,6	6,59
Tuyau 14-17	270	114,6	140	0,001	-3	0,27	0,77
Tuyau 13-14	170	73,6	90	0,001	-2	0,4	2,64
Tuyau 7-16	186	90	110	0,001	4	0,62	4,45
Tuyau 15-16	195	90	110	0,001	3	0,51	3,12
Tuyau 14-15	252	73,6	90	0,001	2	0,57	4,81

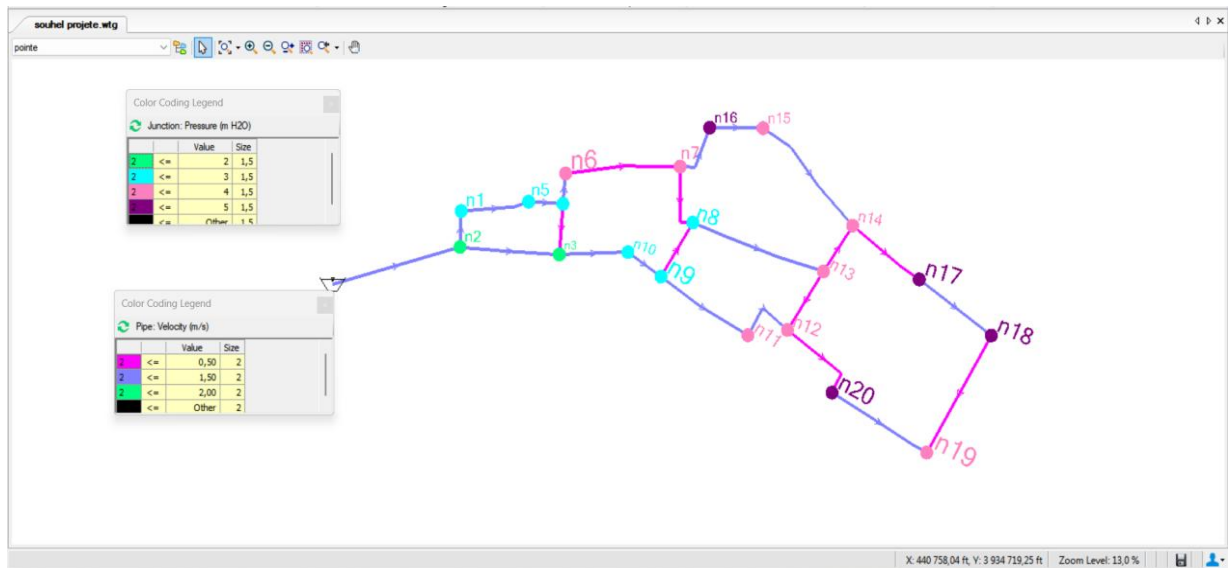


Figure VI.4 : Répartition des vitesses et des pressions en heure creuse

VI.5.2. Interprétation des résultats

Les résultats ont révélé une diminution significative des vitesses d'écoulement au sein des conduites, accompagnée d'une élévation générale des pressions aux nœuds. Ce comportement s'inscrit en conformité avec les principes de l'hydraulique des réseaux pressurisés, en particulier durant les périodes de faible demande : le débit se réduit, ce qui engendre une diminution des pertes de charge et conduit à une augmentation des pressions.

La diminution de la vitesse peut également entraîner une stagnation de l'eau dans certaines sections, ce qui requiert une vigilance accrue en ce qui concerne la qualité de l'eau.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons dimensionné le réseau projeté de l'agglomération afin d'assurer la durabilité, la fiabilité, et la qualité de l'approvisionnement en eau potable pour les consommateurs de la région d'étude.

Les diamètres du réseau varient autour de 50 mm à 280 mm et le matériau utilisé est le PEHD, PN16 (PE100).

Pour les tronçons qui ont une vitesse faible, nous recommandons de faire des vidanges Périodiques pour protéger les canalisations contre le dépôt des sédiments et l'entartrage.

Chapitre VII : Organisation et ordonnancement des travaux de chantier

Introduction

L'organisation d'un chantier consiste à anticiper l'ensemble des ressources requises — qu'elles soient humaines, matérielles ou en matériaux — tout en définissant un rythme de travail adapté afin d'optimiser leur utilisation. L'objectif est de concilier rapidité d'exécution, qualité des travaux et maîtrise des coûts.

VII.1. Travaux du réseau projeté

- **Ouverture des tranchées** : Cette étape consiste à excaver le sol en suivant un tracé précis matérialisé par des jalons espacés tous les 50 mètres.
- **Mise en place des regards** : Réalisés en béton armé, les regards sont installés aux emplacements stratégiques du réseau, notamment à proximité des vannes et ventouses.
- **Installation du lit de sable** : Une couche de sable de 15 cm d'épaisseur est soigneusement déposée au fond de la tranchée pour accueillir les conduites.
- **Pose des conduites** : Les canalisations sont ensuite installées avec précision sur le lit de sable pour assurer leur stabilité et leur bon fonctionnement.
- **Remblaiement des tranchées** : Enfin, une couche de sable de 80 cm est ajoutée au-dessus des conduites pour les protéger, complétant ainsi l'opération de remblaiement.

VII.2. Implantation du tracé des tranchées sur le terrain

- **Marquage au sol**

L'utilisation de piquets ou de jalons permet de délimiter visuellement le tracé des tranchées directement sur le terrain. Ces repères doivent être bien visibles, clairement identifiables et suffisamment résistants pour supporter les conditions climatiques.

- **Nivellement**

Le nivellement consiste à mesurer les différences d'altitude entre plusieurs points d'un terrain ou d'un chantier. Son objectif principal est d'établir une surface de référence horizontale, appelée plan de niveau, afin de permettre des mesures précises des hauteurs et des distances relatives entre les différents points.

VII.3. Calcul des volumes des travaux du réseau de distribution

VII.3.1. Volume du déblai du réseau

La réalisation des tranchées nécessite de déterminer la profondeur et la largeur de tranchée.

a. La profondeur (Htr)

La profondeur de la tranchée dépend du diamètre de la conduite.

Elle est donnée par la relation suivante :

$$Htr = D + h + h_1 \quad (\text{VII.1})$$

Avec :

Htr : Profondeur de la tranchée (m).

D : Diamètre de la conduite (m).

h : Hauteur de la génératrice supérieure de la conduite à la surface du sol.

On prend :

h = 1 m.

h₁ : Épaisseur du lit de pose h₁ = 0,15m.

Donc :

$$Htr = 1,15 + D$$

b. Largeur de la tranchée

La largeur de la tranchée est calculée en fonction du diamètre de la conduite on laisse 30 cm d'espace de chaque côté de la conduite.

$$b = D + 0,6 \quad (\text{VII.2})$$

Avec :

b : Largeur de la tranchée (m).

D : Diamètre de la conduite (m)

b. Section du déblai

$$S_d = b \times H_{tr} \quad (\text{VII.3})$$

Avec :

S_d : Section du déblai (m²).

Donc le volume est :

$$V_d = S_d \times L \quad (\text{VII.4})$$

Les résultats sont récapitulés dans le tableau ci-après :

Tableau VII.1 : Calcul du volume du déblai du réseau

D (m)	L (m)	b (m)	H_{tr} (m)	S_d (m²)	V_d (m³)
50	803	0,65	1,2	0,78	626,34
63	398	0,66	1,213	0,8	318,63
75	269	0,68	1,225	0,83	224,08
90	524	0,69	1,24	0,85	448,33
110	1683	0,71	1,26	0,89	1505,61
140	772	0,74	1,29	0,95	736,95
160	839	0,76	1,31	0,99	835,31
200	408	0,8	1,35	1,08	440,64
280	583	0,88	1,43	1,26	733,65
Volume total					5869,55

Le volume total du déblai du réseau est de : **5869,55 m³** .

VII.3.2. Volume du lit de sable

La conduite doit être posée sur un lit de sable de 15 cm d'épaisseur

$$V_s = b \times L \times e \quad (\text{VII.5})$$

Avec :

V_s : Volume du lit de sable (m³).

e : Épaisseur du lit de sable, e = 15 cm.

L : Longueur de la tranchée (m).

b : Largeur de la tranchée (m).

Tableau VII.2 : Calcul du volume du lit de sable

D (m)	L (m)	b (m)	e (m)	Vs (m³)
50	803	0,65	0,15	78,29
63	398	0,66	0,15	39,58
75	269	0,68	0,15	27,24
90	524	0,69	0,15	54,23
110	1683	0,71	0,15	179,24
140	772	0,74	0,15	85,69
160	839	0,76	0,15	95,65
200	408	0,8	0,15	48,96
280	583	0,88	0,15	76,97
Volume total				685,85

Le volume total du lit de sable des conduites est **685, 85 m³** .

VII.3.3. Volume de la conduite

$$S_c = \pi D^2 / 4 \quad (\text{VII.6})$$

Avec :

S_c : Section de la conduite (m²).

D : Diamètre de la conduite (m).

$$V_c = S_c \times L \quad (\text{VII.7})$$

Tableau VII.3 : Calcul du volume des conduites

D (m)	L (m)	Sc (m ²)	Vc (m ³)
50	803	0,0020	1,58
63	398	0,0031	1,24
75	269	0,0044	1,19
90	524	0,0064	3,33
110	1683	0,0095	15,99
140	772	0,0150	11,88
160	839	0,0200	16,87
200	408	0,0310	12,82
280	583	0,0610	35,9
Volume total			100,80

Le volume total du lit de sable des conduites est **100,80 m³** .

VII.3.4. Volume de remblai

$$V_r = V_{exc} - V_s - V_c \quad (\text{VII.8})$$

Avec :

V_r : Volume du remblai.

V_{exc}: Volume du déblai (volume excavé).

V_c : Volume occupé par la conduite.

V_s : Volume du lit de sable.

D'où :

$$- V_r = 5869,55 - 685,85 - 100,80 = \mathbf{5082,90 \text{ m}^3}$$

VII.4. Calcul du volume des travaux du réservoir projeté

VII.4.1. Volume du déblai

Le volume de terre à excaver pour la construction du réservoir prévu est estimé comme suit :

$$V_d = \left[\frac{\pi \times D_{exc}^2}{4} + (L \times l) \right] \times h_{exc} \quad (\text{VII.9})$$

Avec :

V_d : Volume total des déblais (m^3) ;

D_{exc} : Diamètre d'excavation (m), $D_{exc} = D_{ext} + 2$;

D_{ext} : Diamètre extérieur du radier du réservoir (m), $D_{ext} = D_{int} + (2 \times 0,3)$;

D_{int} : Diamètre intérieur du réservoir (m) ;

L : Longueur de la chambre de manœuvre (m) ;

l : Largeur de la chambre de manœuvre (m) ;

h_{exc} : Profondeur d'excavation (m), $h_{exc} = 1$ m.

Tableau VII.4 : Calcul de volumes des déblais pour le réservoir projeté et la chambre de manœuvres

Réservoir	D_{int} (m)	D_{ext} (m)	D_{exc} (m)	L (m)	l (m)	V_d (m^3)
R-1000	16	16,6	18,6	5	3,5	289,22

Le volume des déblais pour le réservoir projeté et la chambre de manœuvres est **289,22 m^3** .

VII.4.2. Calcul du volume du tout-venant

$$V_{tv} = \frac{\pi D_{exc}^2}{4} \times e_{tv} \quad (\text{VII.10})$$

Avec :

V_{tv} : Volume du tout-venant (m^3) ;

e_{tv} : Épaisseur de la couche du tout-venant (m), $e_{tv} = 0,3$ m .

Tableau VII.5 : Calcul du volume de tout-venant pour le réservoir

Réservoir	D_{int} (m)	D_{ext} (m)	D_{exc} (m)	e_{tv} (m)	V_{tv} (m^3)
R-1000	16	16,6	18,6	0,3	81,51

Le volume de tout-venant pour le réservoir est **81,51 m^3** .

VII.4.3. Calcul du volume du béton de propreté

$$V_{bp} = \frac{\pi D_{bp}^2}{4} \times e_{bp} \quad (\text{VII.11})$$

Avec :

V_{bp} : Volume du béton de propreté (m³) ;

D_{bp} : Diamètre de la couche du béton de propreté (m), $D_{bp} = D_{ext} + 1,2$;

e_{bp} : Épaisseur de la couche du béton de propreté (m), $e_{bp} = 0,15$ m.

Tableau VII.6 : Calcul du volume du béton de propreté pour le réservoir

Réservoir	D _{int} (m)	D _{ext} (m)	D _{bp} (m)	e _{bp} (m)	V _{bp} (m ³)
R-1000	16	16,6	17,8	0,15	37,32

Le volume du béton de propreté le réservoir est **37,32 m³**.

VII.4.4. Calcul du volume du béton armé❖ **Les éléments du réservoir**

$$V_{BA} = \frac{\pi (D_{ext}^2 - D_{int}^2)}{4} \times H \quad (\text{VII.12})$$

Avec :

V_{BA} : Volume du béton armé (m³) ;

D_{ext} : Diamètre extérieur de l'élément du réservoir (m) ;

D_{int} : Diamètre intérieur de l'élément du réservoir (m) ;

H : Hauteur de l'élément du réservoir (m).

Tableau VII.7 : Calcul du volume du béton armé pour le réservoir

Réservoir	Élément	D _{ext} (m)	D _{int} (m)	H (m)	V _{BA} (m ³)
R-1000	Radier	16,7	16	0,5	8,99
	Voile	16,6	16	5,5	84,50
	Cinture supérieure	16,6	16	0,5	7,68
	Acrotère	16,6	16	0,3	4,61
Volume total					105,78

Le volume total des différents éléments du réservoir est **105,78 m³**.

❖ Volume de la coupole

$$V_c = 2 \times \pi \times R \times f \times e_c \quad (\text{VII.13})$$

Avec :

V_c : Volume du béton armé de la coupole ;

f : Flèche de la coupole (m), $f = 1,5$ m ;

e_c : Épaisseur de la coupole (m), $e_c = 0,1$ m ;

R : Rayon de la coupole (m).

Sachant que :

$$R = \frac{f^2 + (\frac{D}{2})^2}{2 \times f} \quad (\text{VII.14})$$

Tableau VII.8 : Calcul du volume du béton armé de la coupole

Réservoir	D (m)	R (m)	Vc (m³)
R-1000	16	22,08	20,81

Le volume total du béton armé du réservoir est la somme du volume de la coupole et des autres éléments.

On trouve : $V_{TBA} = 126,59 \text{ m}^3$.

VII.4.5. Volume du remblai

$$V_r = \frac{\pi (D_{exc}^2 - D_{ext}^2)}{4} \times h \quad (\text{VII.16})$$

Avec :

V_r : Volume du remblai compacté (m³) ;

D_{exc} : Diamètre d'excavation (m), $D_{exc} = D_{ext} + 2$;

D_{ext} : Diamètre extérieur du réservoir (m) ;

h : Profondeur d'excavation (m), $h = 1$ m.

On trouve : $V_r = 55,29 \text{ m}^3$

VII.5. Devis estimatif

❖ Travaux du réseau de distribution et d'adduction

Tableau VII.9 : Coût des travaux du réseau de distribution et d'adduction

Désignation		Unité	Quantité	Prix unitaire(DA)	Montant (DA)
Déblais		m ³	5869,55	500	2934775
Lit de sable		m ³	685,85	800	548680
Remblai		m ³	5082,90	400	2033160
Distribution	Conduite Ø 50	m	803	157.27	126288
	Conduite Ø 63	m	398	241.14	95974
	Conduite Ø 75	m	269	374.06	100622
	Conduite Ø 90	m	524	592	310208
	Conduite Ø 110	m	1683	626.9	1055073
	Conduite Ø 140	m	772	1170	903240
	Conduite Ø 160	m	839	1290	1082310
	Conduite Ø 200	m	408	1940	791520
Adduction	Conduite Ø 280	m	583	3090	1801470
	Conduite Ø 110	m	1536	626.9	962918,4
	Conduite Ø 125	m	6536	830	5424880
	Conduite Ø 200	m	25274	1940	49031560
	Conduite Ø 200	m	845,5	1940	1640270
Total					68842948,4

Le coût global des travaux du réseau de distribution et d'adduction est estimé à 68842948,4 DA.

❖ Travaux du réservoir

Tableau VII.10 : Coût des travaux du réservoir

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire(DA)	Montant (DA)
Déblais	m ³	289,22	500	144610
Tout venant	m ³	81,51	600	48906
Béton de propreté	m ³	37,32	6000	223920
Béton armé	m ³	126,59	45000	5696550
Remblais compactés	m ³	55,29	400	22116
Total				6136102

Le coût global des travaux du réservoir projeté est estimé à **6136102 DA**

❖ Bilan

Tableau VII.11 : Cout total du projet

Désignation	Montant (DA)
Réseau de distribution et d'adduction	68842948,4
Réservoir projeté	6136102,00
Station de pompage projeté	760737,000
Réservoir d'air anti-bélier	645000,00
Total	76384787,4

Le coût global du projet est estimé à **76384787,40 DA**.

En ajoutant la TVA qui est de l'ordre 19 %, le résultat est de : **90 897 897,00 DA**.

VII.6. Planification des travaux

La planification des travaux constitue un outil essentiel visant à rechercher en permanence la manière la plus efficace et économique d'utiliser la main-d'œuvre ainsi que les autres ressources nécessaires à l'exécution des tâches. Elle a pour objectif principal de garantir que les travaux soient réalisés dans le bon ordre, dans les délais impartis, et avec un coût maîtrisé. Pour cela, on recourt à des méthodes d'ordonnancement permettant d'organiser les différentes étapes du projet.

Les différentes tâches à réaliser ainsi que leurs durées sont présentées dans les tableaux ci-après :

Tableau VII.12 : Durée de réalisation des opérations de l'adduction

Notation	Opération	Durée (jour)
A	Excavation de la tranchée	30
B	Lit de sable	09
C	Pose de conduite	39
D	Remblais	07
E	Compactage	07

Tableau VII.13 : Durée de réalisation des opérations du réservoir

Notation	Opération	Durée (jour)
F	Excavation	05
G	Pose du tout-venant	04
H	Coulage du béton de propreté	03
I	Coulage du béton armé du radier et de la chape de la Chambre de manœuvre	28
J	Coulage béton armé du voile du réservoir et de la chambre.	28
K	Coulage du béton armé de la ceinture supérieur du réservoir et des poteaux de la chambre de manœuvre	37
L	Coulage du béton armé de la coupole et de la dalle de la chambre de manœuvre	48
M	Remblayage et compactage	03
N	Evaluation des débris et nettoyage	02

Tableau VII.14 : Durée de réalisation des opérations de la distribution

Notation	Opération	Durée (jour)
O	Excavation de la tranchée	90
P	Lit de sable	29
Q	Pose de conduite	120
R	Remblais	14
S	Compactage	14

Tableau VII.15 : Durée de réalisation des opérations de la station de pompage

Notation	Opération	Durée (jour)
T	Terrassement et fondations	08
U	Construction de la chambre de pompage	08
V	Pose de canalisations	05
W	Installation électromécanique	06
X	Raccordement et automatisme	05
Y	Essais et mise en service	04

Le diagramme de Gantt ci-après illustre l'organisation des quatre phases principales à savoir :

- Phase 1 : Opérations de l'adduction .
- Phase 2 : Opérations du réservoir .
- Phase 3 : Opérations de la distribution .
- Phase 4 : Opérations de la station de pompage.

Chaque tâche est définie avec :

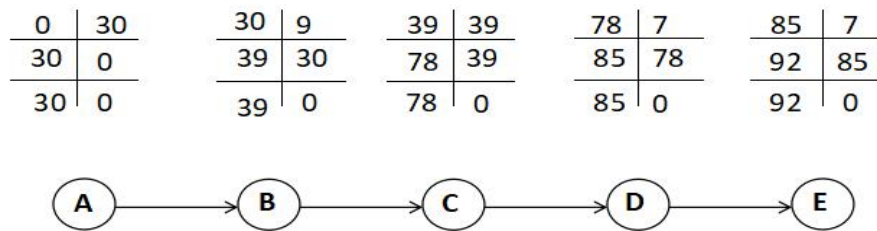
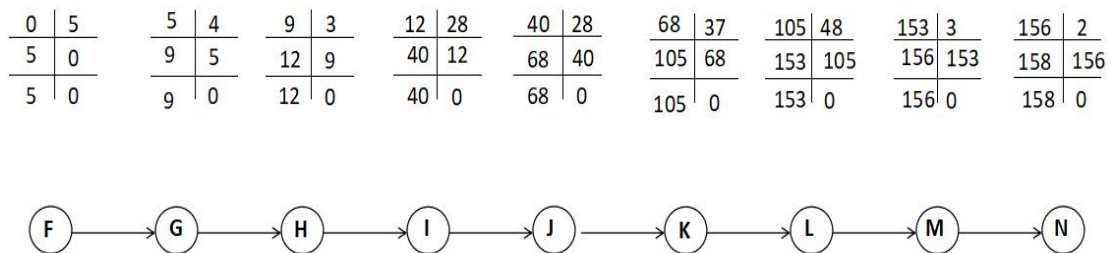
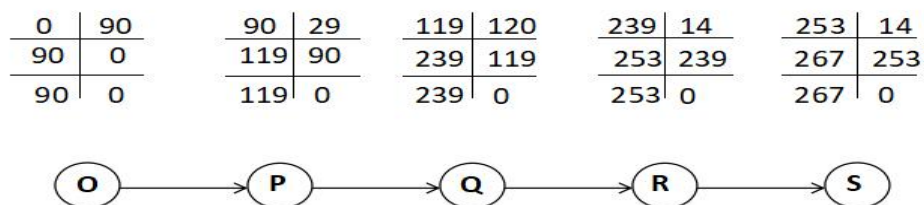
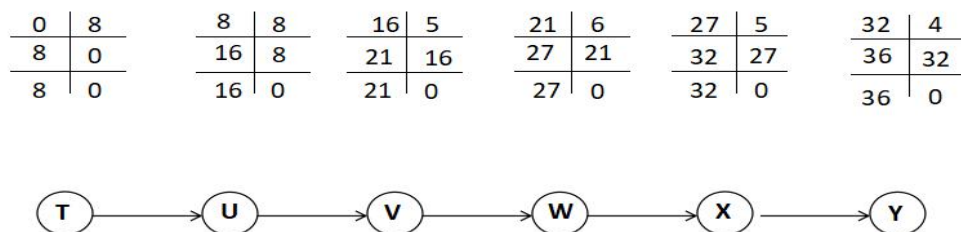
✓ **TR** : Temps de Réalisation (durée);

✓ **DCP / DFP** : Dates de Commencement et Fin au plus tôt;

✓ **DCPP / DFPP** : Dates de Commencement et Fin au plus tard;

✓ **MT** : Marge Totale .

<u>DCP</u>	<u>TR</u>
<u>DFP</u>	<u>DCPP</u>
DFPP	MT

Réseau à noeud de l'adduction**Figure VII.1** : Réseau de planification des opérations de la phase 1**Réseau à noeud du réservoir****Figure VII.2** : Réseau de planification des opérations de la phase 2**Réseau à noeud de la distribution****Figure VII.3** : Réseau de planification des opérations de la phase 3**Réseau à noeud de la station de pompage****Figure VII.4** : Réseau de planification des opérations de la phase 4

Elle sera **enchaînée après la phase de distribution**, pour compléter le projet dans un délais estimé à quatre jours .

O → P → Q → R → S → Z, soit une durée totale de 271 jours.

2016		2020															
B. Évaluation de la faisabilité																	
Activité	Début	Fin	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Avril	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	
A. Étude de faisabilité	01/01/16	15/02/16	A. Étude de faisabilité														
F. Étude de faisabilité	01/01/16	17/01/16	F. Étude de faisabilité														
O. Étude de faisabilité	01/01/16	06/02/16	O. Étude de faisabilité														
I. Étude de faisabilité	01/01/16	13/01/16	I. Étude de faisabilité														
G. Étude de faisabilité	01/01/16	13/01/16	G. Étude de faisabilité														
U. Étude de faisabilité	13/01/16	22/01/16	U. Étude de faisabilité														
H. Étude de faisabilité	13/01/16	13/01/16	H. Étude de faisabilité														
L. Étude de faisabilité	13/01/16	26/02/16	L. Étude de faisabilité														
V. Étude de faisabilité	23/01/16	26/02/16	V. Étude de faisabilité														
A. Étude de faisabilité	30/01/16	06/02/16	A. Étude de faisabilité														
F. Étude de faisabilité	30/01/16	13/02/16	F. Étude de faisabilité														
V. Étude de faisabilité	14/02/16	13/02/16	V. Étude de faisabilité														
B. Étude de faisabilité	13/02/16	24/02/16	B. Étude de faisabilité														
C. Étude de faisabilité	25/02/16	13/03/16	C. Étude de faisabilité														
D. Étude de faisabilité	25/02/16	04/03/16	D. Étude de faisabilité														
E. Étude de faisabilité	25/02/16	19/03/16	E. Étude de faisabilité														
F. Étude de faisabilité	25/02/16	26/03/16	F. Étude de faisabilité														
G. Étude de faisabilité	25/02/16	06/04/16	G. Étude de faisabilité														
H. Étude de faisabilité	25/02/16	06/04/16	H. Étude de faisabilité														
I. Étude de faisabilité	25/02/16	06/04/16	I. Étude de faisabilité														
J. Étude de faisabilité	25/02/16	06/04/16	J. Étude de faisabilité														
K. Étude de faisabilité	25/02/16	06/04/16	K. Étude de faisabilité														
L. Étude de faisabilité	25/02/16	06/04/16	L. Étude de faisabilité														
M. Étude de faisabilité	25/02/16	06/04/16	M. Étude de faisabilité														
N. Étude de faisabilité	25/02/16	06/04/16	N. Étude de faisabilité														
O. Étude de faisabilité	25/02/16	06/04/16	O. Étude de faisabilité														
P. Étude de faisabilité	25/02/16	06/04/16	P. Étude de faisabilité														
Q. Étude de faisabilité	25/02/16	06/04/16	Q. Étude de faisabilité														
R. Étude de faisabilité	25/02/16	06/04/16	R. Étude de faisabilité														
S. Étude de faisabilité	25/02/16	06/04/16	S. Étude de faisabilité														
T. Étude de faisabilité	25/02/16	06/04/16	T. Étude de faisabilité														
U. Étude de faisabilité	25/02/16	06/04/16	U. Étude de faisabilité														
V. Étude de faisabilité	25/02/16	06/04/16	V. Étude de faisabilité														
W. Étude de faisabilité	25/02/16	06/04/16	W. Étude de faisabilité														
X. Étude de faisabilité	25/02/16	06/04/16	X. Étude de faisabilité														
Y. Étude de faisabilité	25/02/16	06/04/16	Y. Étude de faisabilité														
Z. Étude de faisabilité	25/02/16	06/04/16	Z. Étude de faisabilité														

Conclusion

Ensuite, nous avons établi une estimation financière du projet, avec un coût total des travaux s'élevant à **90 897 897,00 DA**, pour une échéance de réalisation estimée à **271 jours**.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Au terme de ce travail, nous avons mené une étude approfondie et structurée portant sur le système d'alimentation en eau potable de l'agglomération de Bouaiche. À travers une approche progressive, notre démarche a permis de diagnostiquer l'état actuel du réseau, d'identifier ses faiblesses et de proposer des solutions techniques et économiques viables en vue d'une amélioration durable du service.

L'analyse du contexte géographique, climatique et démographique a d'abord permis de cerner les enjeux liés à la croissance des besoins en eau potable. L'étude du réseau existant a révélé plusieurs dysfonctionnements hydrauliques, notamment des pressions insuffisantes, des vitesses d'écoulement faibles et des dépressions dans une grande partie du réseau, mettant en évidence la nécessité de moderniser les infrastructures.

Par la suite, nous avons procédé au dimensionnement détaillé des ouvrages projetés : un nouveau réservoir surélevé, un réseau de distribution optimisé, ainsi que deux stations de pompage techniquement adaptées aux besoins du site. Le choix des équipements, matériaux et diamètres a été guidé par des critères de performance hydraulique, de durabilité et de maîtrise des coûts.

Enfin, une évaluation technico-économique a permis d'estimer le coût global du projet à **90 897 897,00 DA**, pour une **durée de réalisation prévue de 271 jours**. Le projet proposé vise non seulement à répondre aux besoins actuels des habitants, mais également à anticiper les évolutions futures de la demande en assurant un service fiable, résilient et conforme aux exigences de santé publique.

Ainsi, ce travail constitue une base technique solide pour la mise en œuvre effective d'un système d'AEP performant, contribuant à l'amélioration des conditions de vie des citoyens de Bouaiche et à la valorisation durable des ressources hydrauliques de la région.

RÉFÉRENCES

Références bibliographiques

Étude d'actualisation du Plan National de l'Environnement (PNE) – Mission 2, Volet 4 – Tome 1, Algérie, 2010).

Alimentation en eau potable des agglomération , ENSH 2014 - B.SALAH .

Systèmes de Pompage (1ère partie) -Les pompes hydrauliques ,ENSH 2021-W.MOKRANE.

Recherche SITO-graphiques

<https://gifex.com/fr/fichier/quelles-sont-les-dairas-de-la-wilaya-de-medea/>, [consulté, le 13/04/2025].

ANNEXES

ANNEXES

Annexe III.1

Tuyau	Longueur (m)	Débit en route (l/s)
Tuyau152	56,95	1,61
Tuyau153	20,42	-4,77
Tuyau154	2,73	0,53
Tuyau155	226,67	0,08
Tuyau156	254,68	0,09
Tuyau157	109,34	2,23
Tuyau158	82,26	0,91
Tuyau159	56,78	0,21
Tuyau160	84,5	-0,78
Tuyau161	107,9	-1,44
Tuyau162	309,1	0,45
Tuyau163	284,14	-0,25
Tuyau164	3,15	0,48
Tuyau165	40,82	0,2
Tuyau166	87,68	0,07
Tuyau167	71,53	-0,56
Tuyau168	155,89	0,08
Tuyau169	116,19	0,04
Tuyau170	129,86	0,05
Tuyau171	5,61	0,25
Tuyau172	148,92	0,05
Tuyau173	148,61	0,15
Tuyau174	76,18	0,03
Tuyau175	54,71	0,02
Tuyau176	194,43	0,07
Tuyau177	251,44	0,09
Tuyau178	237,09	0,57
Tuyau179	111,68	0,83
Tuyau180	46,08	0,49
Tuyau181	352,58	-0,15
Tuyau182	5,51	0,53
Tuyau183	33,99	0,34
Tuyau184	225,53	0,08
Tuyau185	2,67	0,39
Tuyau186	168,17	0,06
Tuyau187	118,32	0,04
Tuyau188	114,93	0,58
Tuyau189	8,48	1,5
Tuyau190	99,46	0,16

ANNEXES

Tuyau190	116,34	0,02
Tuyau191	115,9	0,39
Tuyau192	143,07	0,29
Tuyau193	101,1	0,14
Tuyau194	114,6	0,06
Tuyau196	138,69	0,49
Tuyau197	279,82	0,13
Tuyau198	197,31	0
Tuyau199	125,61	-0,1
Tuyau200	144,2	0,15
Tuyau201	96,65	0,06
Tuyau202	129,46	0,16
Tuyau203	98,15	0,09
Tuyau204	161,51	0,06
Tuyau205	382,61	0,44
Tuyau206	400,25	0,15
Tuyau207	166,19	0,9
Tuyau208	113,94	0,04
Tuyau209	145,74	0,05
Tuyau210	40,45	0,01
Tuyau211	98,6	0,04
Tuyau212	414,46	0,15
Tuyau213	134,13	0,05
Tuyau214	41,55	0,02
Tuyau215	340,9	0,12
Tuyau216	233,23	1,1
Tuyau217	112,15	0,04
Tuyau223	213,07	5,16
Tuyau224	404,23	4,93
Tuyau225	115,6	-1,57
Tuyau235	0,99	-0,03
Tuyau236	80,36	0,03
Tuyau266	29,6	0,13
Tuyau267	37,57	0,25
Tuyau268	36,31	0,16
Tuyau269	35,28	0,08
Tuyau270	46,32	0,17
Tuyau271	79,4	-0,48
Tuyau272	235,04	0,09
Tuyau273	239,09	0,09
Tuyau274	43,34	0,02
Tuyau275	146,31	0,75

ANNEXES

Tuyau276	27,7	0,49
Tuyau277	19,58	0,36
Tuyau278	34,67	0,13
Tuyau279	83,3	0,03
Tuyau280	39,8	-1,91
Tuyau281	18,67	11,61
Tuyau283	143,84	0,48
Tuyau284	30,02	0,15
Tuyau285	112,18	0,57
Tuyau286	37,69	-0,15
Tuyau287	40,43	-0,14
Tuyau282	35,54	-0,21
Tuyau288	262,59	1,34
Tuyau289	152,11	0,1
Tuyau290	23,72	0,77
Tuyau291	57,13	0,02
Tuyau292	30,44	0,45
Tuyau293	98,87	2,85
Tuyau294	44,64	0,67
Tuyau295	41,79	0,41
Tuyau296	64,1	0,02
Tuyau297	6,03	-0,22
Tuyau298	37,8	-0,33
Tuyau299	84,48	0,16
Tuyau300	63,59	0,25
Tuyau301	233,62	0,08
Tuyau303	19,35	0,71
Tuyau304	23,23	0,54
Tuyau305	21,75	0,5
Tuyau306	45,58	0,09
Tuyau310	234,04	0,09
Tuyau311	5,79	0,37
Tuyau312	224,73	0,08
Tuyau313	90,37	1,91
Tuyau314	2,84	0,33
Tuyau315	105,46	0,07
Tuyau 317	45,99	0,02
Tuyau318	185,09	0,07
Tuyau319	1,71	0,36
Tuyau 320	349,21	-0,73
Tuyau 322	8,36	0,14

ANNEXES

Annexe III.2

Noeud	Débit nodal (l/s)	Noeud	Débit nodal (l/s)
210	0,3	269	0,03
212	0,03	270	0,15
213	0,02	271	0,03
214	0,08	272	0,07
215	0,15	273	0,08
216	0,12	274	0,08
217	0,05	275	0,06
218	0,02	276	0,13
219	0,04	277	0,15
222	0,05	278	0,02
223	0,08	279	0,03
226	0,09	280	0
229	0,1	281	0,16
232	0,18	282	0,02
233	0,08	283	0,02
235	0,2	284	0,02
236	0,09	285	0,01
239	0,23	286	0,12
250	0,16	287	0,01
252	0,07	288	0,05
253	0,09	289	0,05
254	0,02	291	0,1
255	0,1	292	0,05
256	0,03	293	0,09
257	0,08	294	0,05
258	0,05	295	0,07
259	0,03	296	0,06
260	0,08	297	0,16
261	0,06	298	0,04
262	0,07	299	0,08
263	0,06	300	0,23
264	0,09	301	0,02
265	0,08	302	0,02
266	0,06	303	0,01
267	0,03	304	0,09
268	0,06	306	0,04

ANNEXES

Annexe III.3

Nœud	Altitude (m)	Débit (l/s)	CP (mce)	Pression (bars)
210	833,45	0,3	848,06	1,4
212	815,98	0,03	828,21	1,2
213	829,28	0,02	847,83	1,8
214	830,99	0,08	847,83	1,6
215	823,41	0,15	847,76	2,4
216	819,27	0,12	828,21	0,9
217	827,03	0,05	847,81	2
218	812,38	0,02	828,28	1,6
219	820,33	0,04	847,7	2,7
222	805,36	0,05	823,82	1,8
223	805,62	0,08	823,8	1,8
226	805,53	0,09	823,81	1,8
229	805,34	0,1	823,82	1,8
232	805,1	0,18	823,8	1,8
233	805,01	0,08	823,8	1,8
235	804,69	0,2	823,85	1,9
236	805,84	0,09	823,81	1,8
239	805,47	0,23	823,84	1,8
250	808,59	0,16	824,2	1,5
252	811,51	0,07	824,19	1,2
253	806,68	0,09	824,19	1,7
254	806,72	0,02	824,16	1,7
255	806,17	0,1	824,16	1,8
256	805,81	0,03	824,16	1,8
257	807,29	0,08	824,18	1,7
258	808,61	0,05	824,16	1,5
259	819,33	0,03	828,49	0,9
260	815,23	0,08	828,49	1,3
261	802,26	0,06	828,11	2,5
262	807,05	0,07	828,12	2,1
263	802,12	0,06	828,12	2,5
264	807,65	0,09	828,12	2
265	816,5	0,08	828,57	1,2
266	804,11	0,06	824,26	2
267	803,68	0,03	824,27	2
268	804,94	0,06	824,27	1,9
269	804,79	0,03	824,29	1,9
270	814,15	0,15	824,82	1
271	802,96	0,03	824,26	2,1

ANNEXES

272	806,53	0,07	824,32	1,7
273	802,02	0,08	824,31	2,2
274	808,46	0,08	824,77	1,6
275	805,72	0,06	824,29	1,8
276	808,5	0,13	824,78	1,6
277	805,33	0,15	824,29	1,9
278	804,08	0,02	824,29	2
279	801,27	0,03	824,27	2,3
280	816,28	0	829,21	1,3
281	811,81	0,16	828,18	1,6
282	812,72	0,02	828,2	1,5
283	812,79	0,02	828,23	1,5
284	815,88	0,02	828,23	1,2
285	816,54	0,01	828,23	1,1
286	820,43	0,12	828,48	0,8
287	814,69	0,01	828,2	1,3
288	809,68	0,05	828,19	1,8
289	808,22	0,05	828,18	2
291	816,85	0,1	847,78	3
292	808	0,05	828,15	2
293	805,93	0,09	824,32	1,8
294	804,58	0,05	824,28	1,9
295	802,75	0,07	824,27	2,1
296	804,91	0,06	824,29	1,9
297	807,17	0,16	825,06	1,8
298	809	0,04	828,18	1,9
299	808,67	0,08	828,19	1,9
300	810,73	0,23	827,92	1,7
301	818,93	0,02	828,31	0,9
302	814,29	0,02	828,28	1,4
303	818,36	0,01	828,49	1
304	812,29	0,09	828,23	1,6
306	811,36	0,04	828,23	1,7

ANNEXES

Annex III.4

Tronçon	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Rugosité (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	ΔH mce/km
Tuyau106	315,39	53,6	0,01	0,12	0,05	0,02
Tuyau107	97,41	53,6	0,01	0,04	0,02	0
Tuyau108	15,42	53,6	0,001	-0,24	0,11	0,01
Tuyau109	41,76	90	0,1	0,93	0,15	0,01
Tuyau110	55,56	90	0,01	0,05	0,01	0
Tuyau134	215,06	73,6	0,001	0,08	0,02	0
Tuyau135	38,05	90	0,001	-0,08	0,01	0
Tuyau136	41,76	90	0,001	-0,07	0,01	0
Tuyau137	14,49	90	0,001	0,43	0,07	0
Tuyau138	85,4	51,4	0,001	0,03	0,02	0
Tuyau139	26,47	90	0,001	0,83	0,13	0,01
Tuyau140	28,36	90	0,001	-0,25	0,04	0
Tuyau141	32,76	53,6	0,001	0,13	0,06	0
Tuyau142	215,92	73,6	0,001	-0,22	0,05	0,02
Tuyau143	80,17	130,8	0,001	14,22	1,06	0,64
Tuyau148	104,47	73,6	0,001	0,04	0,01	0
Tuyau152	56,95	73,6	0,02	1,61	0,38	0,14
Tuyau153	20,42	73,6	0,001	-4,77	1,12	0,37
Tuyau154	2,73	61,4	0,1	0,53	0,18	0
Tuyau155	226,67	61,4	0,001	0,08	0,03	0,01
Tuyau156	254,68	61,4	0,001	0,09	0,03	0,01
Tuyau157	109,34	73,6	0,001	2,23	0,52	0,49
Tuyau158	82,26	73,6	0,001	0,91	0,21	0,07
Tuyau159	56,78	73,6	0,001	0,21	0,05	0
Tuyau160	84,5	73,6	0,001	-0,78	0,18	0,06
Tuyau161	107,9	73,6	0,001	-1,44	0,34	0,22
Tuyau162	309,1	73,6	0,001	0,45	0,11	0,08
Tuyau163	284,14	73,6	0,001	-0,25	0,06	0,03
Tuyau164	3,15	73,6	0,1	0,48	0,11	0
Tuyau165	40,82	73,6	0,001	0,2	0,05	0
Tuyau166	87,68	73,6	0,001	0,07	0,02	0
Tuyau167	71,53	73,6	0,1	-0,56	0,13	0,03
Tuyau168	155,89	61,4	0,001	0,08	0,03	0
Tuyau169	116,19	61,4	0,001	0,04	0,01	0
Tuyau170	129,86	61,4	0,01	0,05	0,02	0
Tuyau171	5,61	61,4	0,001	0,25	0,08	0
Tuyau172	148,92	61,4	0,001	0,05	0,02	0
Tuyau173	148,61	61,4	0,001	0,15	0,05	0,01
Tuyau174	76,18	61,4	0,001	0,03	0,01	0

ANNEXES

Tuyau175	54,71	51,4	0,001	0,02	0,01	0
Tuyau176	194,43	61,4	0,001	0,07	0,02	0
Tuyau177	251,44	61,4	0,001	0,09	0,03	0,01
Tuyau178	237,09	73,6	0,001	0,57	0,13	0,09
Tuyau179	111,68	73,6	0,001	0,83	0,19	0,08
Tuyau180	46,08	73,6	0,1	0,49	0,11	0,01
Tuyau181	352,58	73,6	0,001	-0,15	0,04	0,01
Tuyau182	5,51	61,4	0,1	0,53	0,18	0
Tuyau183	33,99	61,4	0,001	0,34	0,12	0,01
Tuyau184	225,53	61,4	0,001	0,08	0,03	0,01
Tuyau185	2,67	61,4	0,001	0,39	0,13	0
Tuyau186	168,17	61,4	0,1	0,06	0,02	0
Tuyau187	118,32	51,4	0,001	0,04	0,02	0
Tuyau188	114,93	73,6	0,001	0,58	0,14	0,05
Tuyau189	8,48	73,6	0,001	1,5	0,35	0,02
Tuyau190	99,46	73,6	0,001	0,16	0,04	0
Tuyau190	116,34	73,6	0,001	0,02	0	0
Tuyau191	115,9	73,6	0,001	0,39	0,09	0,02
Tuyau192	143,07	73,6	0,001	0,29	0,07	0,02
Tuyau193	101,1	73,6	0,001	0,14	0,03	0
Tuyau194	114,6	73,6	0,001	0,06	0,01	0
Tuyau196	138,69	73,6	0,001	0,49	0,11	0,04
Tuyau197	279,82	73,6	0,001	0,13	0,03	0,01
Tuyau198	197,31	73,6	0,001	0	0	0
Tuyau199	125,61	73,6	0,001	-0,1	0,02	0
Tuyau200	144,2	73,6	0,001	0,15	0,04	0
Tuyau201	96,65	73,6	0,001	0,06	0,01	0
Tuyau202	129,46	73,6	0,001	0,16	0,04	0
Tuyau203	98,15	73,6	0,001	0,09	0,02	0
Tuyau204	161,51	51,4	0,001	0,06	0,03	0,01
Tuyau205	382,61	90	0,001	0,44	0,07	0,04
Tuyau206	400,25	90	0,001	0,15	0,02	0
Tuyau207	166,19	90	0,001	0,9	0,14	0,06
Tuyau208	113,94	51,4	0,001	0,04	0,02	0
Tuyau209	145,74	51,4	0,001	0,05	0,03	0
Tuyau210	40,45	40,8	0,001	0,01	0,01	0
Tuyau211	98,6	51,4	0,001	0,04	0,02	0
Tuyau212	414,46	51,4	0,001	0,15	0,07	0,09
Tuyau213	134,13	51,4	0,001	0,05	0,02	0
Tuyau214	41,55	40,8	0,001	0,02	0,01	0
Tuyau215	340,9	51,4	0,001	0,12	0,06	0,04
Tuyau216	233,23	90	0,001	1,1	0,17	0,11

ANNEXES

Tuyau217	112,15	40,8	0,001	0,04	0,03	0,01
Tuyau223	213,07	130,8	0,001	5,16	0,38	0,26
Tuyau224	404,23	90	0,001	4,93	0,77	2,86
Tuyau225	115,6	73,6	0,001	-1,57	0,37	0,27
Tuyau235	0,99	51,4	0,001	-0,03	0,02	0
Tuyau236	80,36	120	0,1	0,03	0	0
Tuyau266	29,6	73,6	0,001	0,13	0,03	0
Tuyau267	37,57	51,4	0,001	0,25	0,12	0,02
Tuyau268	36,31	51,4	0,001	0,16	0,08	0,01
Tuyau269	35,28	51,4	0,001	0,08	0,04	0
Tuyau270	46,32	73,6	0,001	0,17	0,04	0
Tuyau271	79,4	73,6	0,001	-0,48	0,11	0,02
Tuyau272	235,04	61,4	0,001	0,09	0,03	0,01
Tuyau273	239,09	61,4	0,001	0,09	0,03	0,01
Tuyau274	43,34	60	0,1	0,02	0,01	0
Tuyau275	146,31	150	0,1	0,75	0,04	0
Tuyau276	27,7	51,4	0,001	0,49	0,24	0,05
Tuyau277	19,58	51,4	0,001	0,36	0,17	0,02
Tuyau278	34,67	51,4	0,001	0,13	0,06	0,01
Tuyau279	83,3	73,6	0,001	0,03	0,01	0
Tuyau280	39,8	130,8	0,001	-1,91	0,14	0,01
Tuyau281	18,67	130,8	0,01	11,61	0,86	0,1
Tuyau283	143,84	73,6	0,001	0,48	0,11	0,04
Tuyau284	30,02	73,6	0,001	0,15	0,03	0
Tuyau285	112,18	120	0,1	0,57	0,05	0
Tuyau286	37,69	90	0,001	-0,15	0,02	0
Tuyau287	40,43	90	0,001	-0,14	0,02	0
Tuyau282	35,54	90	0,001	-0,21	0,03	0
Tuyau288	262,59	73,6	0,001	1,34	0,31	0,47
Tuyau289	152,11	90	0,1	0,1	0,02	0
Tuyau290	23,72	150	0,001	0,77	0,04	0
Tuyau291	57,13	90	0,001	0,02	0	0
Tuyau292	30,44	150	0,001	0,45	0,03	0
Tuyau293	98,87	130,8	0,001	2,85	0,21	0,04
Tuyau294	44,64	90	0,001	0,67	0,11	0,01
Tuyau295	41,79	90	0,001	0,41	0,06	0
Tuyau296	64,1	40,8	0,01	0,02	0,02	0
Tuyau297	6,03	73,6	0,01	-0,22	0,05	0
Tuyau298	37,8	73,6	0,001	-0,33	0,08	0,01
Tuyau299	84,48	73,6	0,001	0,16	0,04	0
Tuyau300	63,59	73,6	0,01	0,25	0,06	0,01
Tuyau301	233,62	61,4	0,001	0,08	0,03	0,01

ANNEXES

Tuyau303	19,35	90	0,001	0,71	0,11	0
Tuyau304	23,23	90	0,001	0,54	0,09	0
Tuyau305	21,75	90	0,1	0,5	0,08	0
Tuyau306	45,58	90	0,1	0,09	0,01	0
Tuyau310	234,04	61,4	0,001	0,09	0,03	0,01
Tuyau311	5,79	73,6	0,01	0,37	0,09	0
Tuyau312	224,73	73,6	0,001	0,08	0,02	0
Tuyau313	90,37	90	0,001	1,91	0,3	0,11
Tuyau314	2,84	61,4	0,001	0,33	0,11	0
Tuyau315	105,46	73,6	0,001	0,07	0,02	0
Tuyau317	45,99	73,6	0,001	0,02	0	0
Tuyau318	185,09	61,4	0,001	0,07	0,02	0
Tuyau319	1,71	73,6	0,1	0,36	0,08	0
Tuyau320	349,21	73,6	0,001	-0,73	0,17	0,21
Tuyau322	8,36	90	0,001	0,14	0,02	0

Annexe III.5

Nœud	Altitude (m)	Débit (l/s)	CP (mce)	Pression (bars)
210	833,45	0,3	848,06	1,4
212	815,98	0,03	811,74	Négative
213	829,28	0,02	847,83	1,8
214	830,99	0,08	847,83	1,6
215	823,41	0,15	847,76	2,4
216	819,27	0,12	811,74	Négative
217	827,03	0,05	847,81	2
218	812,38	0,02	784,75	Négative
219	820,33	0,04	847,7	2,7
222	805,36	0,05	807,35	0,2
223	805,62	0,08	807,33	0,2
226	805,53	0,09	807,34	0,2
229	805,34	0,1	807,35	0,2
232	805,1	0,18	807,33	0,2
233	805,01	0,08	807,33	0,2
235	804,69	0,2	807,37	0,3
236	805,84	0,09	807,34	0,1
239	805,47	0,23	807,37	0,2
250	808,59	0,16	807,73	Négative
252	811,51	0,07	807,72	Négative
253	806,68	0,09	807,72	0,1
254	806,72	0,02	807,69	0,1

ANNEXES

255	806,17	0,1	807,69	0,1
256	805,81	0,03	807,69	0,2
257	807,29	0,08	807,7	Négative
258	808,61	0,05	807,69	Négative
259	819,33	0,03	808,65	Négative
260	815,23	0,08	809,08	Négative
261	802,26	0,06	811,64	0,9
262	807,05	0,07	811,65	0,4
263	802,12	0,06	811,65	0,9
264	807,65	0,09	811,65	0,4
265	816,5	0,08	812,1	Négative
266	804,11	0,06	807,79	0,4
267	803,68	0,03	807,8	0,4
268	804,94	0,06	807,8	0,3
269	804,79	0,03	807,82	0,3
270	814,15	0,15	808,35	Négative
271	802,96	0,03	807,79	0,5
272	806,53	0,07	807,85	0,1
273	802,02	0,08	807,84	0,6
274	808,46	0,08	808,3	Négative
275	805,72	0,06	807,82	0,2
276	808,5	0,13	808,31	Négative
277	805,33	0,15	807,82	0,2
278	804,08	0,02	807,82	0,4
279	801,27	0,03	807,8	0,6
280	816,28	0	814,88	Négative
281	811,81	0,16	811,71	Négative
282	812,72	0,02	811,73	Négative
283	812,79	0,02	811,76	Négative
284	815,88	0,02	811,76	Négative
285	816,54	0,01	811,76	Négative
286	820,43	0,12	808,24	Négative
287	814,69	0,01	811,73	Négative
288	809,68	0,05	811,72	0,2
289	808,22	0,05	811,71	0,3
291	816,85	0,1	847,78	3
292	808	0,05	811,68	0,4
293	805,93	0,09	807,85	0,2
294	804,58	0,05	807,81	0,3
295	802,75	0,07	807,8	0,5
296	804,91	0,06	807,82	0,3
297	807,17	0,16	808,59	0,1

ANNEXES

298	809	0,04	811,71	0,3
299	808,67	0,08	811,72	0,3
300	810,73	0,23	811,44	0,1
301	818,93	0,02	791,48	Négative
302	814,29	0,02	784,75	Négative
303	818,36	0,01	809,08	Négative
304	812,29	0,09	811,76	Négative
306	811,36	0,04	811,76	Négative

Annexe III.6

Tronçon	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Rugosité (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	ΔH mce/km
Tuyau 78	65,08	40	0,01	0,02	0,02	0,01
Tuyau 79	50,8	90	0,001	0,12	0,02	0
Tuyau 80	59,55	90	0,001	0,31	0,05	0,03
Tuyau 81	10,68	150	0,1	0,65	0,04	0
Tuyau 82	51,14	90	0,01	0,02	0	0,01
Tuyau 83	44,91	73,6	0,001	0,39	0,09	0
Tuyau 84	100,54	63,8	0,01	0,33	0,1	0
Tuyau 85	60,75	53,6	0,02	0,02	0,01	0
Tuyau 86	25,37	73,6	0,001	0,07	0,02	0
Tuyau 87	638,29	90	0,001	3,73	0,59	0
Tuyau 88	86,33	90	0,001	1,53	0,24	0
Tuyau 89	204,28	90	0,001	1,34	0,21	0
Tuyau90	137,67	51,4	0,001	0,05	0,02	0
Tuyau 91	63,78	40,8	0,001	0,02	0,02	0
Tuyau 92	22,28	51,4	0,001	0,68	0,33	0,01
Tuyau 93	21,85	90	0,001	-0,23	0,04	0
Tuyau 94	40,03	90	0,001	0,06	0,01	0
Tuyau 95	44,42	90	0,001	0,74	0,12	0
Tuyau 96	60,31	73,6	0,001	0,42	0,1	0
Tuyau 97	162,46	40,8	0,001	0,06	0,05	0,01
Tuyau 98	120,57	40,8	0,001	0,12	0,09	0,01
Tuyau 99	348,26	51,4	0,001	-0,13	0,06	0
Tuyau100	104,93	90	0,001	0,16	0,03	0,01
Tuyau101	168,67	73,6	0,001	0,06	0,01	0,01
Tuyau102	181,78	51,4	0,001	0,22	0,11	0,01
Tuyau103	202,16	53,6	0,01	17,15	7,6	0
Tuyau104	205,55	53,6	0,01	0,13	0,06	0,01
Tuyau105	310,29	53,6	0,01	0,11	0,05	0
Tuyau106	315,39	53,6	0,01	0,12	0,05	0,01

ANNEXES

Tuyau107	97,41	53,6	0,01	0,04	0,02	0
Tuyau108	15,42	53,6	0,001	-0,24	0,11	0
Tuyau109	41,76	90	0,1	17,93	2,82	0,03
Tuyau110	55,56	90	0,01	0,05	0,01	0
Tuyau134	215,06	73,6	0,001	0,08	0,02	0
Tuyau135	38,05	90	0,001	-0,08	0,01	0
Tuyau136	41,76	90	0,001	-0,07	0,01	0
Tuyau137	14,49	90	0,001	0,43	0,07	0
Tuyau138	85,4	51,4	0,001	0,03	0,02	0
Tuyau139	26,47	90	0,001	0,83	0,13	0
Tuyau140	28,36	90	0,001	-0,25	0,04	0
Tuyau141	32,76	53,6	0,001	0,13	0,06	0
Tuyau142	215,92	73,6	0,001	-0,22	0,05	0
Tuyau143	80,17	130,8	0,001	31,22	2,32	0
Tuyau148	104,47	73,6	0,001	17,04	4	0,01
Tuyau152	56,95	73,6	0,02	1,61	0,38	0
Tuyau153	20,42	73,6	0,001	-4,77	1,12	0
Tuyau154	2,73	61,4	0,1	0,53	0,18	0
Tuyau155	226,67	61,4	0,001	0,08	0,03	0,14
Tuyau156	254,68	61,4	0,001	0,09	0,03	0
Tuyau157	109,34	73,6	0,001	2,23	0,52	0,01
Tuyau158	82,26	73,6	0,001	0,91	0,21	0
Tuyau159	56,78	73,6	0,001	0,21	0,05	0
Tuyau160	84,5	73,6	0,001	-0,78	0,18	0,01
Tuyau161	107,9	73,6	0,001	-1,44	0,34	0
Tuyau162	309,1	73,6	0,001	0,45	0,11	0
Tuyau163	284,14	73,6	0,001	-0,25	0,06	0,19
Tuyau164	3,15	73,6	0,1	0,48	0,11	0,01
Tuyau165	40,82	73,6	0,001	0,2	0,05	0
Tuyau166	87,68	73,6	0,001	0,07	0,02	0
Tuyau167	71,53	73,6	0,1	-0,56	0,13	0
Tuyau168	155,89	61,4	0,001	0,08	0,03	0
Tuyau169	116,19	61,4	0,001	0,04	0,01	0
Tuyau170	129,86	61,4	0,01	0,05	0,02	0,03
Tuyau171	5,61	61,4	0,001	0,25	0,08	0
Tuyau172	148,92	61,4	0,001	0,05	0,02	0,01
Tuyau173	148,61	61,4	0,001	0,15	0,05	0
Tuyau174	76,18	61,4	0,001	0,03	0,01	0,02
Tuyau175	54,71	51,4	0,001	0,02	0,01	2,78
Tuyau176	194,43	61,4	0,001	0,07	0,02	0
Tuyau177	251,44	61,4	0,001	0,09	0,03	0
Tuyau178	237,09	73,6	0,001	0,57	0,13	0

ANNEXES

Tuyau179	111,68	73,6	0,001	0,83	0,19	0
Tuyau180	46,08	73,6	0,1	0,49	0,11	0
Tuyau181	352,58	73,6	0,001	-0,15	0,04	0,07
Tuyau182	5,51	61,4	0,1	0,53	0,18	0
Tuyau183	33,99	61,4	0,001	0,34	0,12	0
Tuyau184	225,53	61,4	0,001	0,08	0,03	0,01
Tuyau185	2,67	61,4	0,001	0,39	0,13	0
Tuyau186	168,17	61,4	0,1	0,06	0,02	0,06
Tuyau187	118,32	51,4	0,001	0,04	0,02	0
Tuyau188	114,93	73,6	0,001	0,58	0,14	0,07
Tuyau189	8,48	73,6	0,001	1,5	0,35	0
Tuyau190	99,46	73,6	0,001	0,16	0,04	0
Tuyau190	116,34	73,6	0,001	0,02	0,01	0,11
Tuyau191	115,9	73,6	0,001	0,39	0,09	19,06
Tuyau192	143,07	73,6	0,001	0,29	0,07	0,05
Tuyau193	101,1	73,6	0,001	0,14	0,03	0,01
Tuyau194	114,6	73,6	0,001	0,06	0,01	0
Tuyau196	138,69	73,6	0,001	0,49	0,11	0
Tuyau197	279,82	73,6	0,001	0,13	0,03	0
Tuyau198	197,31	73,6	0,001	0,01	0	0
Tuyau199	125,61	73,6	0,001	-0,09	0,02	0,04
Tuyau200	144,2	73,6	0,001	0,16	0,04	0
Tuyau201	96,65	73,6	0,001	0,05	0,01	0,03
Tuyau202	129,46	73,6	0,001	0,16	0,04	0
Tuyau203	98,15	73,6	0,001	0,1	0,02	0
Tuyau204	161,51	51,4	0,001	0,06	0,03	0
Tuyau205	382,61	90	0,001	0,44	0,07	0
Tuyau206	400,25	90	0,001	0,15	0,02	0
Tuyau207	166,19	90	0,001	0,9	0,14	0,01
Tuyau208	113,94	51,4	0,001	0,04	0,02	0,22
Tuyau209	145,74	51,4	0,001	0,05	0,03	0,49
Tuyau210	40,45	40,8	0,001	0,01	0,01	0,08
Tuyau211	98,6	51,4	0,001	0,04	0,02	0
Tuyau212	414,46	51,4	0,001	0,15	0,07	0
Tuyau213	134,13	51,4	0,001	0,05	0,02	0,27
Tuyau214	41,55	40,8	0,001	0,02	0,01	0,02
Tuyau215	340,9	51,4	0,001	0,12	0,06	0
Tuyau216	233,23	90	0,001	1,1	0,17	0,05
Tuyau217	112,15	40,8	0,001	0,04	0,03	0
Tuyau223	213,07	130,8	0,001	5,16	0,38	0,01
Tuyau224	404,23	90	0,001	4,93	0,77	0
Tuyau225	115,6	73,6	0,001	-1,57	0,37	0

ANNEXES

Tuyau235	0,99	51,4	0,001	1,3	0,62	0
Tuyau236	80,36	120	0,1	0,03	0	0,04
Tuyau266	29,6	73,6	0,001	0,13	0,03	0
Tuyau267	37,57	51,4	0,001	0,25	0,12	0,21
Tuyau268	36,31	51,4	0,001	0,16	0,08	0
Tuyau269	35,28	51,4	0,001	0,08	0,04	0
Tuyau270	46,32	73,6	0,001	0,17	0,04	0,02
Tuyau271	79,4	73,6	0,001	-0,48	0,11	0,04
Tuyau272	235,04	61,4	0,001	0,09	0,03	0
Tuyau273	239,09	61,4	0,001	0,09	0,03	0
Tuyau274	43,34	60	0,1	0,02	0,01	0,06
Tuyau275	146,31	150	0,1	0,75	0,04	0,26
Tuyau276	27,7	51,4	0,001	0,49	0,24	0
Tuyau277	19,58	51,4	0,001	0,36	0,17	0,01
Tuyau278	34,67	51,4	0,001	0,13	0,06	0,01
Tuyau279	83,3	73,6	0,001	0,03	0,01	0,01
Tuyau280	39,8	130,8	0,001	-17,58	1,31	0,01
Tuyau281	18,67	130,8	0,01	11,61	0,86	0,01
Tuyau283	143,84	73,6	0,001	0,48	0,11	0,01
Tuyau284	30,02	73,6	0,001	0,15	0,03	0,09
Tuyau285	112,18	120	0,1	0,57	0,05	0,01
Tuyau286	37,69	90	0,001	-0,14	0,02	0
Tuyau287	40,43	90	0,001	-0,14	0,02	0,01
Tuyau282	35,54	90	0,001	-0,21	0,03	0,07
Tuyau288	262,59	73,6	0,001	1,34	0,31	0,08
Tuyau289	152,11	90	0,1	0,1	0,02	0,02
Tuyau290	23,72	150	0,001	0,77	0,04	0,03
Tuyau291	57,13	90	0,001	0,02	0	0,14
Tuyau292	30,44	150	0,001	0,45	0,03	0,02
Tuyau293	98,87	130,8	0,001	2,85	0,21	43,15
Tuyau294	44,64	90	0,001	17,67	2,78	0,18
Tuyau295	41,79	90	0,001	0,41	0,06	0,01
Tuyau296	64,1	40,8	0,01	0,02	0,02	0,11
Tuyau297	6,03	73,6	0,01	-0,22	0,05	0
Tuyau298	37,8	73,6	0,001	-0,33	0,08	0
Tuyau299	84,48	73,6	0,001	0,16	0,04	0,1
Tuyau300	63,59	73,6	0,01	0,25	0,06	0,03
Tuyau301	233,62	61,4	0,001	0,08	0,03	0,01
Tuyau303	19,35	90	0,001	0,71	0,11	0,08
Tuyau304	23,23	90	0,001	0,54	0,09	59,79
Tuyau305	21,75	90	0,1	0,5	0,08	0,02
Tuyau306	45,58	90	0,1	0,09	0,01	0,04

ANNEXES

Tuyau310	234,04	61,4	0,001	0,09	0,03	0,02
Tuyau311	5,79	73,6	0,01	0,37	0,09	0,02
Tuyau312	224,73	73,6	0,001	0,08	0,02	0,05
Tuyau313	90,37	90	0,001	1,91	0,3	0
Tuyau314	2,84	61,4	0,001	0,33	0,11	0,03
Tuyau315	105,46	73,6	0,001	0,07	0,02	2,86
Tuyau317	45,99	73,6	0,001	0,02	0	0,04
Tuyau318	185,09	61,4	0,001	0,07	0,02	0,09
Tuyau319	1,71	73,6	0,1	0,36	0,08	121,47
Tuyau320	349,21	73,6	0,001	-0,73	0,17	2,72
Tuyau322	8,36	90	0,001	0,14	0,02	18,23

Annexe III.7

Tuyeau	Longueur (m)	Débit en route (l/s)
Tuyau152	56,95	3,17
Tuyau153	20,42	-9,7
Tuyau154	2,73	1,11
Tuyau155	226,67	0,18
Tuyau156	254,68	0,2
Tuyau157	109,34	4,6
Tuyau158	82,26	1,95
Tuyau159	56,78	0,32
Tuyau160	84,5	-1,68
Tuyau161	107,9	-3,04
Tuyau162	309,1	0,97
Tuyau163	284,14	-0,5
Tuyau164	3,15	1
Tuyau165	40,82	0,42
Tuyau166	87,68	0,14
Tuyau167	71,53	-1,14
Tuyau168	155,89	0,12
Tuyau169	116,19	0,09
Tuyau170	129,86	0,1
Tuyau171	5,61	0,52
Tuyau172	148,92	0,12
Tuyau173	148,61	0,32
Tuyau174	76,18	0,06
Tuyau175	54,71	0,04
Tuyau176	194,43	0,15
Tuyau177	251,44	0,2
Tuyau178	237,09	1,23
Tuyau179	111,68	1,75

ANNEXES

Tuyau180	46,08	1,01
Tuyau181	352,58	-0,28
Tuyau182	5,51	1,14
Tuyau183	33,99	0,74
Tuyau184	225,53	0,18
Tuyau185	2,67	0,82
Tuyau186	168,17	0,13
Tuyau187	118,32	0,09
Tuyau188	114,93	1,23
Tuyau189	8,48	3,18
Tuyau190	99,46	0,33
Tuyau190	116,34	0,04
Tuyau191	115,9	0,83
Tuyau192	143,07	0,63
Tuyau193	101,1	0,31
Tuyau194	114,6	0,14
Tuyau196	138,69	1,03
Tuyau197	279,82	0,25
Tuyau198	197,31	-0,03
Tuyau199	125,61	-0,21
Tuyau200	144,2	0,34
Tuyau201	96,65	0,15
Tuyau202	129,46	0,34
Tuyau203	98,15	0,17
Tuyau204	161,51	0,13
Tuyau205	382,61	0,92
Tuyau206	400,25	0,31
Tuyau207	166,19	1,91
Tuyau208	113,94	0,09
Tuyau209	145,74	0,11
Tuyau210	40,45	0,03
Tuyau211	98,6	0,08
Tuyau212	414,46	0,32
Tuyau213	134,13	0,1
Tuyau214	41,55	0,03
Tuyau215	340,9	0,26
Tuyau216	233,23	2,33
Tuyau217	112,15	0,09
Tuyau223	213,07	10,51
Tuyau224	404,23	10,03
Tuyau225	115,6	-3,34
Tuyau235	0,99	-0,08

ANNEXES

Tuyau236	80,36	0,06
Tuyau266	29,6	0,27
Tuyau267	37,57	0,53
Tuyau268	36,31	0,34
Tuyau269	35,28	0,16
Tuyau270	46,32	0,36
Tuyau271	79,4	-1,04
Tuyau272	235,04	0,18
Tuyau273	239,09	0,19
Tuyau274	43,34	0,03
Tuyau275	146,31	1,76
Tuyau276	27,7	1,04
Tuyau277	19,58	0,75
Tuyau278	34,67	0,28
Tuyau279	83,3	0,06
Tuyau280	39,8	-4,04
Tuyau281	18,67	24,35
Tuyau283	143,84	1,01
Tuyau284	30,02	0,31
Tuyau285	112,18	1,21
Tuyau286	37,69	-0,3
Tuyau287	40,43	-0,3
Tuyau282	35,54	-0,45
Tuyau288	262,59	2,84
Tuyau289	152,11	0,21
Tuyau290	23,72	1,63
Tuyau291	57,13	0,04
Tuyau292	30,44	0,96
Tuyau293	98,87	6,21
Tuyau294	44,64	1,42
Tuyau295	41,79	0,87
Tuyau296	64,1	0,05
Tuyau297	6,03	-0,46
Tuyau298	37,8	-0,7
Tuyau299	84,48	0,29
Tuyau300	63,59	0,52
Tuyau301	233,62	0,18
Tuyau303	19,35	1,51
Tuyau304	23,23	1,15
Tuyau305	21,75	1,05
Tuyau306	45,58	0,2
Tuyau310	234,04	0,18

ANNEXES

Tuyau311	5,79	0,78
Tuyau312	224,73	0,17
Tuyau313	90,37	4,04
Tuyau314	2,84	0,7
Tuyau315	105,46	0,16
Tuyau 317	45,99	0,04
Tuyau318	185,09	0,14
Tuyau319	1,71	0,7
Tuyau 320	349,21	-1,51
Tuyau 322	8,36	0,3

Annexe III.8

Noeud	Débit nodal (l/s)	Noeud	Débit nodal (l/s)
170	0,1	252	0,15
171	0,04	253	0,2
172	0,02	254	0,04
173	0,04	255	0,22
174	0,53	256	0,06
175	0,13	257	0,17
176	0,04	258	0,12
177	0,3	259	0,06
178	0,36	260	0,17
179	0,1	261	0,13
180	0,15	262	0,15
181	0,45	263	0,13
182	0,33	264	0,19
183	0,21	265	0,24
184	0,39	266	0,12
185	0,44	267	0,06
186	0,26	268	0,12
187	0,06	269	0,06
188	0,13	270	0,32
189	0,34	271	0,06
190	0,36	272	0,15
191	0,13	273	0,16
192	0,13	274	0,17
193	0,27	275	0,12
194	0,05	276	0,28
199	0,16	277	0,31
201	0,15	278	0,04
202	0,38	279	0,06
203	0,31	280	1,16

ANNEXES

204	0,09	281	0,34
205	0,11	282	0,05
206	0,26	283	0,04
207	0,14	284	0,03
208	0,27	285	0,18
209	0,05	286	0,25
210	1,13	287	0,01
212	0,06	288	0,1
213	0,03	289	0,11
214	0,18	291	0,21
215	0,32	292	0,11
216	0,25	293	0,2
217	0,1	294	0,11
218	0,05	295	0,14
219	0,08	296	0,12
222	0,1	297	0,33
223	0,18	298	0,08
226	0,19	299	0,16
229	0,21	300	0,48
232	0,38	301	0,03
233	0,18	302	0,03
235	0,42	303	0,03
236	0,18	304	0,18
239	0,49	306	0,08
250	0,35	/	/

Annex III.9

Nœud	Altitude (m)	Débit (l/s)	CP (mce)	Pression (bars)
210	833,45	1,13	838,68	0,5
212	815,98	0,06	811,05	Négative
213	829,28	0,03	837,78	0,8
214	830,99	0,18	837,78	0,7
215	823,41	0,32	837,53	1,4
216	819,27	0,25	811,05	Négative
217	827,03	0,1	837,72	1
218	812,38	0,05	811,33	Négative
219	820,33	0,08	837,3	1,7
222	805,36	0,1	794,64	Négative
223	805,62	0,18	794,54	Négative
226	805,53	0,19	794,6	Négative
229	805,34	0,21	794,62	Négative

ANNEXES

232	805,1	0,38	794,57	Négative
233	805,01	0,18	794,54	Négative
235	804,69	0,42	794,73	Négative
236	805,84	0,18	794,59	Négative
239	805,47	0,49	794,69	Négative
250	808,59	0,35	796,11	Négative
252	811,51	0,15	796,09	Négative
253	806,68	0,2	796,07	Négative
254	806,72	0,04	795,97	Négative
255	806,17	0,22	795,98	Négative
256	805,81	0,06	795,97	Négative
257	807,29	0,17	796,03	Négative
258	808,61	0,12	795,98	Négative
259	819,33	0,06	812,14	Négative
260	815,23	0,17	812,15	Négative
261	802,26	0,13	810,66	0,8
262	807,05	0,15	810,68	0,4
263	802,12	0,13	810,68	0,8
264	807,65	0,19	810,7	0,3
265	816,5	0,24	812,45	Négative
266	804,11	0,12	795,28	Négative
267	803,68	0,06	795,31	Négative
268	804,94	0,12	795,32	Négative
269	804,79	0,06	795,39	Négative
270	814,15	0,32	797,42	Négative
271	802,96	0,06	795,28	Négative
272	806,53	0,15	795,51	Négative
273	802,02	0,16	795,46	Négative
274	808,46	0,17	797,26	Négative
275	805,72	0,12	795,39	Négative
276	808,5	0,28	797,27	Négative
277	805,33	0,31	795,41	Négative
278	804,08	0,04	795,4	Négative
279	801,27	0,06	795,31	Négative
280	816,28	1,16	815,02	Négative
281	811,81	0,34	810,95	Négative
282	812,72	0,05	811	Négative
283	812,79	0,04	811,1	Négative
284	815,88	0,03	811,11	Négative
285	816,54	0,18	811,11	Négative
286	820,43	0,25	812,12	Négative
287	814,69	0,01	810,99	Négative

ANNEXES

288	809,68	0,1	810,96	0,1
289	808,22	0,11	810,93	0,3
291	816,85	0,21	837,58	2
292	808	0,11	810,81	0,3
293	805,93	0,2	795,5	Négative
294	804,58	0,11	795,35	Négative
295	802,75	0,14	795,32	Négative
296	804,91	0,12	795,41	Négative
297	807,17	0,33	799,33	Négative
298	809	0,08	810,92	0,2
299	808,67	0,16	810,95	0,2
300	810,73	0,48	809,99	Négative
301	818,93	0,03	811,45	Négative
302	814,29	0,03	811,35	Négative
303	818,36	0,03	812,16	Négative
304	812,29	0,18	811,1	Négative
306	811,36	0,08	811,1	Négative

Annexe III.10

Tronçon	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Rugosité (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	ΔH mce/km
Tuyau 96	60,31	73,6	0,001	0,89	0,21	0,001
Tuyau 97	162,46	40,8	0,001	0,13	0,1	0
Tuyau 98	120,57	40,8	0,001	0,26	0,2	0,002
Tuyau 99	348,26	51,4	0,001	-0,27	0,13	0,001
Tuyau100	104,93	90	0,001	0,34	0,05	0
Tuyau101	168,67	73,6	0,001	0,13	0,03	0
Tuyau102	181,78	51,4	0,001	0,47	0,23	0,002
Tuyau103	202,16	53,6	0,01	0,32	0,14	0,001
Tuyau104	205,55	53,6	0,01	0,27	0,12	0,001
Tuyau105	310,29	53,6	0,01	0,24	0,11	0
Tuyau106	315,39	53,6	0,01	0,25	0,11	0
Tuyau107	97,41	53,6	0,01	0,08	0,03	0
Tuyau108	15,42	53,6	0,001	-0,5	0,22	0,001
Tuyau109	41,76	90	0,1	1,97	0,31	0,001
Tuyau110	55,56	90	0,01	0,11	0,02	0
Tuyau134	215,06	73,6	0,001	0,17	0,04	0
Tuyau135	38,05	90	0,001	-0,16	0,03	0
Tuyau136	41,76	90	0,001	-0,14	0,02	0
Tuyau137	14,49	90	0,001	0,92	0,14	0
Tuyau138	85,4	51,4	0,001	0,07	0,03	0
Tuyau139	26,47	90	0,001	1,76	0,28	0,001

ANNEXES

Tuyau140	28,36	90	0,001	-0,54	0,08	0
Tuyau141	32,76	53,6	0,001	0,27	0,12	0
Tuyau142	215,92	73,6	0,001	-0,46	0,11	0
Tuyau143	80,17	130,8	0,001	29,93	2,23	0,032
Tuyau148	104,47	73,6	0,001	0,08	0,02	0
Tuyau152	56,95	73,6	0,02	3,17	0,75	0,008
Tuyau153	20,42	73,6	0,001	-9,7	2,28	0,068
Tuyau154	2,73	61,4	0,1	1,11	0,38	0,003
Tuyau155	226,67	61,4	0,001	0,18	0,06	0
Tuyau156	254,68	61,4	0,001	0,2	0,07	0
Tuyau157	109,34	73,6	0,001	4,6	1,08	0,017
Tuyau158	82,26	73,6	0,001	1,95	0,46	0,003
Tuyau159	56,78	73,6	0,001	0,32	0,08	0
Tuyau160	84,5	73,6	0,001	-1,68	0,4	0,003
Tuyau161	107,9	73,6	0,001	-3,04	0,71	0,008
Tuyau162	309,1	73,6	0,001	0,97	0,23	0,001
Tuyau163	284,14	73,6	0,001	-0,5	0,12	0
Tuyau164	3,15	73,6	0,1	1	0,24	0,001
Tuyau165	40,82	73,6	0,001	0,42	0,1	0
Tuyau166	87,68	73,6	0,001	0,14	0,03	0
Tuyau167	71,53	73,6	0,1	-1,14	0,27	0,001
Tuyau168	155,89	61,4	0,001	0,12	0,04	0
Tuyau169	116,19	61,4	0,001	0,09	0,03	0
Tuyau170	129,86	61,4	0,01	0,1	0,03	0
Tuyau171	5,61	61,4	0,001	0,52	0,18	0,001
Tuyau172	148,92	61,4	0,001	0,12	0,04	0
Tuyau173	148,61	61,4	0,001	0,32	0,11	0
Tuyau174	76,18	61,4	0,001	0,06	0,02	0
Tuyau175	54,71	51,4	0,001	0,04	0,02	0
Tuyau176	194,43	61,4	0,001	0,15	0,05	0
Tuyau177	251,44	61,4	0,001	0,2	0,07	0
Tuyau178	237,09	73,6	0,001	1,23	0,29	0,002
Tuyau179	111,68	73,6	0,001	1,75	0,41	0,003
Tuyau180	46,08	73,6	0,1	1,01	0,24	0,001
Tuyau181	352,58	73,6	0,001	-0,28	0,07	0
Tuyau182	5,51	61,4	0,1	1,14	0,38	0,003
Tuyau183	33,99	61,4	0,001	0,74	0,25	0,001
Tuyau184	225,53	61,4	0,001	0,18	0,06	0
Tuyau185	2,67	61,4	0,001	0,82	0,28	0,002
Tuyau186	168,17	61,4	0,1	0,13	0,04	0
Tuyau187	118,32	51,4	0,001	0,09	0,04	0
Tuyau188	114,93	73,6	0,001	1,23	0,29	0,002

ANNEXES

Tuyau189	8,48	73,6	0,001	3,18	0,75	0,009
Tuyau190	99,46	73,6	0,001	0,33	0,08	0
Tuyau190	116,34	73,6	0,001	0,04	0,01	0
Tuyau191	115,9	73,6	0,001	0,83	0,19	0,001
Tuyau192	143,07	73,6	0,001	0,63	0,15	0
Tuyau193	101,1	73,6	0,001	0,31	0,07	0
Tuyau194	114,6	73,6	0,001	0,14	0,03	0
Tuyau196	138,69	73,6	0,001	1,03	0,24	0,001
Tuyau197	279,82	73,6	0,001	0,25	0,06	0
Tuyau198	197,31	73,6	0,001	-0,03	0,01	0
Tuyau199	125,61	73,6	0,001	-0,21	0,05	0
Tuyau200	144,2	73,6	0,001	0,34	0,08	0
Tuyau201	96,65	73,6	0,001	0,15	0,03	0
Tuyau202	129,46	73,6	0,001	0,34	0,08	0
Tuyau203	98,15	73,6	0,001	0,17	0,04	0
Tuyau204	161,51	51,4	0,001	0,13	0,06	0
Tuyau205	382,61	90	0,001	0,92	0,15	0
Tuyau206	400,25	90	0,001	0,31	0,05	0
Tuyau207	166,19	90	0,001	1,91	0,3	0,001
Tuyau208	113,94	51,4	0,001	0,09	0,04	0
Tuyau209	145,74	51,4	0,001	0,11	0,05	0
Tuyau210	40,45	40,8	0,001	0,03	0,02	0
Tuyau211	98,6	51,4	0,001	0,08	0,04	0
Tuyau212	414,46	51,4	0,001	0,32	0,16	0,001
Tuyau213	134,13	51,4	0,001	0,1	0,05	0
Tuyau214	41,55	40,8	0,001	0,03	0,02	0
Tuyau215	340,9	51,4	0,001	0,26	0,13	0,001
Tuyau216	233,23	90	0,001	2,33	0,37	0,002
Tuyau217	112,15	40,8	0,001	0,09	0,07	0
Tuyau223	213,07	130,8	0,001	10,51	0,78	0,005
Tuyau224	404,23	90	0,001	10,03	1,58	0,026
Tuyau225	115,6	73,6	0,001	-3,34	0,78	0,009
Tuyau235	0,99	51,4	0,001	-0,08	0,04	0
Tuyau236	80,36	120	0,1	0,06	0,01	0
Tuyau266	29,6	73,6	0,001	0,27	0,06	0
Tuyau267	37,57	51,4	0,001	0,53	0,25	0,002
Tuyau268	36,31	51,4	0,001	0,34	0,16	0,001
Tuyau269	35,28	51,4	0,001	0,16	0,08	0
Tuyau270	46,32	73,6	0,001	0,36	0,09	0
Tuyau271	79,4	73,6	0,001	-1,04	0,25	0,001
Tuyau272	235,04	61,4	0,001	0,18	0,06	0
Tuyau273	239,09	61,4	0,001	0,19	0,06	0

ANNEXES

Tuyau274	43,34	60	0,1	0,03	0,01	0
Tuyau275	146,31	150	0,1	1,76	0,1	0
Tuyau276	27,7	51,4	0,001	1,04	0,5	0,006
Tuyau277	19,58	51,4	0,001	0,75	0,36	0,004
Tuyau278	34,67	51,4	0,001	0,28	0,13	0,001
Tuyau279	83,3	73,6	0,001	0,06	0,02	0
Tuyau280	39,8	130,8	0,001	-4,04	0,3	0,001
Tuyau281	18,67	130,8	0,01	24,35	1,81	0,022
Tuyau283	143,84	73,6	0,001	1,01	0,24	0,001
Tuyau284	30,02	73,6	0,001	0,31	0,07	0
Tuyau285	112,18	120	0,1	1,21	0,11	0
Tuyau286	37,69	90	0,001	-0,3	0,05	0
Tuyau287	40,43	90	0,001	-0,3	0,05	0
Tuyau282	35,54	90	0,001	-0,45	0,07	0
Tuyau288	262,59	73,6	0,001	2,84	0,67	0,007
Tuyau289	152,11	90	0,1	0,21	0,03	0
Tuyau290	23,72	150	0,001	1,63	0,09	0
Tuyau291	57,13	90	0,001	0,04	0,01	0
Tuyau292	30,44	150	0,001	0,96	0,05	0
Tuyau293	98,87	130,8	0,001	6,21	0,46	0,002
Tuyau294	44,64	90	0,001	1,42	0,22	0,001
Tuyau295	41,79	90	0,001	0,87	0,14	0
Tuyau296	64,1	40,8	0,01	0,05	0,04	0
Tuyau297	6,03	73,6	0,01	-0,46	0,11	0
Tuyau298	37,8	73,6	0,001	-0,7	0,16	0,001
Tuyau299	84,48	73,6	0,001	0,29	0,07	0
Tuyau300	63,59	73,6	0,01	0,52	0,12	0
Tuyau301	233,62	61,4	0,001	0,18	0,06	0
Tuyau303	19,35	90	0,001	1,51	0,24	0,001
Tuyau304	23,23	90	0,001	1,15	0,18	0,001
Tuyau305	21,75	90	0,1	1,05	0,17	0
Tuyau306	45,58	90	0,1	0,2	0,03	0
Tuyau310	234,04	61,4	0,001	0,18	0,06	0
Tuyau311	5,79	73,6	0,01	0,78	0,18	0,001
Tuyau312	224,73	73,6	0,001	0,17	0,04	0
Tuyau313	90,37	90	0,001	4,04	0,63	0,005
Tuyau314	2,84	61,4	0,001	0,7	0,23	0,001
Tuyau315	105,46	73,6	0,001	0,16	0,04	0
Tuyau317	45,99	73,6	0,001	0,04	0,01	0
Tuyau318	185,09	61,4	0,001	0,14	0,05	0
Tuyau319	1,71	73,6	0,1	0,7	0,16	0,001
Tuyau320	349,21	73,6	0,001	-1,51	0,36	0,002

ANNEXES

Tuyau322	8,36	90	0,001	0,3	0,05	0
----------	------	----	-------	-----	------	---

ANNEXES

Annex III.11

Nœud	Altitude (m)	Débit (l/s)	CP (mce)	Pression (bars)
210	833,45	1,13	838,68	0,5
212	815,98	0,06	782,85	-3,2
213	829,28	0,03	837,78	0,8
214	830,99	0,18	837,78	0,7
215	823,41	0,32	837,53	1,4
216	819,27	0,25	782,85	-3,6
217	827,03	0,1	837,72	1
218	812,38	0,05	752,1	-5,9
219	820,33	0,08	837,3	1,7
222	805,36	0,1	766,44	-3,8
223	805,62	0,18	766,34	-3,8
226	805,53	0,19	766,4	-3,8
229	805,34	0,21	766,42	-3,8
232	805,1	0,38	766,37	-3,8
233	805,01	0,18	766,34	-3,8
235	804,69	0,42	766,53	-3,7
236	805,84	0,18	766,39	-3,9
239	805,47	0,49	766,49	-3,8
250	808,59	0,35	767,91	-4
252	811,51	0,15	767,89	-4,3
253	806,68	0,2	767,87	-3,8
254	806,72	0,04	767,77	-3,8
255	806,17	0,22	767,78	-3,8
256	805,81	0,06	767,77	-3,7
257	807,29	0,17	767,83	-3,9
258	808,61	0,12	767,78	-4
259	819,33	0,06	779,83	-3,9
260	815,23	0,17	780,35	-3,4
261	802,26	0,13	782,46	-1,9
262	807,05	0,15	782,48	-2,4
263	802,12	0,13	782,48	-1,9
264	807,65	0,19	782,5	-2,5
265	816,5	0,24	784,25	-3,2
266	804,11	0,12	767,08	-3,6
267	803,68	0,06	767,11	-3,6
268	804,94	0,12	767,12	-3,7
269	804,79	0,06	767,19	-3,7
270	814,15	0,32	769,22	-4,4
271	802,96	0,06	767,08	-3,5

ANNEXES

272	806,53	0,15	767,31	-3,8
273	802,02	0,16	767,26	-3,4
274	808,46	0,17	769,06	-3,9
275	805,72	0,12	767,19	-3,8
276	808,5	0,28	769,07	-3,9
277	805,33	0,31	767,21	-3,7
278	804,08	0,04	767,21	-3,6
279	801,27	0,06	767,11	-3,3
280	816,28	1,16	790,3	-2,5
281	811,81	0,34	782,75	-2,8
282	812,72	0,05	782,8	-2,9
283	812,79	0,04	782,9	-2,9
284	815,88	0,03	782,91	-3,2
285	816,54	0,18	782,91	-3,3
286	820,43	0,25	779,34	-4
287	814,69	0,01	782,79	-3,1
288	809,68	0,1	782,76	-2,6
289	808,22	0,11	782,73	-2,5
291	816,85	0,21	837,58	2
292	808	0,11	782,61	-2,5
293	805,93	0,2	767,3	-3,8
294	804,58	0,11	767,16	-3,7
295	802,75	0,14	767,12	-3,5
296	804,91	0,12	767,21	-3,7
297	807,17	0,33	771,13	-3,5
298	809	0,08	782,72	-2,6
299	808,67	0,16	782,75	-2,5
300	810,73	0,48	781,79	-2,8
301	818,93	0,03	759,51	-5,8
302	814,29	0,03	752,12	-6,1
303	818,36	0,03	780,35	-3,7
304	812,29	0,18	782,9	-2,9
306	811,36	0,08	782,9	-2,8

ANNEXES

Annexe III.12

Tronçon	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Rugosité (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	ΔH mce/km
Tuyau106	315,39	53,6	0,01	0,25	0,11	0,13
Tuyau107	97,41	53,6	0,01	0,08	0,03	0
Tuyau108	15,42	53,6	0,001	-0,5	0,22	0,02
Tuyau109	41,76	90	0,1	18,97	2,98	3,67
Tuyau110	55,56	90	0,01	0,11	0,02	0
Tuyau134	215,06	73,6	0,001	0,17	0,04	0,01
Tuyau135	38,05	90	0,001	-0,16	0,03	0
Tuyau136	41,76	90	0,001	-0,14	0,02	0
Tuyau137	14,49	90	0,001	0,92	0,14	0,01
Tuyau138	85,4	51,4	0,001	0,07	0,03	0
Tuyau139	26,47	90	0,001	1,76	0,28	0,03
Tuyau140	28,36	90	0,001	-0,54	0,08	0
Tuyau141	32,76	53,6	0,001	0,27	0,12	0,02
Tuyau142	215,92	73,6	0,001	-0,46	0,11	0,06
Tuyau143	80,17	130,8	0,001	46,93	3,49	6,06
Tuyau148	104,47	73,6	0,001	17,08	4,01	20,75
Tuyau152	56,95	73,6	0,02	3,17	0,75	0,48
Tuyau153	20,42	73,6	0,001	-9,7	2,28	1,38
Tuyau154	2,73	61,4	0,1	1,11	0,38	0,01
Tuyau155	226,67	61,4	0,001	0,18	0,06	0,03
Tuyau156	254,68	61,4	0,001	0,2	0,07	0,04
Tuyau157	109,34	73,6	0,001	4,6	1,08	1,83
Tuyau158	82,26	73,6	0,001	1,95	0,46	0,29
Tuyau159	56,78	73,6	0,001	0,32	0,08	0,01
Tuyau160	84,5	73,6	0,001	-1,68	0,4	0,23
Tuyau161	107,9	73,6	0,001	-3,04	0,71	0,84
Tuyau162	309,1	73,6	0,001	0,97	0,23	0,31
Tuyau163	284,14	73,6	0,001	-0,5	0,12	0,09
Tuyau164	3,15	73,6	0,1	1	0,24	0
Tuyau165	40,82	73,6	0,001	0,42	0,1	0,01
Tuyau166	87,68	73,6	0,001	0,14	0,03	0
Tuyau167	71,53	73,6	0,1	-1,14	0,27	0,1
Tuyau168	155,89	61,4	0,001	0,12	0,04	0,01
Tuyau169	116,19	61,4	0,001	0,09	0,03	0
Tuyau170	129,86	61,4	0,01	0,1	0,03	0
Tuyau171	5,61	61,4	0,001	0,52	0,18	0
Tuyau172	148,92	61,4	0,001	0,12	0,04	0,01
Tuyau173	148,61	61,4	0,001	0,32	0,11	0,05
Tuyau174	76,18	61,4	0,001	0,06	0,02	0

ANNEXES

Tuyau175	54,71	51,4	0,001	0,04	0,02	0
Tuyau176	194,43	61,4	0,001	0,15	0,05	0,01
Tuyau177	251,44	61,4	0,001	0,2	0,07	0,04
Tuyau178	237,09	73,6	0,001	1,23	0,29	0,36
Tuyau179	111,68	73,6	0,001	1,75	0,41	0,32
Tuyau180	46,08	73,6	0,1	1,01	0,24	0,05
Tuyau181	352,58	73,6	0,001	-0,28	0,07	0,04
Tuyau182	5,51	61,4	0,1	1,14	0,38	0,02
Tuyau183	33,99	61,4	0,001	0,74	0,25	0,05
Tuyau184	225,53	61,4	0,001	0,18	0,06	0,03
Tuyau185	2,67	61,4	0,001	0,82	0,28	0
Tuyau186	168,17	61,4	0,1	0,13	0,04	0,01
Tuyau187	118,32	51,4	0,001	0,09	0,04	0,01
Tuyau188	114,93	73,6	0,001	1,23	0,29	0,18
Tuyau189	8,48	73,6	0,001	3,18	0,75	0,07
Tuyau190	99,46	73,6	0,001	0,33	0,08	0,02
Tuyau190	116,34	73,6	0,001	0,04	0,01	0
Tuyau191	115,9	73,6	0,001	0,83	0,19	0,09
Tuyau192	143,07	73,6	0,001	0,63	0,15	0,07
Tuyau193	101,1	73,6	0,001	0,31	0,07	0,01
Tuyau194	114,6	73,6	0,001	0,14	0,03	0
Tuyau196	138,69	73,6	0,001	1,03	0,24	0,15
Tuyau197	279,82	73,6	0,001	0,25	0,06	0,03
Tuyau198	197,31	73,6	0,001	-0,03	0,01	0
Tuyau199	125,61	73,6	0,001	-0,21	0,05	0,01
Tuyau200	144,2	73,6	0,001	0,34	0,08	0,02
Tuyau201	96,65	73,6	0,001	0,15	0,03	0
Tuyau202	129,46	73,6	0,001	0,34	0,08	0,02
Tuyau203	98,15	73,6	0,001	0,17	0,04	0
Tuyau204	161,51	51,4	0,001	0,13	0,06	0,02
Tuyau205	382,61	90	0,001	0,92	0,15	0,13
Tuyau206	400,25	90	0,001	0,31	0,05	0,02
Tuyau207	166,19	90	0,001	1,91	0,3	0,21
Tuyau208	113,94	51,4	0,001	0,09	0,04	0,01
Tuyau209	145,74	51,4	0,001	0,11	0,05	0,01
Tuyau210	40,45	40,8	0,001	0,03	0,02	0
Tuyau211	98,6	51,4	0,001	0,08	0,04	0
Tuyau212	414,46	51,4	0,001	0,32	0,16	0,34
Tuyau213	134,13	51,4	0,001	0,1	0,05	0,01
Tuyau214	41,55	40,8	0,001	0,03	0,02	0
Tuyau215	340,9	51,4	0,001	0,26	0,13	0,2
Tuyau216	233,23	90	0,001	2,33	0,37	0,42

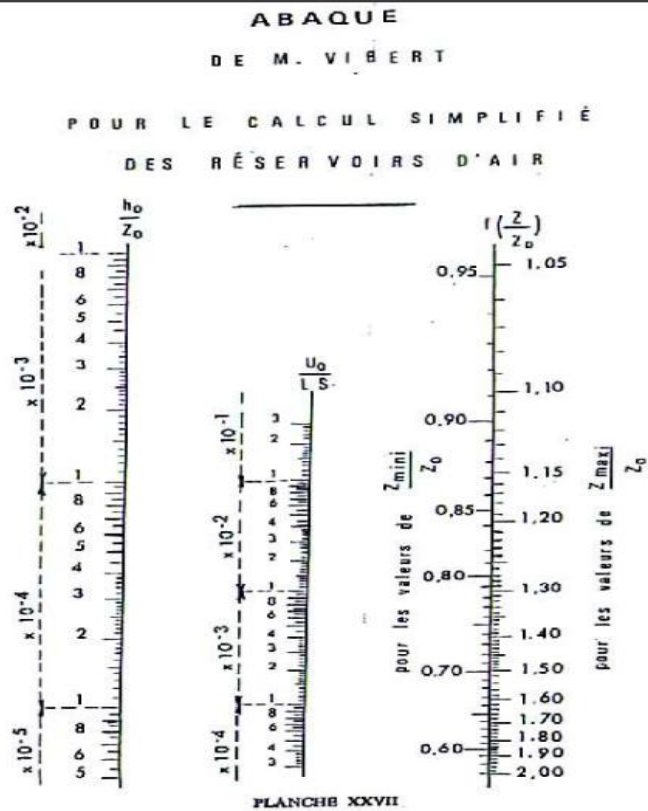
ANNEXES

Tuyau217	112,15	40,8	0,001	0,09	0,07	0,02
Tuyau223	213,07	130,8	0,001	10,51	0,78	0,97
Tuyau224	404,23	90	0,001	10,03	1,58	10,66
Tuyau225	115,6	73,6	0,001	-3,34	0,78	1,07
Tuyau235	0,99	51,4	0,001	1,28	0,62	0,01
Tuyau236	80,36	120	0,1	0,06	0,01	0
Tuyau266	29,6	73,6	0,001	0,27	0,06	0
Tuyau267	37,57	51,4	0,001	0,53	0,25	0,07
Tuyau268	36,31	51,4	0,001	0,34	0,16	0,03
Tuyau269	35,28	51,4	0,001	0,16	0,08	0,01
Tuyau270	46,32	73,6	0,001	0,36	0,09	0,01
Tuyau271	79,4	73,6	0,001	-1,04	0,25	0,09
Tuyau272	235,04	61,4	0,001	0,18	0,06	0,03
Tuyau273	239,09	61,4	0,001	0,19	0,06	0,03
Tuyau274	43,34	60	0,1	0,03	0,01	0
Tuyau275	146,31	150	0,1	1,76	0,1	0,02
Tuyau276	27,7	51,4	0,001	1,04	0,5	0,18
Tuyau277	19,58	51,4	0,001	0,75	0,36	0,07
Tuyau278	34,67	51,4	0,001	0,28	0,13	0,02
Tuyau279	83,3	73,6	0,001	0,06	0,02	0
Tuyau280	39,8	130,8	0,001	-19,68	1,46	0,58
Tuyau281	18,67	130,8	0,01	24,35	1,81	0,41
Tuyau283	143,84	73,6	0,001	1,01	0,24	0,16
Tuyau284	30,02	73,6	0,001	0,31	0,07	0
Tuyau285	112,18	120	0,1	1,21	0,11	0,02
Tuyau286	37,69	90	0,001	-0,3	0,05	0
Tuyau287	40,43	90	0,001	-0,3	0,05	0
Tuyau282	35,54	90	0,001	-0,45	0,07	0
Tuyau288	262,59	73,6	0,001	2,84	0,67	1,81
Tuyau289	152,11	90	0,1	0,21	0,03	0
Tuyau290	23,72	150	0,001	1,63	0,09	0
Tuyau291	57,13	90	0,001	0,04	0,01	0
Tuyau292	30,44	150	0,001	0,96	0,05	0
Tuyau293	98,87	130,8	0,001	6,21	0,46	0,17
Tuyau294	44,64	90	0,001	18,42	2,89	3,71
Tuyau295	41,79	90	0,001	0,87	0,14	0,01
Tuyau296	64,1	40,8	0,01	0,05	0,04	0
Tuyau297	6,03	73,6	0,01	-0,46	0,11	0
Tuyau298	37,8	73,6	0,001	-0,7	0,16	0,02
Tuyau299	84,48	73,6	0,001	0,29	0,07	0,01
Tuyau300	63,59	73,6	0,01	0,52	0,12	0,02
Tuyau301	233,62	61,4	0,001	0,18	0,06	0,03

ANNEXES

Tuyau303	19,35	90	0,001	1,51	0,24	0,02
Tuyau304	23,23	90	0,001	1,15	0,18	0,01
Tuyau305	21,75	90	0,1	1,05	0,17	0,01
Tuyau306	45,58	90	0,1	0,2	0,03	0
Tuyau310	234,04	61,4	0,001	0,18	0,06	0,03
Tuyau311	5,79	73,6	0,01	0,78	0,18	0
Tuyau312	224,73	73,6	0,001	0,17	0,04	0,01
Tuyau313	90,37	90	0,001	4,04	0,63	0,44
Tuyau314	2,84	61,4	0,001	0,7	0,23	0
Tuyau315	105,46	73,6	0,001	0,16	0,04	0
Tuyau317	45,99	73,6	0,001	0,04	0,01	0
Tuyau318	185,09	61,4	0,001	0,14	0,05	0,01
Tuyau319	1,71	73,6	0,1	0,7	0,16	0
Tuyau320	349,21	73,6	0,001	-1,51	0,36	0,77
Tuyau322	8,36	90	0,001	0,3	0,05	0

Annexe V.1



Annexe V.II

Untitled Gantt Project

14 juin 2025

Tâches

2

Nom	Date de début	Date de fin
A- Excavation de la tranchée	01/01/25	11/02/25
F-Excavation	01/01/25	07/01/25
O-Excavation de la tranchée	01/01/25	06/05/25
T-Terrassement et fondation	01/01/25	10/01/25
G-Pose du Avant-tout	08/01/25	13/01/25
U-Construction de la chambre de pompage	13/01/25	22/01/25
H-Coulage du béton de propreté	14/01/25	16/01/25
I-Coulage du béton armé du radier et de la chape de la Chambre de manœuvre	17/01/25	25/02/25
V-Pose de canalisation	23/01/25	29/01/25
W-Installation electromécanique	30/01/25	06/02/25
X-Raccordement et automatisme	07/02/25	13/02/25
Y-Essais et mise en service	14/02/25	19/02/25
B-Lit de sable	12/02/25	24/02/25
C-Pose de conduite	25/02/25	18/04/25
J-Coulage béton armé du voile du réservoir et de la chambre.	26/02/25	04/04/25
K-Coulage du béton armé de la ceinture supérieur du réservoir et des poteaux de la chambre de manœuvre	07/04/25	27/05/25
D-Remblais	21/04/25	29/04/25
E-Compactage	30/04/25	08/05/25
P-Lit de sable	07/05/25	16/06/25
L-Coulage du béton armé de la coupole et de la dalle de la chambre de manœuvre	28/05/25	01/08/25
Q-Pose de conduite	17/06/25	01/12/25
M-Remblayage et compactage	04/08/25	06/08/25
N-Evaluation des débris et nettoyage	07/08/25	08/08/25
R-Remblais	02/12/25	19/12/25
S-Compactage	22/12/25	08/01/26
Z-Installation Anti-bilier	09/01/26	14/01/26