

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Diagnostic et réhabilitation du réseau de distribution en eau potable de Ben Achour (w. Blida).

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0030-20

APA Citation (APA توثيق):

Benamour, Hafidha (2020). Diagnostic et réhabilitation du réseau de distribution en eau potable de Ben Achour (w. Blida)[Mem Ing, ENSH].

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

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...)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

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

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

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

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

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L'HYDRAULIQUE
-ARBAOUI ABDELLAH-

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR D'ETAT EN HYDRAULIQUE.

**Option : CONCEPTION DES SYSTEMES D'ALIMENTATION EN EAU
POTABLE**

THEME :

**Diagnostic et réhabilitation du réseau de distribution en
eau potable de BEN ACHOUR w. Blida**

Présenté par :
M^{lle}. BENAMOUR
HAFIDHA

Promoteur :
M^r. A.HACHEMI

Devant les membres du jury :

Noms et prénoms :	Grade	Qualité
A. AMMARI	M.C.A	Président
M.BOUKHLIFA	M.A.A	Examinateur
S. BELLABBAS	M.A.A	Examinateur

Décembre 2020

ملخص :

الأوضاع المتوترة من حيث الإمدادات بمياه الشرب التي يعرفها حي بن عاشور بولاية البلدية تتطلب دراسة تشخيصية لشبكة توزيع مياه الشرب الحالية و اقتراح خطة رئيسية تسمح بتحسينها و هو بالضبط هدف هذا العمل. تشخيص الشبكة و هياكلها كشف عن العديد من النقاط السلبية منها أنّ معظم القنوات ذات مواد قديمة. كما كشفت المحاكاة الهيدروليكية للشبكة باستخدام برنامج Epanet عن خلل وظيفي في الشبكة و المتعلق بالضغط في العقد وسرعة الماء في القنوات, ومنه اقتراح حلول إعادة تهيئة تسمح بالتشغيل السليم للشبكة لتغطية الاحتياجات المستقبلية للمنطقة (أفق 2050).

الكلمات المفتاحية : الإمداد بمياه الشرب, دراسة تشخيصية, خلل وظيفي, شبكة توزيع, سرعة, ضغط, محاكاة,

Epanet.

Résumé :

Les situations tendues en matière d'alimentation en eau potable que connaît la cité de BEN ACHOUR dans la wilaya de Blida nécessitent une étude de diagnostic du réseau actuel de distribution en eau potable et la proposition d'un schéma directeur permettant son amélioration et c'est exactement le but de ce travail. Le diagnostic du réseau et ses ouvrages a décelé de nombreux anomalies au réseau dont la majorité des conduites sont en amiante-ciment et en acier galvanisé .Ainsi, la simulation hydraulique du réseau par le biais du logiciel Epanet a révélé plusieurs dysfonctionnements du réseau liés à la pression aux nœuds et la vitesses de l'eau dans les conduites , d'où la proposition des solutions de réhabilitation permettant le bon fonctionnement du réseau pour couvrir les besoins futures de la zone (horizon 2050) .

Mots clés : Alimentation en eau potable, diagnostic, dysfonctionnement, Epanet, pression, réseau de distribution, simulation, vitesse.

Abstract :

The tense situation in terms of drinking water supply experienced by the city of BEN ACHOUR in Blida requires a diagnostic study of the current drinking water distribution network and the proposal of a master plan to improve it, and this is exactly the aim of this work. The diagnosis of the network and its components revealed numerous anomalies, where the majority of its pipes are made of asbestos-cement and galvanized steel. Thus, the hydraulic simulation of the network using the Epanet software revealed several malfunctions of the network linked to the pressure at nodes and the speed of the water in the pipes, hence the proposal of rehabilitation allowing the proper functioning of the network to cover the future needs of the area (horizon 2050).

Key words: Drinking water supply, diagnostic, distribution network, Epanet, malfunctions, pressure, simulation, speed.

SOMMAIRE

TITRE

PAGE

Introduction générale

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Introduction

I.1.L'objectif de cette étude	(1)
I.2.Situation géographique de la wilaya de Blida :	(1)
I.3.Situation géographique de la zone d'étude « BEN ACHOUR » :	(1)
I.4.Situation géologique de la zone d'étude :.....	(2)
I.5.Situation hydrogéologique :.....	(2)
I.6.Situation climatique :	(3)
I.6.1.Climat	(3)
I.6.2.La température	(3)
I.6.3.La pluviométrie	(4)
I.6.4.Les vents.....	(4)
I.6.5.L'humidité relative :.....	(4)
I.7.Situation topographique :	(4)
I.8. Sismicité :	(5)
I.9. Situation hydraulique :	(5)
I.10. Situation démographique :	(6)

Conclusion

Chapitre II: Estimation des besoins en eau

Introduction

II.1. Estimation des populations projetées :	(7)
II.2. Estimation des besoins en eau :	(9)
II.2.1. Évolution de la dotation unitaire :	(9)
II.2.2. Le débit moyen journalier :.....	(10)
II.2.2.1. Catégories des consommateurs :	(10)
- La consommation domestique :	(10)
- La consommation industrielle :	(10)
- La consommation touristique :	(10)
- La consommation administrative :	(10)
II.2.2.2. Consommation en eau potable pour les différents types de consommateurs	(11)
a) Consommation moyenne pour la population branchée :.....	(11)
b) Consommation moyenne pour la population non branchée :.....	(11)

c) Consommation moyenne journalière pour les équipements collectifs : ...	(11)
II.2.4. Le débit maximal journalier :	(12)
II.2.5. Le débit minimal journalier :	(12)
II.2.5. Le débit moyen horaire :	(12)
II.2.6. Les débits horaires :	(13)
II.3. Situation hydraulique de l'état actuel :	(16)
II.3.1. Sources de production en eau potable de la cité de BEN ACHOUR:	(16)
II.3.2. Bilan Production-Besoins :	(16)
II.4. Structure du réseau de distribution de BEN ACHOUR :	(16)
II.4.1. Estimation des besoins en eau de chaque zone :	(17)
II.4.1.1. La zone basse alimentée par piquage (zone 1) :	(17)
a) Estimation de la population branchée PB :	(17)
b) Estimation de la population non branchée PNB :	(17)
c) Consommation de la population branchée :	(17)
d) Consommation de la population non branchée PNB :	(17)
e) Besoin en eau total de la zone 1 :	(18)
f) Calcul des différents ratios de la zone 1 :	(18)
II.4.1.2. La zone haute alimenté par le réservoir principal RV1000 m ³ (zone 2):	
a) Estimation de la population branchée PB :	(18)
b) Estimation de la population non branchée PNB :	(18)
c) Consommation de la population branchée :	(19)
d) Consommation de la population non branchée PNB :	(19)
e) Besoin en eau total de la zone 2 :	(19)
f) Calcul des différents ratios de la zone 2 :	(19)

Conclusion

Chapitre III : Réservoir et capacité de stockage

Introduction

III.1. Rôle du réservoir dans une distribution d'eau :	(22)
III.2. Emplacement des réservoirs :	(22)
III.3. Équipements des réservoirs	(22)
III.1.1. La conduite d'arrivée ou d'alimentation :	(22)
III.3.2. Conduite de départ ou de distribution :	(22)
III.3.3. Conduite de vidange :	(23)
III.3.4. Conduite de trop-plein :	(23)
III.3.5. Système de matérialisation contre l'incendie :	(24)
III.3.5.1. Système à deux prises :	(24)

III.3.5.2. Système à siphon :	(24)
III.3.6. Conduite by-pass :	(25)
III.4. Types des réservoirs :	(25)
III.4.1. Châteaux d'eau:	(25)
III.4.1.1. Définition :	(25)
III.4.1.2. Avantages et inconvénients :	(25)
III.4.2.3. Principe de fonctionnement des châteaux d'eau :	(26)
III.4.2. Réservoirs d'eau semi-enterrés ou enterrés :	(26)
III.4.2.1. Définition :	(26)
III.4.2.2. Avantages et inconvénients :	(26)
III.5. Calcul de la capacité de stockage :	(26)
III.5.1. Réservoir de stockage de RV1000 m ³ :	(26)
III.5.2. Calcul de la capacité de stockage du réservoir RV1000 m ³ :	(27)
III.5.2.1. Méthodes de calcul de la capacité de stockage :	(27)
III.5.2.2. Calcul analytique de la capacité du réservoir pour les besoins actuels (2020)	(28)
III.5.2.3. Calcul analytique de la capacité du réservoir pour les besoins futures (2050)	(29)

Conclusion

Chapitre IV : Diagnostic physique du réseau de distribution

Introduction

V.1 L'état actuel du réseau de distribution :	(30)
IV.1.1. Descriptif des ressources disponibles :	(30)
IV.1.2. Descriptif des ouvrages et installations du réseau :	(30)
IV.1.3. Descriptif des conduites du réseau de distribution :	(31)
IV.1.4. Descriptif du réseau d'adduction actuel :	(31)
IV.1.5. Descriptif des équipements hydrauliques secondaires :	(31)
IV.2. État de lieux du réseau de distribution en eau potable :	(32)
IV.2.1. Description des ouvrages hydrauliques:.....	(32)
IV.2.1.1. Station de pompage avec bâches de reprise (la principale):	(32)
IV.2.1.2. Réservoir de stockage de RV1000 m ³ :	(33)
IV.2.1.3. Stations de pompage secondaire :	(33)
IV.3. Diagnostic des conduites du réseau de distribution :	(35)
IV.3.1. Analyse des canalisations :	(35)
IV.3.2. Analyse par type de matériaux de canalisations :	(36)
IV.3.3. Analyse par diamètre des conduites :	(37)
IV.4. Réducteurs de pression :	(37)

IV.5. Remarques sur le réseau de distribution de BEN ACHOUR :	(38)
---	------

Conclusion

Chapitre V : Diagnostic hydraulique du réseau de distribution

Introduction

V.1. logiciels utilisés :	(39)
---------------------------------	------

V.2. Méthodologie suivie pour le conditionnement du réseau existant :	(40)
---	------

V.3. Simulation hydraulique du réseau existant :	(41)
--	------

V.3.1. Détermination des débits nodaux :	(41)
--	------

V.3.1.1. Calcul des débits nodaux:	(42)
--	------

V.4. Résultats de la simulation hydraulique du réseau de distribution :	(46)
---	------

V.4.1. Résultats de la simulation à l'état actuel 2020 :	(46)
--	------

V.4.1.1. Résultats de la simulation hydraulique en cas de pointe :	(47)
--	------

V.4.1.2 Résultats de la simulation en cas de pointe plus incendie :	(51)
---	------

V.4.2 Interprétation des résultats de la simulation à l'état actuel 2020:	(56)
---	------

Conclusion

Chapitre VI : Réhabilitation du réseau de distribution

Introduction

VI.1. Les modifications nécessaires au réseau de distribution de BEN ACHOUR :	(58)
---	------

VI.2 Choix du type des tuyaux :	(58)
---------------------------------------	------

VI.3. Étude de la première variante de réhabilitation :	(59)
---	------

VI.3.1. Vérification de la suffisance de RV1000 m ³ :	(59)
--	------

VI.3.2. Calcul des débits nodaux :	(59)
--	------

VI.3.3. Prédimensionnement du réseau selon la variante 1:	(65)
---	------

VI.3.4. Résultats de la simulation hydraulique du réseau en cas de pointe :	(65)
---	------

VI.3.5. Discussion des résultats de la simulation hydraulique :	(70)
---	------

VI.3.6. Modification du réseau et ses résultats :	(72)
---	------

VI.3.7. Discussion des résultats de la modification du réseau :	(77)
---	------

VI.4. Étude de la deuxième variante de réhabilitation :	(78)
---	------

VI.4.1. Calcul des débits nodaux :	(78)
--	------

VI.4.2. Prédimensionnement du réseau selon la variante 2 :	(85)
--	------

VI.4.3. Résultats de la simulation hydraulique du réseau selon la variante 2 en cas de pointe plus incendie :	(85)
--	------

VI.4.4. Modification du réseau et ses résultats :	(93)
---	------

VI.4.5. Discussion des résultats de la simulation hydraulique du réseau selon la 2eme variante cas de pointe plus incendie:	(100)
--	-------

VI.4.6.Résultats de la simulation hydraulique du réseau selon la variante 2 en cas de pointe :	(102)
VI.4.7. Discussion des résultats de la simulation hydraulique du réseau selon la 2eme variante en cas de pointe :	(109)
VI.5. Comparaison entre les deux variantes de réhabilitation :	(109)
VI.6.Choix de la variante adéquate de réhabilitation :	(109)
VI.6.1.Diamètres et matériaux choisis pour la réhabilitation :	(109)
VI.6.1.1.Matériau des conduites :	(109)
VI.6.1.2.Diamètres des conduites :	(110)
VI.6.2. Accessoires nécessaires pour le réseau projeté :	(111)
VI.6.2.1.Réducteur de pression :	(111)
VI.6.2.2.Robinets-Vanne :	(111)
VI.6.2.3.Les robinets de décharge :	(111)
VI.6.2.4.Les ventouses automatiques :	(111)
VI.6.2.5.Poteaux d'incendie :	(111)
Conclusion	

Chapitre VII: Pose de canalisation et organisation de chantier

VII.1. POSE DE CANALISATION

VII.1.1. Les risques auxquels sont soumises les conduites et leurs conséquences :	(113)
VII.1.2. La pose des canalisations : cas général	(114)
VII.1.2.1. Ouverture de la tranchée :	(114)
VII.1.2.1.1. Le terrassement :	(114)
VII.1.2.1.2. La largeur de la tranchée :	(114)
VII.1.2.1.3. La profondeur de la tranchée :	(114)
VII.1.2.2. Confection du lit de pose :	(115)
VII.1.2.3. Manutention des tuyaux :	(116)
VII.1.2.4. Reprise des efforts dus à la poussée de l'eau :	(116)
VII.1.2.5. Contrôle de l'étanchéité :	(116)
VII.1.2.6. Enrobage de la canalisation :	(117)
VII.1.2.7. Remblaiement :	(118)
VII.1.2.8. Mise en service :	(118)
VII.1.3.Cas particuliers de pose :	(119)
VII.1.3.1. Traversée de routes	(119)
VII.1.3.2. Traversée de riviere	(119)

VII.2. ORGANISATION DE CHANTIER :

VII.2.1. Travaux préliminaires :	(120)
--	-------

VII.2.1.1. Matérialisation :	(120)
VII.2.1.2. Nivellement :	(120)
VII.2.2. Calcul du volume des travaux :	(120)
VII.2.2.1.Exécution de la tranchée :	(120)
VII.2.2.1.1. La profondeur de la tranchée :	(120)
VII.2.2.1.2. La largeur de la tranchée :	(120)
VII.2.2.1.3. Choix du coefficient du talus :	(121)
VII.2.2.1.4. Distance de la mise du cavalier :	(121)
VII.2.2.1.5. Choix de l'excavateur:	(122)
VII.2.2.1.6. Rendement d'exploitation de la pelle choisie :	(123)
VII.2.2.1.7. Calcul du temps d'exécution :	(124)
VII.2.2.2. Aménagement du lit de pose :	(124)
VII.2.2.3.Remblaiement des tranchées :	(124)
VII.2.2.3.1. Le volume total du remblai :	(124)
VII.2.2.3.2. Choix du bulldozer :	(125)
VII.3. Précautions particulières à chaque matériau de conduite :	(125)
VII.3.1. Tuyaux PVC :	(125)
VII.3.1.1. Assemblage :	(126)
VII.3.1.1.1. Joint collé :	(126)
VII.3.1.1.2. Joint automatique :	(126)
VII.3.1.1.3. Perspectives spéciales :	(126)
VII.3.2. Tuyaux PEHD :	(126)
VII.3.2.1.Assemblage :	(126)
VII.3.2.2.Prescriptions spéciales :	(127)
VII.4. Devis estimatif et quantitatif :	(127)
VII.5. Planification des travaux :	(129)
VII.5.1. Définitions des tâches et leurs durées :	(129)
VII.5.2. Élaboration du réseau :	(129)

Conclusion

Conclusion générale

Annexes

Références bibliographiques

LISTE DES FIGURES

Chapitre I:

Figure (I.1) : situation géographique de la wilaya de Blida	(1)
Figure (I.2) : Situation géographique de BEN ACOUR	(2)
Figure (I.3) : Carte de zonage sismique de l'Algérie	(5)
Figure (I.4) : Représentation des étages d'AEP de la cité de BEN ACHOUR	(6)

Chapitre II:

Figure (II.1) : un quartier précaire de BEN ACHOUR	(8)
Figure (II.2) : Fontaines alimentant les quartiers précaires de BEN ACHOUR	(8)

Chapitre III :

Figure (III.1) : Équipements du réservoir	(22)
Figure (III.2) : Différents points d'arrivée de la conduite d'apport	(22)
Figure (III.3) : point de départ de la conduite de distribution.	(23)
Figure (III.4) : Dispositions de la conduite de vidange.	(23)
Figure (III.5) : Dispositions de la conduite de trop-plein	(24)
Figure (III.6) : Dispositions de système d'incendie à deux prises	(24)
Figure (III.7) : Système d'incendie à siphon.	(24)
Figure (III.8) : Conduit by-pass.	(25)
Figure (III.9) : Vue extérieure de réservoir semi enterré RV1000 m3.	(27)

Chapitre IV :

Figure (IV.1) : Les ressources alimentant le réseau de BEN ACHOUR	(30)
Figure (IV.2) : Anti bélier de 1500 litres.	(31)
Figure (IV.3) : Vue extérieure de la conduite d'arrivée de la station de Béni-Tamou	(32)
Figure (IV.4) : Vue intérieure des éléments de la station de pompage	(33)
Figure (IV.5) : Schéma synoptique du système de refoulement entre la station de pompage et le réservoir de stockage RV1000 m3	(33)
Figure (IV.6) : plan d'architecture de la station de pompage.....	(34)
Figure (IV.7) : Présentation du linéaire du réseau de distribution par type de conduite	(36)
Figure (IV.8) : Présentation du linéaire de distribution par diamètre de conduite	(37)

Chapitre V :

Figure (V.1): Réseau existant importé sur Epanet	(41)
Figure (V.2) : simulation du réseau de distribution à l'état actuel (horizon 2020).....	(46)
Figure (V.3) : Carte des pressions dans le réseau à l'état actuel.....	(56)
Figure (V.4) : Vitesse de l'eau dans les conduites du réseau existant	(57)

Chapitre VI:

Figure (VI.1) : État du réseau en cas de pointe plus incendie.....	(65)
Figure (VI.2) : carte des pressions dans le réseau (variante 1)	(71)
Figure (VI.3) : Vitesse de l'eau dans les conduites du réseau selon la première Variante.....	(71)
Figure (VI.4) État du réseau après modification (variante 1) en cas de pointe plus incendie.	(72)
Figure (VI.5) : État du réseau selon la variante 2.(cas de pointe+incendie)	(85)
Figure(VI.6): carte des pressions dans le réseau(variante 2)(cas de pointe+incendie)	(86)
Figure (VI.7) : État du réseau après modification (variante 2) en cas de pointe plus incendie.....	(93)
Figure (VI.8) : Vitesse de l'eau dans les conduites du réseau selon la 2ème Variante après modification	(93)
Figure (VI.9) : conduites ayant une vitesse inférieure à 0,3 m/s.....	(101)
Figure (VI.10) : Carte des pressions dans le réseau selon la 2ème var après Modification.....	(101)
Figure (VI.11) : État du réseau en cas de pointe (variante 2)	(102)
Figure (VI.12) : répartition des conduites selon leurs diamètres.....	(110)

Chapitre VII:

Figure (VII.1) : Aménagement de la tranchée.....	(114)
Figure (VII.2) : Caractéristiques dimensionnelles d'une tranchée	(114)
Figure (VII.3) : Contraintes subies par un tuyau enterré.....	(115)
Figure (VII.4) : Lit de pose.....	(115)

Figure (VII.5) : Butée d'extrémité lors d'un essai d'étanchéité	(117)
Figure (VII.6) : Mise en œuvre des matériaux d'Enrobage	(118)
Figure (VII.7) : Enrobage et remblaiement	(119)
Figure (VII.8) : pose de tubes PVC	(126)

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU	PAGE
----------------	-------------

Chapitre I:

Tableau (I.1) : Coordonnées Lambert de la station de SOUMAA	(3)
Tableau (I.2) : Variation de la température moyenne mensuelle (2000 -2010).....	(3)
Tableau (I.3) : Variation de la pluviométrie (2000-2010).....	(4)
Tableau (I.4) : Variation de la vitesse moyenne du vent (période (2000-2010).....	(4)

Chapitre II:

Tableau (II.1) : Estimation de la population aux différents horizons.....	(7)
Tableau (II.2) : Estimation de la densité de population branchée	(8)
Tableau (II.3) : Estimation de la population non branchée	(9)
Tableau (II.4) : Typologie de l'agglomération en fonction de la dimension de la population.....	(9)
Tableau (II.5) : Évolution de la dotation nette en l/j/hab	(10)
Tableau (II.6) : Consommation moyenne journalière actuelle et future pour PB.....	(11)
Tableau (II.7) : Consommation moyenne journalière actuelle et future pour PNB.....	(11)
Tableau (II.8) : Consommation actuelle et future pour les équipements collectifs.	(11)
Tableau (II.9) : Consommation actuelle totale de BEN ACHOUR. (2020)	(12)
Tableau (II.10) : Consommation future totale de BEN ACHOUR. (2050)	(12)
Tableau (II.11) : Calcul des différents débits journaliers	(12)

Tableau (II.12) : Évolution du coefficient β selon le nombre d'habitants	(13)
Tableau (II.13) : Calcul des débits horaires par la première méthode	(13)
Tableau (II.14) : Consommation horaire actuelle (2020)	(14)
Tableau (II.15) : Les débits horaires (2020)	(14)
Tableau (II.16) : Consommation horaire future (2050)	(15)
Tableau (II.17) : Les débits horaires (2050)	(15)
Tableau (II.18) : récapitulatif des débits horaires actuels et futurs	(15)
Tableau (II.19) : Bilan Production-Besoins	(16)
Tableau (II.20) : La population branchée actuelle et future de la zone 1	(17)
Tableau (II.21) : La population non branchée actuelle et future de la zone 1	(17)
Tableau (II.22) : Débit moyen journalier de la population branchée PB	(17)
Tableau (II.23) : Débit moyen journalier de la population non branchée PNB	(17)
Tableau (II.24) : Besoins en eau potable totaux actuels de la zone 1 (2020)	(18)
Tableau (II.25) : Besoins en eau potable totaux futures de la zone 1 (2050)	(18)
Tableau (II.26) : Les différents ratios de la zone 1	(18)
Tableau (II.27) : La population branchée actuelle et future de la zone 2	(18)
Tableau (II.28) : La population non branchée actuelle et future de la zone 2	(18)
Tableau (II.29) : Débit moyen journalier de la population branchée PB	(19)
Tableau (II.30) : Débit moyen journalier de la population non branchée PNB	(19)
Tableau (II.31) : Besoins en eau potable totaux actuels de la zone 2 (2020)	(19)
Tableau (II.32) : Besoins en eau potable totaux futures de la zone 2 (2050)	(19)
Tableau (II.33) : Les différents ratios de la zone 2	(19)

Chapitre III :

Tableau (III.1) : Caractéristiques du réservoir de stockage de RV1000 m ³	(28)
Tableau (III.2) : Détermination analytique de la capacité du réservoir	(29)

Chapitre IV :

Tableau (IV.1) : Caractéristiques des bâches de reprise au sol 4×5000 m ³	(32)
Tableau (IV.2) : Linéaire du réseau de distribution par diamètre et par type	

de conduite	(35)
-------------------	------

Chapitre V :

Tableau (V.1) : Coefficients de rugosité pour les tuyaux neufs (Général deseaux,2009).	(40)
Tableau (V.2): Rugosité des tuyaux présents dans le réseau existant.	(40)
Tableau (V.3) : Détermination des débits spécifiques pour les différents horizons	(42)
Tableau (V.4) : Calcul des débits nodaux de la zone 1 à l'horizon 2020.....	(42)
Tableau (V.5) : Calcul des débits nodaux de la zone 2 à l'horizon 2020	(44)
Tableau (V.6) : États des conduites du réseau à l'état actuel (horizon 2020).	(47)
Tableau (V.7) : États des nœuds du réseau à l'état actuel (horizon 2020).	(49)
Tableau (V.8) : États des conduites du réseau à l'état actuel (horizon 2020).	(51)
Tableau (V.9) : États des nœuds du réseau à l'état actuel (horizon 2020).	(54)

Chapitre VI:

Tableau (VI.1) : Détermination du débit spécifique (variante 1)	(59)
Tableau (VI.2) : Détermination des débits nodaux (variante 1)	(60)
Tableau (VI.3) : État des nœuds du réseau en cas de pointe (variante 1)	(66)
Tableau (VI.4) : État des conduites du réseau en cas de pointe (variante 1)	(68)
Tableau (VI.5) : État des nœuds du réseau (Variante 1) en cas de pointe plus incendie	(72)
Tableau (VI.6) : État des conduites du réseau (variante 1)	(75)
Tableau (VI.7) : Détermination des débits spécifiques (variante 2)	(78)
Tableau (VI.8) : Détermination des débits nodaux pour la zone 1 (variante 2)	(78)
Tableau (V.9) : Détermination des débits nodaux pour la zone 2 (variante 2)	(80)
Tableau (VI.10) : État des nœuds du réseau en cas de pointe plus incendie (variante 2)	(86)
Tableau (VI.11) : État des conduites du réseau en cas de pointe plus incendie (var 2) .	(89)
Tableau (VI.12) : État des nœuds en cas de pointe plus incendie après modification (var2).....	(94)
Tableau (VI.13) : État des conduites du réseau en cas de pointe plus incendie après modification (var 2)	(96)

Tableau (VI.14) : État des nœuds du réseau en cas de pointe (variante 2)	(103)
Tableau (VI.15) : État des conduites du réseau en cas de pointe (variante 2).....	(105)
Tableau (VI.16) : comparaison entre les deux variantes de réhabilitation	(109)
Tableau (VI.17) : Réparation des conduites selon le diamètre et le matériau	(110)
Tableau (VI.18) : Accessoires nécessaires pour le réseau projeté.	(111)

Chapitre VII:

Tableau (VII.1) : Choix du coefficient de talutage	(121)
Tableau (VII.2) : coefficient de foisonnement	(121)
Tableau (VII.3) : Calcul des paramètres de la tranchée	(122)
Tableau (VII.4) : Capacité du godet en fonction du volume de terrassement.	(123)
Tableau (VII.5) : Calcul du volume total du lit de sable	(124)
Tableau (VII.6) : calcul du volume total du remblai	(124)
Tableau (VII.7) : Classes de puissance du bulldozer	(125)
Tableau (VII.8) : Devis quantitatif et estimatif	(127)
Tableau (VII.9) : Tableau des taches	(129)

LISTE DES PLANCHES

Planche n°1 du réseau existant

Planche n°2 du réseau projeté

Planche n°3 profil en long d'une conduite de distribution

Planche n°4 Accessoires du réseau d'eau potable

Introduction générale

Parmi les grands défis du XXI^e siècle, celui de l'eau est évidemment au premier plan, un problème de qualité d'eau qu'il faudra surmonter dans certains pays; mais aussi un problème de quantité d'eau dans d'autres.

En Algérie, beaucoup de communes souffrent de problème de distribution de l'eau potable, et leurs besoins en eau se trouvent parfois non satisfaits et cela dû à plusieurs paramètres qui conditionnent la distribution de l'eau, le réseau de distribution lui-même est en premier lieu qui vieillit au cours du temps d'où la nécessité de le renouveler ou le réhabiliter.

Le vieillissement du réseau de distribution influe directement sur la qualité de l'eau et même sa potabilité, mais aussi la quantité à travers une multiplication des fuites et ruptures. Prévoir le renouvellement ou la réhabilitation du réseau nécessite toute une étude afin de satisfaire les besoins des abonnés avec une eau de quantité suffisante et de bonne qualité.

C'est dans ce contexte la que ce travail aura lieu, cette étude a pour objectif d'étudier le réseau d'alimentation en eau potable de BEN ACHOUR (w. Blida) en faisant un diagnostic approfondi afin de trouver des éventuels points de dysfonctionnement et fournir des solutions pratiques pour remédier aux anomalies trouvées.

Dans un premier temps il est nécessaire d'avoir une certaine base de données pour réaliser cette étude, c'est pourquoi le **chapitre I** s'attachera à présenter la zone d'étude du point de vue géographique, géologique, topographique et finalement sa situation hydraulique.

Le **chapitre II** évaluera les besoins en eau potable pour les différentes catégories de consommation de l'agglomération de BEN ACHOUR en prenant en compte la spécificité de la zone dont le mode d'alimentation et la présence des bidonvilles seront détaillés.

Le **Chapitre III** entamera l'étude du réservoir d'eau potable et sa capacité de stockage pour envisager la nécessité de projeter un autre réservoir ou non.

Le **Chapitre IV** étudiera la composition du réseau de distribution en détaillant son état actuel qui doit être bien renseigné, en allant des ressources en eau disponibles, ouvrages et installations secondaires jusqu'aux conduites de distribution (matériaux, diamètres et longueurs) dans le but de déterminer l'âge du réseau et son degré de vieillissement.

L'étude du fonctionnement hydraulique du réseau dans des situations critiques aura lieu dans le **Chapitre V** afin de trouver des éventuelles anomalies liées directement aux deux paramètres principaux : la pression et la vitesse de l'eau dans le réseau.

Le **Chapitre VI** proposera des solutions aux différentes anomalies trouvées en se basant sur des variantes de réhabilitation du réseau dont la meilleure sera choisie.

Après avoir choisi la variante convenable et applicable au réseau, le **Chapitre VII** va organiser le chantier de pose de canalisations en allant de la citation des différentes techniques de pose de canalisations d'eau potable, ensuite le calcul des volumes des travaux ainsi que le cout total du projet et l'estimation de sa durée de réalisation.

CHAPITRE I :

PRÉSENTATION

DE LA ZONE

D'ÉTUDE

Introduction :

La connaissance de la situation de la zone d'étude nous permet de faire ressortir ses caractéristiques du point de vue géographique, topographique, géologique, hydrologique et hydrogéologique afin de mener à bien notre étude et anticiper pour prendre les mesures lors de la réalisation.

I.1. L'objectif de cette étude :

Le réseau d'alimentation en eau potable constitue un patrimoine qui vieillit au cours du temps et qu'il est nécessaire de renouveler lorsqu'il atteint un seuil de vétusté limite ce qui engendre des dysfonctionnements constatés sur le réseau de distribution de la zone d'étude « BEN ACHOUR » d'où l'objectif de cette étude est de mettre en évidence les principaux problèmes à l'origine de ces dysfonctionnements et de proposer des solutions adéquates pour que les performances de ce réseau soient satisfaisantes à moyen et à long terme.

I.2. Situation géographique de la wilaya de Blida :

La wilaya de Blida se situe dans le nord central de l'Algérie, elle est limitée par les wilayas suivantes :

- Au nord, par les wilayas d'Alger et de Tipaza.
- A l'est, par les wilayas de Boumerdes et de Bouira.
- Au sud, par les wilayas la Médéa et de Ain Defla.

Elle est composée de 10 Daïra et 25 communes qui s'étendent sur une superficie de 1478.62 Km².

[1]

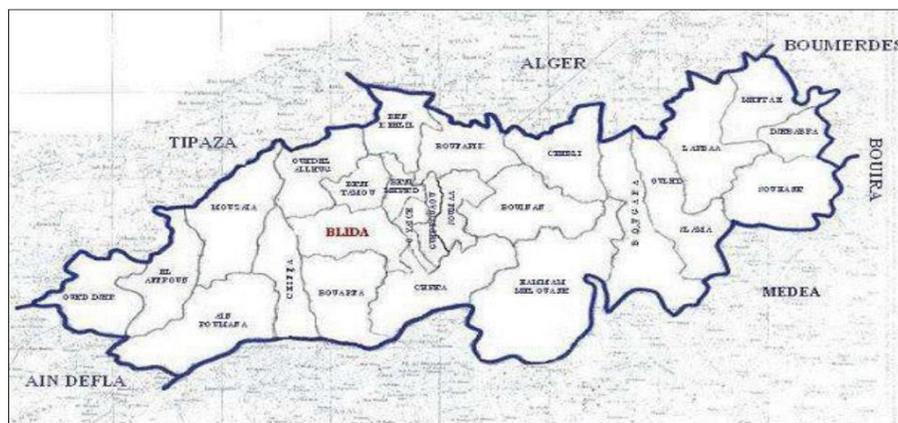


Figure (I.1) : situation géographique de la wilaya de Blida (source : ANRH -Blida-)

I.3. Situation géographique de la zone d'étude « BEN ACHOUR » :

La cité de Ben Achour se situe au Sud-est de la commune de Blida, elle est limitée :

- Au nord par l'avenue Yousfi Abdelkader ;
- A l'Est et au sud par la commune d'Ouled Yaich ;
- A l'Ouest par le quartier Hamalit, cité Chaoa et cité Ourida ;

- Limitrophe aussi par l'Oued Béni-Azza.
Elle s'étend sur une superficie d'environ 96 ha. [2]

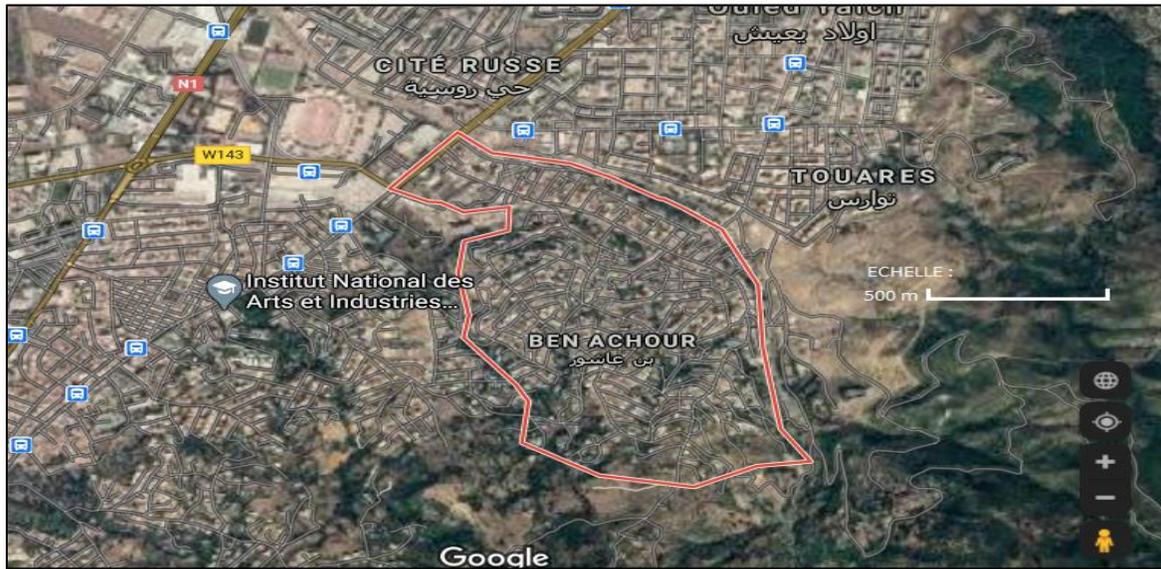


Figure (I.2) : Situation géographique de BEN ACOUR (Google Earth)

I.4. Situation géologique de la zone d'étude :

Pour prévenir tous les risques naturels qui pourraient déstabiliser l'environnement du projet, l'étude géologique doit s'inscrire très en amont de n'importe quel projet, ça nous permettra de prendre les dispositions nécessaires lors des travaux de pose des conduites, bien choisir les engins appropriés pour les travaux de terrassement et bien connaître l'interaction entre le sol et le matériau des conduites.

Le secteur d'étude est situé de point de vue géologique à la dépression du Mitidja où les alluvions quaternaires recouvrent les terrains Pliocènes. [3]

I.5. Situation hydrogéologique :

En outre l'analyse de la carte géologique de Blida à l'échelle de 1/50.000, a permis de déterminer les formations géologiques susceptibles d'être aquifères dans la zone d'étude :

On peut définir deux ensembles de réservoirs aquifères dans la plaine de Mitidja :

- **L'astien gréseux ou grésocalcaire :**

Cet aquifère se trouve en charge sous les marnes jaunes semi-perméables. Les caractéristiques hydrodynamiques de l'Astien sont mal connues. Les estimations de la transmissivité varient de 10^{-3} à $2 \cdot 10^{-2}$ m²/s. Le coefficient d'emménagement K, estimé à partir des essais de pompage de courte durée est compris entre $5 \cdot 10^{-6}$ et $5 \cdot 10^{-3}$.

▪ Le réservoir alluvial du Quaternaire :

Il est constitué par les terrains clastiques de la formation de la Mitidja (Soltano-tensifien). Il s'agit d'un ensemble de galets de sables alternant avec des limons et des argiles qui recouvrent toute l'étendue de la plaine. La limite inférieure est formée par les marnes de la formation d'El Harrach attribuée au Villafranchien-Callabrien et sa limite supérieure est libre sauf dans la zone du Mazafran où la nappe devient captive sous les limons du Rharbien. [3]

D'un point de vue du comportement hydraulique, la nappe des alluvions peut être divisée en deux parties :

- *Le bassin du Mazafran* : la nappe est captive sur une grande partie (sous les limons du Mazafran),
- *Le bassin Harrach-Hamiz* : la nappe est entièrement libre favorisant une infiltration directe de la pluie.

I.6. Situation climatique :

I.6.1. Climat :

Le climat de la cité de Ben Achour correspond à celui de la wilaya de Blida : influencé par le climat méditerranéen, à tendance subhumide, et caractérisé par un été chaud et sec, et un hiver pluvieux et doux, avec des chutes de neige dans les parties dépassants les 800 mètres d'altitude.

En été, les pluies sont moins importantes qu'elles ne le sont en hiver, les précipitations en moyenne annuelle sont de **685 mm**, la température moyenne annuelle est d'environ **17.9°C**. nous avons choisi la station pluviométrique de **SOUMAA** qui nous semble la plus adéquate car elle est la plus proche de la zone d'étude. [3]

Tableau (I.1) : Coordonnées Lambert de la station de SOUMAA (*source ANRH*).

Station	SOUMAA
Code station	021234
X	517.45
Y	355.90
Z	170.00

I.6.2.La température :

Les Températures moyennes mensuelles sont relativement douces. Quoiqu'il présente des températures assez élevées pendant l'été, la moyenne des températures du mois d'Aout le plus chaude est de 30 °C tandis que le mois de janvier est le plus froid, où la température est de 10.6° C. [3]

Tableau (I.2) : Variation de la température moyenne mensuelle (2000 -2010). (Source : ANRH-Blida-)

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout
T (°C)	24.6	21.2	15.4	11.5	10.6	11.7	14.2	16.7	17.7	25.5	28.6	30

I.6.3. La pluviométrie :

Les pluies relatives à notre aire d'étude sont concentrées sur une partie de l'année (de Septembre à Mai) où les précipitations sont intenses de Novembre à Janvier quant au mois de Juin, Juillet et Août elles sont faibles.

Selon la carte pluviométrique de l'Algérie du Nord établie par l'ANRH, la lame d'eau précipitée dans la zone d'étude varie dans une fourchette de 600 à 700 mm. [3]

La variation des pluies moyennes mensuelles sur une période de (2000 à 2010) sont présentée dans le tableau suivant :

Tableau (I.3) : Variation de la pluviométrie (2000-2010)

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout
Pluviométrie (mm)	42	57	102	115	100	64	82	56	60	3.8	6.5	7

(Source : ANRH-Blida-)

I.6.4. Les vents :

Le vent dominant dans la région d'étude est :

- *Vents d'hiver* : des vents froids qui soufflent du nord –ouest.
- *Vents d'été* : des vents chauds qui soufflent du nord –est, [3]

Les valeurs de la vitesse moyenne de vent mensuelle de la zone d'étude sont reportées dans le tableau suivant :

Tableau (I.4) : Variation de la vitesse moyenne du vent (période (2000-2010).

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout
Vitesse moy (Km/h)	3.2	2.8	3/0	2.9	3.2	3.7	3.8	3.1	3.2	3.5	3.3	3.5

D'après ce tableau, on constate que les valeurs extrêmes des vitesses des vents ne présentent pas de danger pour la stabilité des ouvrages tels que les réservoirs surélevés.

I.6.5. L'humidité relative :

Il est à noter que l'humidité relative est un élément climatique très important dans le cycle hydrologique qui contrôle l'évaporation du sol et le couvert végétal.

- Les mois le plus humide est les mois de Décembre et Janvier avec un taux de **82%** ;
- Le mois le moins humide est le mois d'Août avec un taux de **57%**. [3]

I.7. Situation topographique :

Le site de la cité de Ben Achour est caractérisé par un relief accidenté, avec des dénivellations extrêmes variant de **376 m** à **220 m**. [4]

I.8. Sismicité : Le nord de l'Algérie est une zone d'activité sismique (aussi bien terrestre que marine) élevée comme l'attestent les différents séismes survenus à la fin du 20^{ème} siècle et en ce début de 21^{ème} siècle.

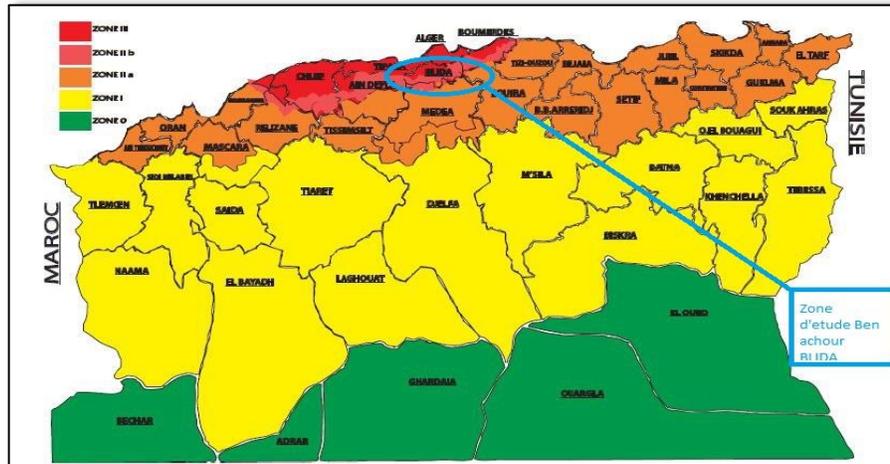


Figure (I.3) : Carte de zonage sismique de l'Algérie. [12]

Le pli-faille du Sahel, qui s'étend de Tipasa à Boumerdes fait partie des cinq failles actives identifiées dans la région (en plus de failles potentiellement actives en mer Méditerranée), engendrées par la convergence des plaques tectoniques africaines et eurasiennes

Le risque sismique dans cette région est donc avéré et potentiellement lourd de conséquences, en particulier pour les zones urbaines, qui connaissent un croît démographique important. D'après le SNAT, se basant sur le recensement de 2008, la région Nord-Centre, constituée par les wilayas d'Alger, de Tipaza, de Blida et de Boumerdes, enregistre un accroissement dans son poids démographique, tandis qu'un rapport de l'O.N.S. (Office National des Statistiques) datant de 2011 indique que le Nord-centre est deux fois plus dense que le Nord-est et le Nord-ouest du pays qui connaît d'une manière générale, un phénomène de littoralisation et de concentration démographique important dans sa partie Nord (près de 80% des habitants). [6]

A noter que la wilaya de Blida fait partie de la zone sismique « 3 » d'une sismicité élevée.

I.9. Situation hydraulique :

Compte tenu de l'irrégularité de la topographie de l'aire de l'étude et vu qu'une variation d'altitude change l'ordre de grandeur des pressions sachant que la pression augmente en allant d'une haute à une basse altitude nous avons été conduits à étager la zone d'étude en trois plateaux ou trois étages (**Figure I.4**) :

- **Étage A** ou haute service dont les cotes topographiques varient de 376 à 280 m, alimenté à partir du réservoir surélevé de 1000 m³ de capacité,

- **Étage B** ou moyen service dont les cotes topographiques varient de 280 à 248 m. Cet étage situé au centre de la zone d'étude, et alimenté à partir du réservoir surélevé de 1000 m³ de capacité, est caractérisé par une très forte densité, en termes d'habitat ;
- **Étage C** ou bas service dont les cotes topographiques varient de 248 à 220 m, caractérisé aussi par une forte densité d'habitat dont une grande fraction occupée par des habitations précaires non branchées au réseau d'AEP. Ce plateau est alimenté par injection à partir du réseau de distribution de Blida.[4]



Figure (I.4) : Représentation des étages d'AEP de la cité de BEN ACHOUR [4]

I.10. Situation démographique :

La cité Ben Achour, baptisée « Cité des 48 wilayas », constitue l'un des plus grands quartiers populaires de la ville de Blida qui renferme un nombre considérable de citoyens venus de plusieurs wilayas de l'intérieur du pays, qui ont fui le terrorisme durant les années 90. [5]

Le nombre d'habitants global est estimé à 14934 habitants selon l'APC et d'après le dernier recensement effectué en 2008.

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons défini les différentes caractéristiques de la zone d'étude qui vont nous servir comme base de données pour la suite du projet.

De ce chapitre, on peut retenir de la présentation de la cité BEN ACHOUR :

- Sol argileux;
- Sismicité élevée;
- Terrain accidenté;
- Alimentation en eau potable : réseau étagé;
- Nombre d'habitants : 14934 habitants (en 2008).

CHAPITRE II :

ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

Introduction :

Avant d'étudier un réseau d'AEP, on est amené à étudier l'évolution de la population, et d'analyser le développement urbanistique et socio-économique prévu pour pouvoir finalement effectuer un choix de satisfaction des besoins à court, moyen ou long terme.

Par ailleurs l'échéance dans le cadre de notre étude a été fixée à 30 ans c'est-à-dire jusqu'à l'horizon 2050.

II.1. Estimation des populations projetées :

L'étude de l'évolution de la population des agglomérations est basée sur les statistiques des recensements nationaux. Ainsi, le taux d'accroissement interannuel moyen de la population est déterminé en utilisant la méthode rationnelle qui constitue la méthode la plus utilisée pour la projection future de la population.

Elle s'écrit : $P_n = P_0 (1+T)^n$ ①

Où : P_n : est la population à l'année n ,

P_0 : est la population au temps 0 ,

T : est le taux d'accroissement interannuel moyen.

Le réseau d'alimentation en eau potable qui fait objet de cette étude alimente la cité BEN ACHOUR mais aussi le quartier HMALIT comme c'est indiqué dans chapitre I.

Le nombre d'habitants de la cité BEN ACHOUR est estimé à **14934** habitants tandis que celui de HAMALIT est estimé à **3000** habitants. (Source APC)

D'où : Population (2008) = **17934** habitants. Le taux d'accroissement international moyen est estimé à **1.84 %** (source : ONS)

Tableau (II.1) : Estimation de la population aux différents horizons.

Année	2008	2020	2050
Population (hab)	17934	22320	38570

La cité de Ben Achour est composée de quartiers dits précaires dont les habitants ne sont pas desservis directement par le réseau de distribution publique d'AEP, ces derniers s'alimentent à partir de fontaines publiques. L'évaluation de la population non branchée est nécessaire dans l'estimation de la consommation totale.



Figure (II.1) : un quartier précaire de BEN ACHOUR [4]



Figure (II.2) : Fontaines alimentant les quartiers précaires de BEN ACHOUR[4]

Pour avoir des données de recensement de cette catégorie de consommateurs, Nous avons procédé à leur estimation à partir la densité de population qui s'exprime comme suit :

$$D (PB)=PB/S (PB) (hab/ha) \dots\dots \textcircled{2}$$

Où :

D (PB) : Densité de la population branchée PB (hab. /ha) ;

PB : Population branchée (hab.) ;

S (PB) : Surface des secteurs occupés par la population branchée en (ha) définie par :

$$S(PB) = S \text{ Total} - S(PNB) \dots\dots \textcircled{3}$$

Avec : S (PNB) : Surface des secteurs occupés par la population non branchée en (ha),

S (PNB) = 6.3 ha, calculée par le logiciel Autocad.

D'où : l'estimation de la population non branchée PNB est obtenue par :

$$PNB = S(PNB)*D(PB) \dots\dots \textcircled{4}$$

PNB : population non branchée (hab.),

D (PB) : Densité associée à la population branchée en (hab/ha) ;

S (PNB) : Surface des secteurs occupés par la population non branchée (ha).

Les résultats obtenus sont regroupés dans les tableaux suivants

Tableau (II.2) : Estimation de la densité de population branchée

Année	2020	2050
PB (hab)	22320	38570
S(PB) (ha)	89,7	89,7
D (hab/ha)	249	430

Tableau (II.3) : Estimation de la population non branchée

Année	2020	2050
S(PNB) (ha)	6,3	6,3
D (hab/ha)	249	430
PNB (hab)	1569	2709

II.2. Estimation des besoins en eau :

L'évaluation des quantités d'eau nécessaires à une agglomération n'est jamais faite avec certitude, car chaque catégorie de besoins en eau dépend de nombreux paramètres dont l'évolution dans le temps est très difficile à cerner.

Le calcul de la population nous permettra de procéder à l'évaluation des besoins en eau potable pour les consommateurs de l'agglomération suivant sa typologie et d'établir un bilan prévisionnel entre les ressources de production disponibles et les besoins de la consommation tout en sachant que la dotation est tributaire de l'importance de l'agglomération à desservir. Pour ce faire, nous devons bien évaluer ces besoins en appliquant les dotations unitaires les plus proches de la réalité et conformément aux valeurs fixées par le P.N.E.

II.2.1. Évolution de la dotation unitaire :

La dotation unitaire c'est la quantité d'eau potable moyenne journalière nécessaire par unité de consommateur (l/j/unité de consommateur).

En suivant les hypothèses de calcul de la demande en eau par le Plan Nation de l'Eau de 2010 (PNE-2010), la dotation unitaire domestique varie dans le temps et selon la typologie de l'agglomération.

Notre zone d'étude est considérée comme une zone urbaine compte tenu de la dimension de sa population estimée à l'état actuel (2020) à 22320 habitants.

Tableau (II.4) : Typologie de l'agglomération en fonction de la dimension de la population.

Typologie agglomération / States de population	
Désignation	caractéristiques
Les métropoles à statut particulier de délégation (SPE)	Alger ; Oran ; Constantine ; Annaba.
Les métropoles	Villes de plus de 300000 habitants.
L'urbain dit "supérieur"	100000 < pop < 300000 habitants
L'urbain	20000 < pop < 100000 habitants
Semi urbain	5000 < pop < 20000 habitants
Semi rural	3000 < pop < 5000 habitants
Rural aggloméré	600 < pop < 3000 habitants
Rural éparse	Population inférieure à 600 habitants (100 unités d'habitation)

Tableau (II.5) : Évolution de la dotation nette en l/j/hab (source PNE).

Type d'agglomération	2010	2015	2020	2025	2030
Urbaine	112	119	126	140	145

Donc; pour l'évaluation des besoins actuels en eau (2020), on prendra la valeur **126 l/j/hab** et pour les besoins futurs on estime la dotation à **170 l/j/hab**.

Concernant la population non branchée; la dotation donnée à la population non branchée au réseau est de **30 l/j/hab**

Remarque :

selon le POS (plan d'occupation du sol) du centre ville Blida (plan de situation) on trouve:

- les zones précaires ne font pas partie du plan d'aménagement et d'urbanisation (PDAU) de Blida.

- ces habitations occupent des zones près de l'oued, inondables, et des zones de forte pente où il y a des glissements de terrain.

D'où: On donne à cette population non branchée au réseau une dotation estimée à **30 l/j/hab** (selon la DRE Blida) et c'est ce qu'on appelle une dotation de situation d'urgence car on y trouve installées des fontaines publiques seulement et non pas des branchements particuliers.

II.2.2. Le débit moyen journalier :

Par définition c'est le rapport entre la quantité d'eau moyenne consommée au cours d'une journée et la durée correspondante, il est exprimé en mètre cube par jour et calculé exprimée par la relation suivante : $Q_{moyj} = \text{Dot} \times \text{pop} / 1000 \quad m^3/j \dots\dots\dots \textcircled{5}$

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

Dot : Dotation unitaire en l/j/hab. ;

pop : Nombre de consommateurs en nombre d'habitants.

II.2.2.1. Catégories des consommateurs :

On distingue 4 catégories de consommateurs :

- La consommation domestique

C'est la consommation en eau de la population branchée au réseau ou non branchée mais qui profite des bornes fontaines pour s'alimenter en eau.

- La consommation industrielle

Elle correspond aux besoins en eau des établissements industriels implantés dans la ville.

- **La consommation touristique :** La consommation touristique englobe la consommation de toutes les infrastructures touristiques telles que les hôtels classés, les complexes touristiques, les villages de vacances et les campings.
- **La consommation administrative**
C'est la consommation des établissements publics (APC, écoles, bureaux Postaux,).

II.2.2.2. Consommation en eau potable pour les différents types de consommateurs :

a) Consommation moyenne pour la population branchée :

Tableau (II.6) : Consommation moyenne journalière actuelle et future pour PB.

Année	2020	2050
PB (hab)	22320	38570
Dotation(l/j/hab)	126	170
Q_{moy.j} (m³/j)	2812,34	6559,90

b) Consommation moyenne pour la population non branchée :

Tableau (II.7) : Consommation moyenne journalière actuelle et future pour PNB.

Année	2020	2050
PNB (hab)	1564	2703
Dotation (l/j/hab)	30	30
Q_{moy.j} (m³/j)	46,92	81,09

c) Consommation moyenne journalière pour les équipements collectifs :

La cité BEN ACHOUR compte 4 écoles, 4 mosquées, Annexe APC et annexe poste.

Tableau (II.8) : Consommation actuelle et future pour les équipements collectifs.

Catégories de consommateurs	Type	Équipements	Unité	Nombre	Dotation (l/j/hab)	Q _{moy.j} (m ³ /j)	Q _{moy.j} (m ³ /j)	Q _{moy.j} total (m ³ /j)
Équipements	Scolaire	École primaire 1	Élève	983	10	9,83	22,93	38,63
		École primaire 2	Élève	760	10	7,6		
		École primaire 3	Élève	350	10	3,5		
		École handicapé	Élève	200	10	2		
	Administratif	Annexe APC	Employé	20	10	0,2	0,7	
		Annexe poste	Employé	50	10	0,5		
	Socio-culturel	Mosquée 1	Fidèle	1000	15	15	15	
		Mosquée 2	Fidèle	500	15	7,5		
Mosquée 3		Fidèle	350	15	5,25			
Mosquée 4		Fidèle	500	15	7,5			

La consommation journalière moyenne totale de Ben Achour est récapitulée dans les tableaux suivants :

Tableau (II.9) : Consommation actuelle totale de BEN ACHOUR. (2020)

Catégories de besoins	Domestique	Scolaire	Administrative	Socio-culturelle	Total
Q _{moy.j} (m ³ /j)	2859,26	22,93	0,7	15	2897,89

Tableau (II.10) : Consommation future totale de BEN ACHOUR. (2050)

Catégories de besoins	Domestique	Scolaire	Administrative	Socio-culturelle	Total
Q _{moy.j} (m ³ /j)	6637,99	22,93	0,7	15	6676,62

II.2.3. Le débit maximal journalier :

Il correspond à la journée de l'année ou la consommation en eau est maximale, noté Q_{max.j} et calculé par la formule : $Q_{max.j} = K_{max.j} * Q_{moy.j}$ en (m³/j)⑥

Où : Q_{max.j} : Débit maximal journalier en (m³/j) ;

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

K_{max.j} : Coefficient d'irrégularité de la consommation maximum journalier.

Avec : $1.1 \leq K_{max.j} \leq 1.3$

Dans une première approximation, on prend : K_{max.j} = 1.2

II.2.4. Le débit minimal journalier :

Il correspond à la journée de l'année ou la consommation est minimale, noté Q_{min.j} et calculé par la formule : $Q_{min.j} = K_{min.j} * Q_{moy.j}$ (m³/j)⑦

Où : Q_{min.j} : Débit minimal journalier en (m³/j) ;

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

K_{min.j} : Coefficient d'irrégularité de la consommation minimum journalier.

Avec : $0.7 \leq K_{min.j} \leq 0.9$

Dans une première approximation, on prend : K_{min.j} = 0.7

II.2.5. Le débit moyen horaire :

Le débit moyen horaire est donné par la relation : $Q_{moy.h} = Q_{max.j} / 24$ (m³/h) ⑧

Où : Q_{moy.h} : Débit moyen horaire en (m³/h) ;

Q_{max.j} : Débit maximal journalier en (m³/j) ;

Tableau (II.11) : Calcul des différents débits journaliers

Année	Q _{moy.j} (m ³ /j)	Q _{max.j} (m ³ /j)	Q _{min.j} (m ³ /j)
2020	2897,89	3477,468	1565,9
2050	6676,62	8011,944	3609,2

II.2.6. Les débits horaires :

Il existe deux méthodes pour le calcul du débit maximal et minimal horaire. Nous allons utiliser les deux puis choisir la plus convenable.

- Le débit maximal horaire et le débit minimal horaire sont donnés par les relations :

$$Q_{\max.h} = Q_{\text{moy.h}} * K_{\max.h} \text{ (m}^3\text{/h) ⑨}$$

$$Q_{\min.h} = Q_{\text{moy.h}} * K_{\min.h} \text{ (m}^3\text{/h) ⑩}$$

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

$K_{\max.h}$: Coefficient d'irrégularité de la consommation maximum horaire

$K_{\min.h}$: Coefficient d'irrégularité de la consommation minimum horaire

Avec : $K_{\max.h} = \alpha_{\max} * \beta_{\max}$ et $K_{\min.h} = \alpha_{\min} * \beta_{\min}$ ⑪

α : un coefficient qui tient compte du développement industriel, du retard de consommation et des habitudes de la population. $1.2 \leq \alpha_{\max} \leq 1.4$

$$0.4 \leq \alpha_{\min} \leq 0.6$$

On prend : $\alpha_{\max} = 1.3$ et $\alpha_{\min} = 0.6$

β : Un coefficient qui tient compte de l'importance démographique

Tableau (II.12) : Évolution du coefficient β selon le nombre d'habitants(cours B.SALAH)

Nombre d'habitants	1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	30000	1000000	200000	≥1 M
β_{\max}	2	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.15	1.1	1.03	1
β_{\min}	0.1	0.1	0.1	0.2	0.25	0.4	0.5	0.6	0.7	0.83	1

On prend : $\beta_{\max} = 1.15$ et $\beta_{\min} = 0.6$

On aura donc : $K_{\max.h} = 1.495$ et $K_{\min.h} = 0.36$

Les résultats de calcul des débits horaires sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau (II.13) : Calcul des débits horaires par la première méthode

Année	$Q_{\text{moy.h}}$ (m ³ /h)	$Q_{\text{min.h}}$ (m ³ /h)	$Q_{\text{max.h}}$ (m ³ /h)
2020	144,895	52,162	216,617
2050	333,831	120,179	499,077

- Les débits maximal horaire et minimal horaire peuvent être retirés d'après le régime de consommation de BEN ACHOUR, et comme on ne le connaît pas avec certitude on va prendre le régime qui convient avec le nombre d'habitants de BEN ACHOUR. (Tableau II.34 en annexe 1 donne le régime de consommation selon le nombre d'habitants).

Les tableaux suivants vont décrire la consommation horaire de l'agglomération de BEN ACHOUR en suivant le régime de consommation choisi :

Tableau (II.14) : Consommation horaire actuelle (2020)

HEURES	Agglomération	
	Régime de consommation C_h (%)	Consommation horaire Q_h (m ³ /h)
0-1	1,5	52,162
1_2	1,5	52,162
2_3	1,5	52,162
3_4	1,5	52,162
4_5	2,5	86,937
5_6	3,5	121,711
6_7	4,5	156,486
7_8	5,5	191,261
8_9	6,25	217,342
9_10	6,25	217,342
10_11	6,25	217,342
11_12	6,25	217,342
12_13	5	173,873
13_14	5	173,873
14_15	5,5	191,261
14_16	6	208,648
16_17	6	208,648
17_18	5,5	191,261
18_19	5	173,873
19_20	4,5	156,486
20_21	4	139,099
21_22	3	104,324
22_23	2	69,549
23_24	1,5	52,162
TOTAL	100	3477,468

D'après ce tableau, on tire les résultats suivants :

Tableau (II.15) : Les débits horaires (2020)

Année	Qmin.h (m ³ /h)	Qmax.h (m ³ /h)
2020	52,162	217,342

Tableau (II.16) : Consommation horaire future (2050)

HEURES	Agglomération	
	Régime de consommation Ch (%)	Consommation horaire Qh (m ³ /h)
0-1	1,5	120,179
1_2	1,5	120,179
2_3	1,5	120,179
3_4	1,5	120,179
4_5	2,5	200,299
5_6	3,5	280,418
6_7	4,5	360,537
7_8	5,5	440,657
8_9	6,25	500,747
9_10	6,25	500,747
10_11	6,25	500,747
11_12	6,25	500,747
12_13	5	400,597
13_14	5	400,597
14_15	5,5	440,657
14_16	6	480,717
16_17	6	480,717
17_18	5,5	440,657
18_19	5	400,597
19_20	4,5	360,537
20_21	4	320,478
21_22	3	240,358
22_23	2	160,239
23_24	1,5	120,179
TOTAL	100	8011,944

D'après ce tableau, on tire les résultats suivants :

Tableau (II.17) : Les débits horaires (2050)

Année	Qmin.h (m ³ /h)	Qmax.h (m ³ /h)
2050	127,122	500,774

On remarque qu'il n'y a pas une grande différence entre les deux méthodes, d'où :

Tableau (II.18) : récapitulatif des débits horaires actuels et futurs

Année	Qmin.h (m ³ /h)	Qmax.h (m ³ /h)
2020	52,162	217,341
2050	120,179	500,774

II.3. Situation hydraulique de l'état actuel :

II.3.1. Sources de production en eau potable de la cité de BEN ACHOUR:

L'alimentation de la cité de BENACHOUR est assurée par deux points de production :

- **A partir des réservoirs au sol de la station de pompage 4 x 5000 m³ (à l'ouest):**
La station de pompage implantée à l'intérieur du site est dotée de baches au sol 4 x 5000 m³. Elle est prévue pour alimenter le réservoir principal de stockage de la zone haute. Le débit d'amené par refoulement par une conduite en PVC de diamètre Ø250 mm.au réservoir RV1000 m³ de BENACHOUR est de **122.40 m³/h** soit **34 l/s**
- **A partir du réseau de distribution de BLIDA par piquage (zone basse) :**
La partie basse de la cité de BENACHOUR, située à proximité du réseau de BILDA est raccordée, directement, sur deux conduites en Amiante ciment de diamètre Ø 200 mm avec un débit de **31,4 l/s**. L'eau arrive, par gravité, jusqu'aux points limites de distribution. [4]

II.3.2. Bilan Production-Besoins :

Comme cité précédemment, il y'a deux sources de production d'eau qui débitent un volume de 8363,52 m³/j, on est amené à faire le bilan de ce volume produit avec le volume des besoins.

Tableau (II.19) : Bilan Production-Besoins

Année	Production (m3/j)	Besoins (m3/j)	Excès (m3/j)	Déficit (m3/j)
2020	8363,52	2897,89	5465,63	-
2050	8363,52	6676,62	1686,90	-

Commentaire :

Nous observons, à travers les résultats du bilan que les volumes d'eau produits seront suffisants aux différents horizons avec un excédent assez important en particulier à l'état actuel.

II.4. Structure du réseau de distribution de BEN ACHOUR :

Selon le rapport du diagnostic du réseau de distribution établi par la DRE en 2005, la cité BEN ACHOUR est dotée d'un système d'AEP assez particulier du fait qu'il se décompose en deux sous-réseaux alimentés chacun d'une manière autonome :

- Une partie basse alimentée à partir de piquages sur une conduite d'adduction principale du réseau de distribution de BLIDA par l'intermédiaire de deux points d'injection ;
- Une partie haute alimentée à partir du réservoir principal RV1000 m³.

Il est important de mettre l'accent sur ce caractère d'autonomie de la desserte pour justifier, dans la suite de nos calculs, l'estimation séparée des besoins en eau de chaque zone (zone 1 et zone 2) et par la suite la détermination, lors de la simulation, de la demande aux nœuds de chaque sous réseau de distribution de la zone d'étude.

II.4.1. Estimation des besoins en eau de chaque zone :

II.4.1.1. La zone basse alimentée par piquage (zone 1) :

Pour l'estimation des besoins en eau potable, nous allons suivre le même procédé utilisé précédemment :

a) Estimation de la population branchée PB :

Tableau (II.20) : La population branchée actuelle et future de la zone 1

Année	2020	2050
Surface (ha)	23,84	23,84
Densité (hab/ha)	248	429
PB (hab)	5912	10227

b) Estimation de la population non branchée PNB :

Tableau (II.21) : La population non branchée actuelle et future de la zone 1

Année	2020	2050
Surface (ha)	3,3	3,3
Densité (hab/ha)	248	429
PNB	818	1416

c) Consommation de la population branchée :

Tableau (II.22) : Débit moyen journalier de la population branchée PB

Année	2020	2050
PB	5912	10227
Dotation (l/j/hab)	120	170
Qmoy.j (m ³ /j)	709	1739

d) Consommation de la population non branchée PNB :

Tableau (II.23) : Débit moyen journalier de la population non branchée PNB

Année	2020	2050
PNB	818	1416
Dotation (l/j/hab)	30	30
Qmoy.j (m ³ /j)	25	42

e) Besoin en eau total de la zone 1 :

Tableau (II.24) : Besoins en eau potable totaux actuels de la zone 1 (2020)

Catégories de besoins	Domestique		Scolaire		Administrative	Socio-culturelle	Total
	PB	PNB	École 3	École des handicapés	Annexe poste	Mosquée 1	
Qmoy.j (m³/j)	745	25	3,5	2	0,5	15	791

Tableau (II.25) : Besoins en eau potable totaux futures de la zone 1 (2050)

Catégories de besoins	Domestique		Scolaire		Administrative	Socio-culturelle	Total
	PB	PNB	École 3	École des handicapés	Annexe poste	Mosquée 1	
Qmoy.j (m³/j)	1739	42	3,5	2	0,5	15	1802

f) Calcul des différents ratios de la zone 1 :

Tableau (II.26) : Les différents ratios de la zone 1

Année	Qmoy.j (m³/j)	Qmax.j (m³/j)	Qmin.j (m³/j)	Qmoy.h (m³/h)	Qmin.h (m³/h)	Qmax.h (m³/h)
2020	791	949,2	474,6	39,55	14,238	59,325
2050	1802	2162,4	1081,2	90,1	32,436	135,15

II.4.1.2. La zone haute alimenté par le réservoir principal RV1000 m³ (zone 2) :

a) Estimation de la population branchée PB :

Tableau (II.27) : La population branchée actuelle et future de la zone 2

Année	2020	2050
Surface (ha)	69,69	69,69
Densité (hab/ha)	248	429
PB (hab)	17283	29897

b) Estimation de la population non branchée PNB :

Tableau (II.28) : La population non branchée actuelle et future de la zone 2

Année	2020	2050
Surface (ha)	2,8	2,8
Densité (hab/ha)	248	429
PNB (hab)	694	1201

c) Consommation de la population branchée :

Tableau (II.29) : Débit moyen journalier de la population branchée PB

Année	2020	2050
PB	17283	29897
Dotation (l/j/hab)	126	170
Q_{moy.j} (m³/j)	2178	5082

d) Consommation de la population non branchée PNB :

Tableau (II.30) : Débit moyen journalier de la population non branchée PNB

Année	2020	2050
PNB	694	1201
Dotation (l/j/hab)	30	30
Q_{moy.j} (m³/j)	21	36

e) Besoin en eau total de la zone 2 :

Tableau (II.31) : Besoins en eau potable totaux actuels de la zone 2 (2020)

Catégories de besoins	Domestique		Scolaire		Administrative	Socio-culturelle			Total
	PB	PNB	École 1	École 2	Annexe APC	Mosquée 2	Mosquée 3	Mosquée 4	
Q _{moy.j} (m ³ /j)	2178	21	9,83	7,6	0,2	7,5	5,25	7,5	2237

Tableau (II.32) : Besoins en eau potable totaux futures de la zone 2 (2050)

Catégories de besoins	Domestique		Scolaire		Administrative	Socio-culturelle			Total
	PB	PNB	École 1	École 2	Annexe APC	Mosquée 2	Mosquée 3	Mosquée 4	
Q _{moy.j} (m ³ /j)	5082	36	9,83	7,6	0,2	7,5	5,25	7,5	5156

f) Calcul des différents ratios de la zone 2 :

Tableau (II.33) : Les différents ratios de la zone 2

Année	Q _{moy.j} (m ³ /j)	Q _{max.j} (m ³ /j)	Q _{min.j} (m ³ /j)	Q _{moy.h} (m ³ /h)	Q _{min.h} (m ³ /h)	Q _{max.h} (m ³ /h)
2020	2237	2684,4	1342,2	111,85	40,266	167,775
2050	5156	6187,2	3093,6	257,8	92,808	386,7

Conclusion :

Dans ce chapitre; nous avons déterminé l'évolution de la population future afin de calculer les besoins domestiques actuels et futures tandis que les besoins en eau des équipements collectifs sont supposés constants.

Cette estimation a été appliquée sur la base de plusieurs hypothèses, elle tient compte entre autres :

- De la consommation actuelle de la population branchée définie à partir des dotations prescrites par le P.N.E. Cette consommation est à la base du calcul à laquelle sera ajoutée la consommation des équipements collectifs ;
- De la population non abonnée qualifiée de non branchée au réseau de distribution. Cette catégorie de population a été estimée à partir de la surface occupée affectée aux bidonvilles.
- De l'accroissement de la population au cours du temps et des différents projets socio-économiques prévus pour la cité de Ben Achour.

L'estimation de la consommation a été effectuée par secteur : deux zones de desserte distinctes sur le réseau de distribution global de la cité de Ben Achour : une première zone basse desservie par piquage sur la conduite d'adduction principale du réseau de distribution de la ville de Blida et une deuxième zone haute desservie à partir du réservoir principal RV1000 m3.

Ainsi, le bilan « production consommation » réalisé a montré la suffisance de la production disponible pour la desserte en eau de toute la zone sans avoir besoin d'autres ressources.

CHAPITRE III:

RÉSERVOIR

ET CAPACITÉ DE

STOCKAGE

Introduction:

Dans notre projet, la partie haute de la zone d'étude est alimentée à partir d'un réservoir de stockage d'eau. Dans ce chapitre on va calculer la capacité de stockage nécessaire pour satisfaire le besoin en eau de cette partie actuellement et à l'horizon d'étude et la comparer à la capacité existante. Cela nous permet de savoir si on va projeter un autre réservoir ou non.

IV.2. Rôle du réservoir dans une distribution d'eau :

Le débit d'alimentation d'une distribution d'eau est pratiquement constant au cours d'une journée. La consommation par contre nécessite un débit très variable d'un instant à l'autre, de plus elle a lieu aussi bien pendant les périodes de pompage que lorsque ce dernier est interrompu.

Afin de pouvoir à tout instant faire face aux besoins demandés, on installe en tête du réseau de distribution un réservoir dont le rôle est double :

- Il permet de stocker les eaux au moment où la consommation est inférieure au débit d'apport, et de les restituer dans le cas contraire.
- Il a pour but de maintenir constamment le réseau sous pression de telle sorte que l'eau jaillisse avec le débit et la pression désirable.

Les caractéristiques d'un réservoir dépendent donc :

- De la pression qu'il doit assurer dans le réseau.
- Du stockage nécessaire.
- De la réserve d'incendie qu'il doit contenir. [8]

IV.3. Emplacement des réservoirs :

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

- 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.
- 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 de point de vue pression. [9]

IV.4. Équipements des réservoirs :

Un réservoir unique ou compartimenté doit être équipé :

- D'une conduite d'arrivée ou d'alimentation.
- D'une conduite de départ ou de distribution.
- D'une conduite de vidange.
- D'une conduite de trop-plein.
- Du système de matérialisation d'incendie.
- D'une conduite by-pass. [9]

Toutes ces conduites doivent normalement aboutir dans une chambre de manœuvre.

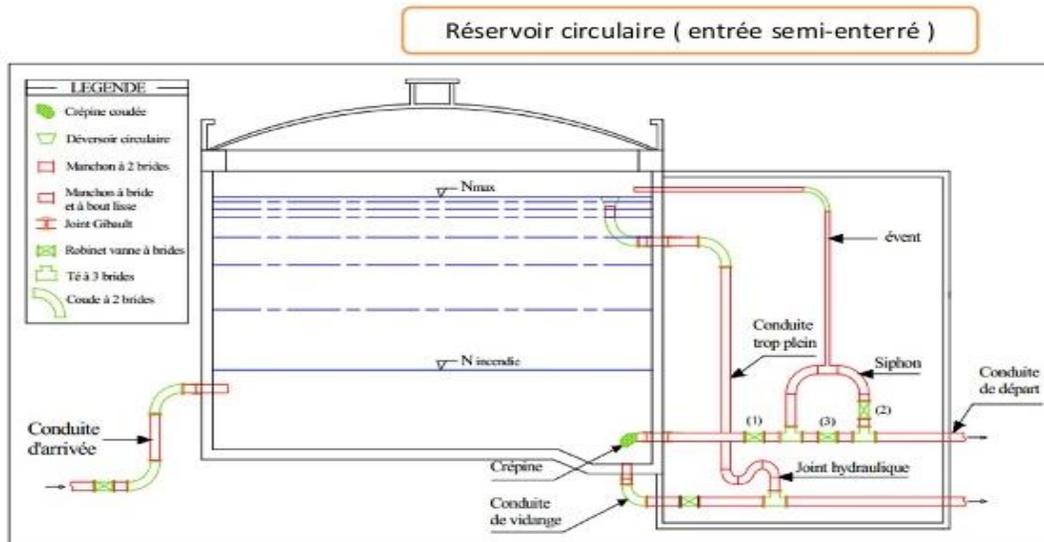


Figure (III.1) : Équipements du réservoir.

IV.4.1. La conduite d'arrivée ou d'alimentation :

Cette conduite, du type refoulement ou gravitaire, doit arriver de préférence dans la cuve en siphon noyé ou par le bas toujours à l'opposé de la conduite de départ pour provoquer le brassage. Cette arrivée permet le renouvellement de l'eau par mélange en créant les perturbations et un écoulement par rouleaux.

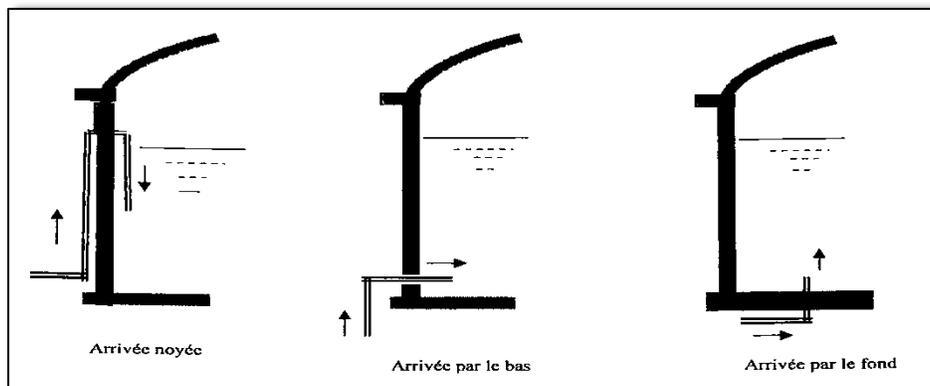


Figure (III.2) : Différents points d'arrivée de la conduite d'apport. [9]

III.3.2. Conduite de départ ou de distribution :

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

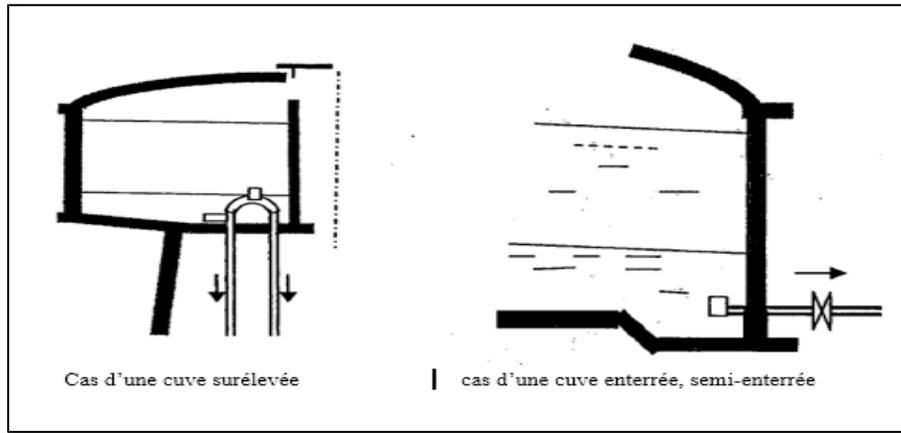


Figure (III.3) : point de départ de la conduite de distribution. [9]

III.3.3. Conduite de vidange :

Elle permet la vidange du réservoir en cas de nettoyage ou de réservoir est munie d'un robinet vanne et se raccorde généralement à la conduite de trop plein. Le robinet vanne doit être nettoyé après chaque vidange pour éviter les dépôts de sable (difficulté de manœuvre).

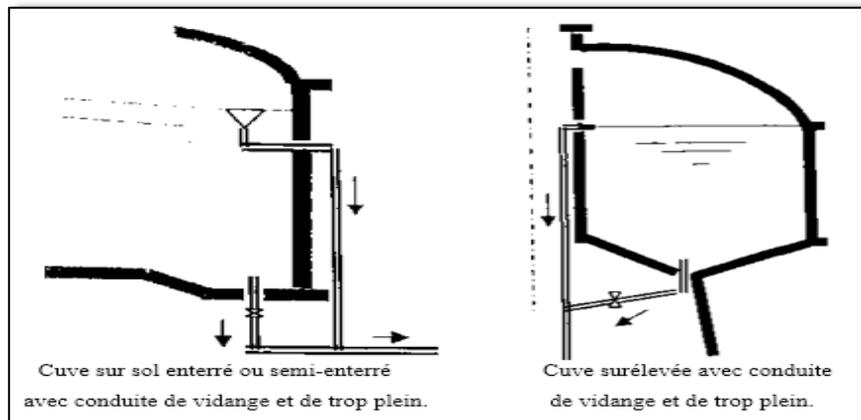


Figure (III.4) : Dispositions de la conduite de vidange. [9]

III.3.4. Conduite de trop-plein :

Cette conduite permet d'évacuer l'excès de l'eau arrivant au réservoir en cas ou une pompe ne s'arrete pas. Si le réservoir est compartimenté chaque cuve \$doit avoir une conduite de trop-plein.ces conduites doivent se runir dans la chambre de manœuvre pour former un joint hydraulique evutant la penetration de tout corps étrangé.

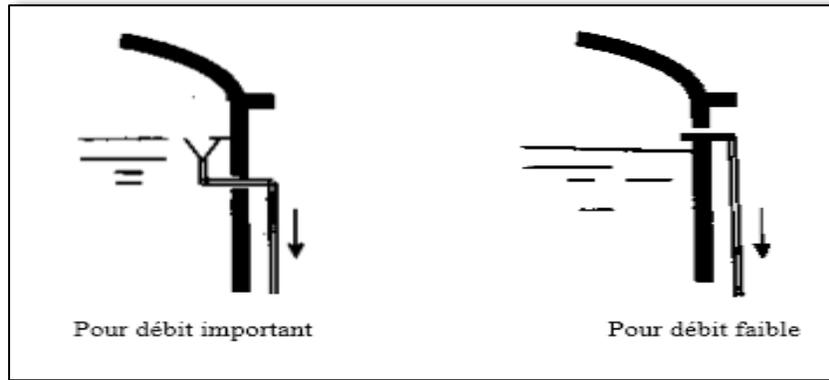


Figure (III.5) : Dispositions de la conduite de trop-plein.[9]

III.3.5. Système de matérialisation contre l'incendie :

C'est une disposition spéciale de la tyauterie qui permet d'interrompre l'écoulement , une fois le niveau de la réserve d'incendie est atteint.

On distingue le système à deux prises et le système à siphon.

III.3.5.1. Système à deux prises :

Il est rarement utilisé du fait que la réserve de sécurité n'est pas convenablement renouvelée.

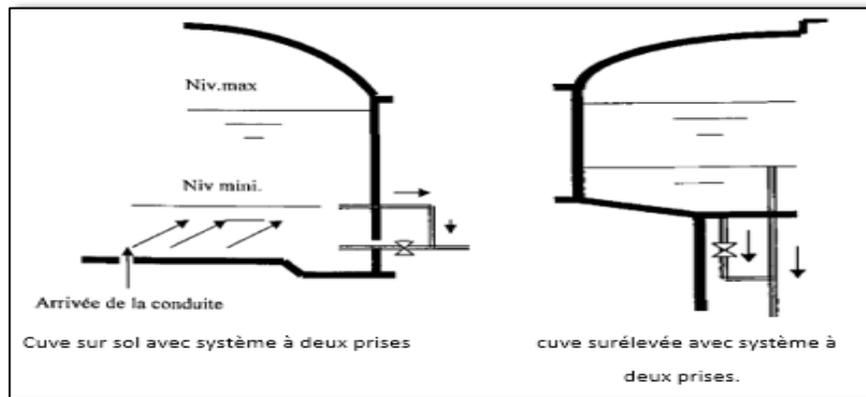


Figure (III.6) : Dispositions de système d'incendie à deux prises.[9]

III.3.5.2. Système à siphon :

Ce système a l'avantage de renouveler constamment la réserve d'incendie.

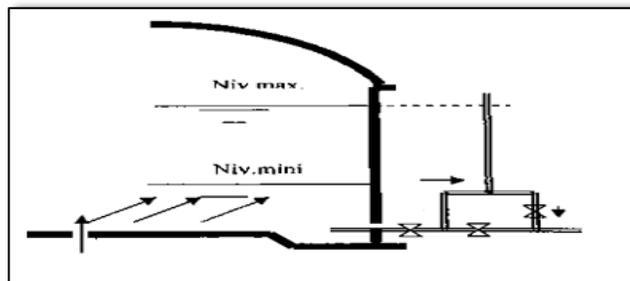


Figure (III.7) : Système d'incendie à siphon.[9]

III.3.6. Conduite by-pass :

C'est un tronçon de conduite qui relie la conduite d'arrivée et la conduite de départ dans le cas d'un réservoir unique non compartimenté. Cette conduite fonctionne quand le réservoir est isolé pour son entretien.

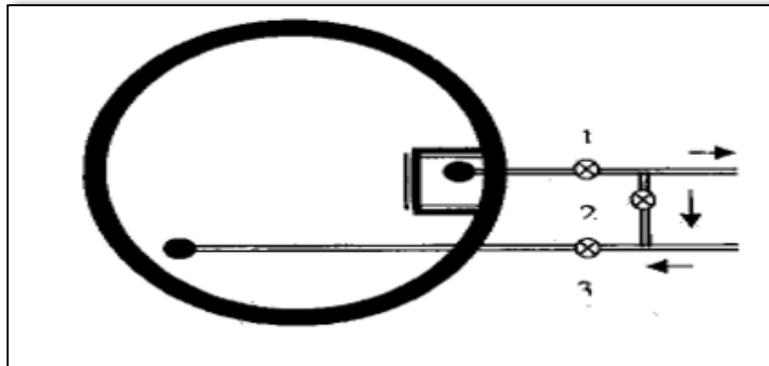


Figure (III.8): Conduit by-pass. [9]

Réservoir en fonctionnement: (1) et (3) ouverts, (2) fermé

Réservoir isolé : (1) et (3) fermés, (2) ouvert.

III.4. Types des réservoirs : [10]**III.4.1. Châteaux d'eau:****III.4.1.1. Définition :**

Un château d'eau est une construction destinée à entreposer l'eau, et placée en général sur un sommet géographique pour permettre de la distribuer sous pression.

L'entreposage de l'eau dans un réservoir joue un rôle de tampon entre le débit demandé par les abonnés et le débit fourni par la station de pompage.

Il permet ainsi d'éviter de démarrer trop souvent les pompes et de les protéger.

L'entreposage de l'eau permet également de faire face aux demandes exceptionnelles en cas d'incendie.

Ils sont constitués par une ou plusieurs cuves surélevées par rapport au sol et supportées par des tours, murs, poteaux ou piliers. Certains ouvrages peuvent comporter des combinaisons de ces deux dispositions principales.

III.4.1.2. Avantages et inconvénients :

Plusieurs phénomènes principaux ont marqué une remise en cause des châteaux d'eau :

- sur le plan technique, l'amélioration des techniques de mise sous pression des réseaux de canalisation d'eau ;
- sur le plan financier, leur coût est élevé, en termes de construction comme d'acheminement de l'eau qui doit bien y être placée.

- Sur le plan esthétique, le château d'eau a connu les attaques des défenseurs de l'environnement et des paysages ;
- À l'inverse, les défenseurs des châteaux d'eau expliquent que :
 - ils forment un élément de sécurité d'approvisionnement : ils peuvent assurer, en cas de problème à la station de production d'eau, la distribution d'eau pendant en général 12 à 24 heures.
 - ils assurent une pression constante sur le réseau ;
 - ils constituent un élément de sécurité de l'eau, un bassin de décantation supplémentaire ;
 - Ils servent de repères pour les promeneurs, les pilotes d'avions.

III.4.1.3. Principe de fonctionnement des châteaux d'eau :

L'eau est acheminée du point d'eau au réservoir. Si l'altitude du point d'eau est inférieure à l'altitude du réservoir, on utilise des pompes pour relever l'eau jusqu'à ce dernier ; l'eau est ensuite envoyée dans un réseau gravitaire qui va assurer son acheminement vers l'ensemble des habitations.

La pression de l'eau qui est fournie au robinet des abonnés est proportionnelle au dénivelé qui existe entre le niveau d'eau dans le château d'eau et l'habitation

III.4.2. Réservoirs d'eau semi-enterrés ou enterrés

III.4.2.1. Définition :

Ils sont constitués par une ou plusieurs cuves dont le fond, situé au niveau du sol ou en dessous, repose sur celui-ci directement ou par l'intermédiaire de tout mode de fondation.

III.4.2.2. Avantages et inconvénients :

- Valoriser l'espace dans les zones urbaines à forte densité et contrairement aux bassins à ciel ouvert, les réservoirs enterrés rendent disponibles les surfaces foncières pour la réalisation de routes, de parkings, d'aires d'agréments ou d'espaces verts.
- Limiter l'impact des aménagements sur l'environnement, diminuer les conséquences de l'imperméabilisation des sols, valoriser au mieux l'espace foncier, c'est dans cette démarche que se conçoivent et se réalisent ces réservoirs étanches ou infiltrants.

III.5. Calcul de la capacité de stockage :

III.5.1. Réservoir de stockage de RV1000 m³ :

Quasiment, l'implantation du réservoir de stockage RV1000 m³ au point le plus haut de la cité, est prévu pour assurer une distribution gravitaire de la partie haute de la cité de Ben Achour.

[4]

Tableau (III.1) : Caractéristiques du réservoir de stockage de RV1000 m³.

Cote du terrain naturel (CTN)	390,56 m
Cote du radier (CR)	386.12 m
Cote du trop-plein (CTP)	391.92 m
Hauteur (H)	6.00 m
Volume total V_t	1000 m ³



Figure (III.9) : Vue extérieure de réservoir semi enterré RV1000 m³. [4]

III.5.2. Calcul de la capacité de stockage du réservoir RV1000 m³ :

Pour satisfaire au rôle qu'il doit jouer, le réservoir doit avoir une capacité suffisante. Cette dernière doit être estimée en tenant compte des variations des débits à l'entrée comme à la sortie, c'est-à-dire d'une part du mode d'exploitation des ouvrages situés en amont et, d'autres parts de la variation de la demande.

Le plus souvent, la capacité est calculée en tenant compte des variations journalières, du jour de la plus forte consommation et de la réserve d'eau destinée à l'incendie.

III.5.2.1. Méthodes de calcul de la capacité de stockage :

Pour estimer la capacité d'un réservoir, nous devons procéder à :

- Soit à la méthode graphique qui tient compte de la courbe de consommation totale
- Déduite à partir des coefficients des variations horaires de la consommation et de la Courbe d'apport du débit pompé.
- Soit à la méthode analytique qui tient aussi compte des débits d'apport et des débits de départ du réservoir.

On va utiliser la méthode analytique pour le calcul de la capacité du réservoir RV1000 m³ :

- Le régime de consommation est tiré en fonction du nombre d'habitants. (Tableau en annexe).
- Le régime de refoulement est tiré d'après les informations recueillies sur terrain, et parmi les données le temps de Pompage qui vaut 20h sur 24h.

Tableau (III.2) : Détermination analytique de la capacité du réservoir

HEURES	Régime de consommation (%)	Régime de refoulement (%)	Surplus (%)	Déficit (%)	Reste dans le réservoir	
0_1	1,5	0	-	1,5	9	5
1_2	1,5	0	-	1,5	7,5	3,5
2_3	1,5	0	-	1,5	6	1,5
3_4	1,5	0	-	1,5	4,5	0
4_5	2,5	5	2,5	-	7	2,5
5_6	3,5	5	1,5	-	8,5	4
6_7	4,5	5	0,5	-	9	4,5
7_8	5,5	5	-	0,5	8,5	4
8_9	6,25	5	-	1,25	7,25	2,75
9_10	6,25	5	-	1,25	6	1,5
10_11	6,25	5	-	1,25	4,75	0,25
11_12	6,25	5	-	1,25	3,5	-1
12_13	5	5	0	-	3,5	-1
13_14	5	5	0	-	3,5	-1
14_15	5,5	5	-	0,5	3	-1,5
14_16	6	5	-	1	2	-2,5
16_17	6	5	-	1	1	-3,5
17_18	5,5	5	-	0,5	0	-4
18_19	5	5	0	-	0	-4
19_20	4,5	5	0,5	-	0,5	-3,5
20_21	4	5	1	-	1,5	-2,5
21_22	3	5	2,5	-	4	0
22_23	2	5	3	-	7	3
23_24	1,5	5	3,5	-	10,5	6,5
TOTAL	100	100	/	/	/	/

III.5.2.2. Calcul analytique de la capacité du réservoir pour les besoins actuels (2020) :

D'après le tableau (III.1); la capacité utile du réservoir est donnée par :

$$V_u = \frac{|Reste+|+|Reste-|}{17700} * Q_{max,j} \quad \rightarrow \quad V_u = \frac{|+6,5|+|-4|}{100} * 2684,4$$

$$\rightarrow \quad V_u = \frac{10,5}{100} * 2684,4 \quad \text{Donc :} \quad V_u = 281,862 \text{ m}^3$$

Et : le volume total du réservoir est donné par : $V_{tot} = V_u + V_{inc}$

Ou : $V_{inc} = 120 \text{ m}^3$ est le volume réservé pour la lutte contre éventuelles incendies

$$\text{D'où :} \quad V_{tot} = 281,862 + 120 \quad \rightarrow \quad V_{tot} = 401,862 \text{ m}^3 \cong 402 \text{ m}^3$$

III.5.2.3. Calcul analytique de la capacité du réservoir pour les besoins futures (2050) :

En suivant le même procédé, on trouve : $\rightarrow V_u = \frac{|+6,5|+|-4|}{100} * 6187,2$

$$\rightarrow V_u = \frac{10,5}{100} * 6187,2 \text{ Donc : } V_u = 649,656 \text{ m}^3 \text{ et } V_{\text{tot}} = 769,656 \text{ m}^3 \cong 770 \text{ m}^3$$

D'après ces calculs on tire :

- La capacité nécessaire du réservoir en 2020 est de 402 m³, ce qui demeure largement suffisant pour garantir les besoins actuels.
- La capacité nécessaire en 2050 sera 770 m³ et qui est bien inférieure à la capacité réelle du réservoir RV1000 m³.

Donc, le réservoir RV1000 m³ est largement suffisant pour alimenter la zone haute de BEN ACHOUR d'ici à 2050 et peut être plus.

CONCLUSION :

D'après ce chapitre, on déduit l'importance des réservoirs de stockage dans un réseau de distribution d'eau potable et afin qu'ils accomplissent leurs rôles, ils doivent être bien réalisés et aussi bien surveillés lors de l'exploitation. On a aussi étudié la capacité de stockage du réservoir et on déduit qu'il est suffisant pour couvrir les besoins de la zone haute à l'état actuel et ainsi pour l'horizon 2050.

CHAPITRE IV:

DIAGNOSTIC

PHYSIQUE DU

RÉSEAU DE

DISTRIBUTION

Introduction :

Le diagnostique est le processus d'évaluation de l'état des différents ouvrages hydrauliques du réseau de distribution d'eau potable en déterminant les causes de l'occurrence de cet état et prendre la décision d'action pour le modifier.

IV.1. L'état actuel du réseau de distribution :

IV.1.1. Descriptif des ressources disponibles :

Le réseau de distribution de BEN ACHOUR est doté de deux sources de production d'eau :

- 1- Étage C du réseau de distribution de Blida par deux points d'injection par piquage sur la conduite d'adduction ;
- 2- Station de pompage dotée de quatre baches au sol de capacité de 5000 m³ chacune ;[4]

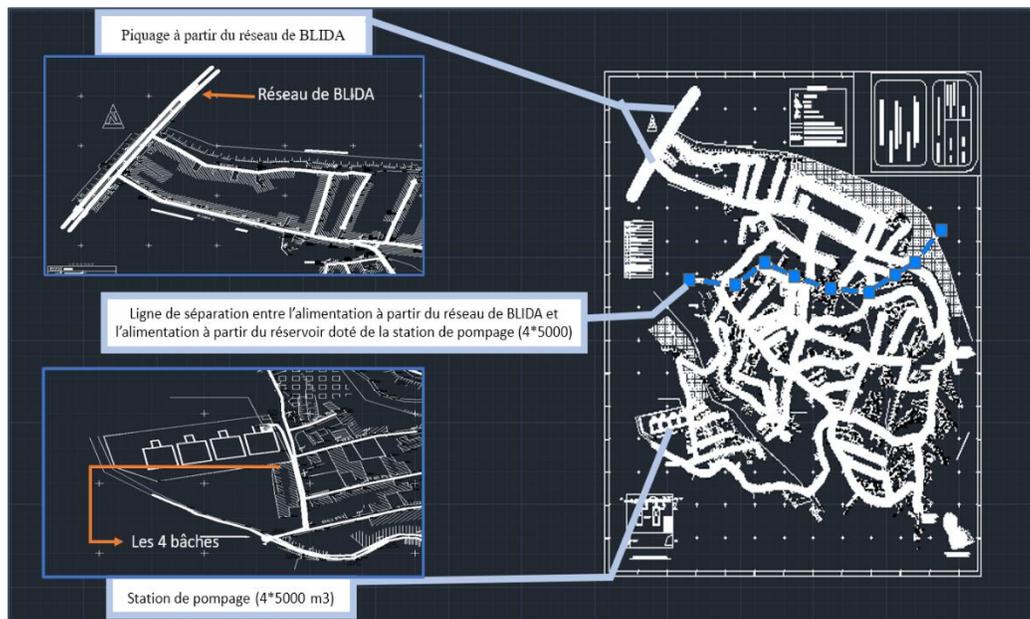


Figure (IV.1): Les ressources alimentant le réseau de BEN ACHOUR.

IV.1.2. Descriptif des ouvrages et installations du réseau :

Le réseau de distribution de la zone d'étude est équipé de différents ouvrages et installations. Il est composé essentiellement de :

1. Réservoir de stockage d'une capacité RV1000 m³ prévu pour la desserte d'un secteur de la cité de Ben Achour (étage haute altitude) ;
2. Station de pompage principale au niveau des 4 x 5000 m³ de côte CTN = 264.00 d'un débit horaire de fonctionnement de 122.40 m³/h soit 34 l/s fournissant une HMT de 145 m – le nombre de pompe mise en service est de deux pompes de mêmes caractéristiques.
3. Station de pompage secondaire sur l'oued BENIAZZA avec une côte CTN = 273.20 m. [4]

Remarque : Actuellement la station de pompage secondaire est à l'arrêt.

IV.1.3. Descriptif des conduites du réseau de distribution :

Du plan de recollement que le bureau d'études a établi, il ressort que l'alimentation de Ben Achour, est subdivisée comme suit :

- a) Le réseau de la partie basse desservi à partir du réseau de BLIDA par injection à partir de l'étage C, (le réseau est en **Amiante ciment**) ;
- b) Le réseau du centre et de la partie haute sont desservis à partir du réservoir RV1000 m³, (les conduites de cette partie du réseau sont aussi en **amiante ciment** et en **acier galvanisé**)
- c) Le secteur de HAMALIT et la zone située entre les 4x5000 m³ et l'oued de Ben Achour sont desservis à partir du réservoir de 1000 m³ existant, les canalisations du réseau sont en **PVC**. [4]

IV.1.4. Descriptif du réseau d'adduction actuel :

A l'état actuel il existe deux conduites d'adduction par refoulement :

1- La première conduite considérée comme principale faite en PVC et de diamètre Ø250 mm, est destinée à véhiculer l'eau pompée de la station de Ben Achour, située au niveau des réservoirs 4x5000m³, jusqu'au réservoir RV1000 m³.

2- La deuxième conduite vétuste faite en acier galvanisé et de diamètre Ø 102/114 mm, est destinée à véhiculer l'eau pompée par captage sur l'oued BENIAZZA pour renforcer l'alimentation du réservoir RV1000m³.

Ces deux adductions arrivent de deux côtés opposés, par l'Ouest et par l'Est, et convergent vers le site du réservoir RV1000 m³. [4]

IV.1.5. Descriptif des équipements hydrauliques secondaires :

Le réseau de distribution est équipé aussi d'accessoires secondaires :

1. Deux réducteurs de pression, le premier est situé sur le réseau de conduites en amiante ciment, de Ben Achour et le deuxième sur le réseau de HAMALIT.
2. Un anti béliet de 1500 litres est installé au niveau de la station de pompage principale 4x5000m³. [4]



Figure (IV.2): Anti béliet de 1500 litres. [4]

IV.2. État de lieux du réseau de distribution en eau potable :

IV.2.1. Description des ouvrages hydrauliques:

IV.2.1.1. Station de pompage avec bâches de reprise (la principale) :

La première station de pompage principale, est implantée à l'intérieure du site des bâches de reprise 4 x 5000 m³. Elle est équipée de deux pompes de caractéristique (Débit de pompage 122 m³/h et HMT de 145 m), l'une des pompes est mise en marche et l'autre de secours à l'arrêt. Le temps de pompage est fixé à 20 heures sur 24 heures.

La station est équipée d'une armoire de commande et d'un anti-bélier de capacité 1500 litres situé à l'extérieur, raccordé à la conduite de refoulement pour prévenir les dommages de surpression ou dépression occasionnés par le phénomène de coup de Bélier.

Cette station de pompage alimente le réservoir RV1000 m³ à partir des bâches de reprise par refoulement par une conduite Ø250 mm en PVC.

L'architecture de la structure de la station de pompage est indiquée sur les plans à l'échelle sur les figures ci-dessous. [4]

La station de pompage est composée de quatre bâches de reprise au sol de volume 5000 m³ chacune, alimentée à partir de la station de production de Béni-Tamou par l'intermédiaire de deux conduites de distribution en acier de diamètre Ø600 mm.

La station de pompage a été conçu et mise en place pour desservir à la fois :

- Le réseau de Blida partie Est, gravitairement ;
- Le réseau du secteur de Ben Achour, via la station de pompage SP ; par des conduites de refoulement vers le réservoir de RV1000 m³ qui dessert ensuite gravitairement la cité Ben Achour. [4]

Tableau (IV.1) : Caractéristiques des bâches de reprise au sol 4×5000 m³. [4]

Cote du terrain naturel (CTN)	270.00 m
Cote du radier (CR)	269.55 m
Cote du trop-plein (CTP)	276.00 m
Volume unitaire V_u	5000 m ³
Volume total V_t	20 000 m ³



Figure (IV.3) : Vue extérieure de la conduite d'arrivée de la station de Béni-Tamou. [4]



Figure (IV.4) : Vue intérieure des éléments de la station de pompage. [4]

IV.2.1.2. Réservoir de stockage RV1000 m³ :

Les détails du réservoir RV1000 m³ dans le chapitre III

IV.2.1.3. Station de pompage secondaire :

La deuxième station de pompage secondaire est implantée sur la rive gauche de l'oued de BENIAZZA, elle refoule les eaux captées de l'oued de BENIAZZA vers la citerne de volume 1000 litres, par une conduite en acier galvanisé de diamètre Ø 102/114. Cette citerne est installée à proximité du réservoir RV1000 m³. Par contre l'eau transite vers la station de pompage par gravité dans une conduite Ø 90 en acier.[4]

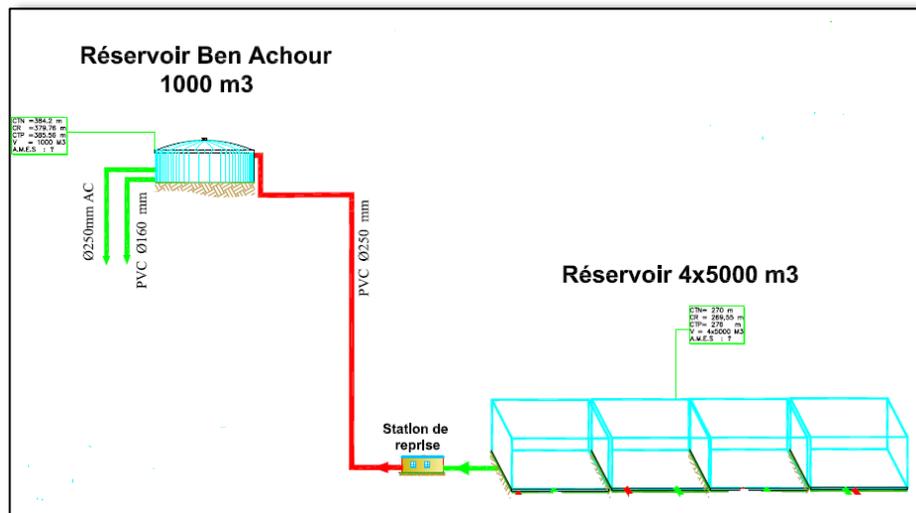


Figure (IV.5) : Schéma synoptique du système de refoulement entre la station de pompage et le réservoir de stockage RV1000 m³ (source : subdivision de ressource hydraulique).

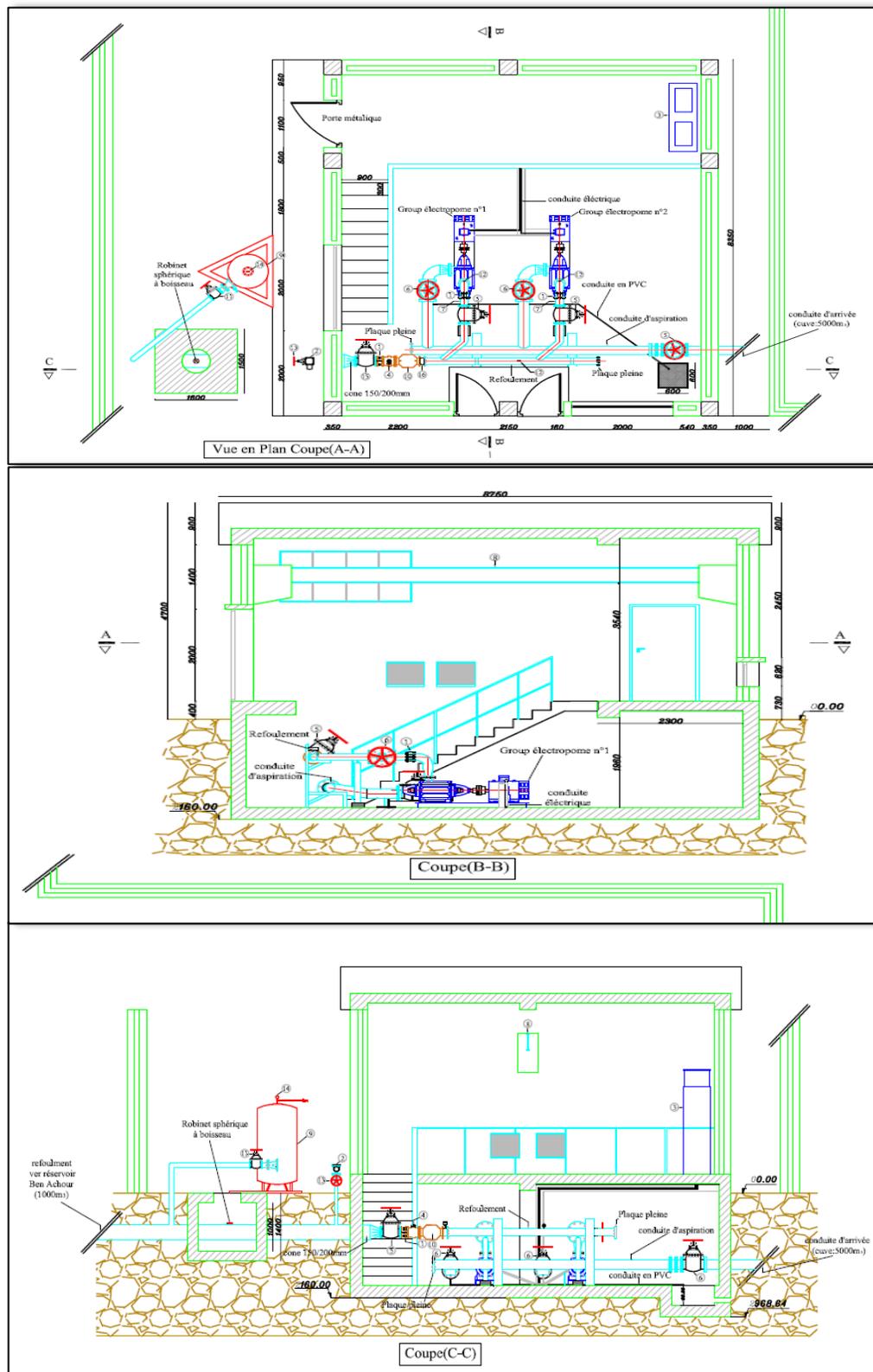


Figure (IV.6) : Plan d'architecture de la station de pompage (Source : DRE).

IV.3. Diagnostic des conduites du réseau de distribution :

Il est indispensable de bien connaître la position et le linéaire des différents conduites du réseau, leur matériau, leur diamètre et leur Age, de même que la localisation et le type des différents appareils (mesure, protection du réseau, etc.). [7]

IV.3.1. Analyse des canalisations :

Avec le temps, les canalisations vieillissent, elles s'entartrent ou au contraire se corrodent; leurs matériaux évoluent dans le temps et se fragilisent etc. Il arrive un moment, à plus ou moins long terme, ou elles devront être remplacés que ce soit les conduites de distribution proprement dites ou les branchements. [7]

Dans cette partie, on va analyser les canalisations du réseau par diamètre, linéaire et types des matériaux afin de pouvoir estimer l'âge du réseau compte tenu des matériaux qui le constituent.

Tableau (IV.2) : Linéaire du réseau de distribution par diamètre et par type de conduite.

Diamètre ∅ mm	Type de matériau			Linéaire total ml	Linéaire total en Pourcentage (%)	Linéaire cumulé MI
	AC ml	AG ml	PVC ml			
63	/	/	634	634	3,9	634
80/90	/	423	/	423	2,6	1057
90	/	/	619	619	3,8	1676
102/114	/	553	/	553	3,4	2229
125	2258	/	/	2258	14,0	4487
150	4143	/	/	4143	25,7	8630
160	/	/	1275	1275	7,9	9905
200	3543	/	1221	4764	29,5	14669
250	/	/	1481	1481	9,2	16150
Total	9944	976	5230	16150	100	/
Linéaire en Pourcentage	61,6	6,0	32,4	/	/	/

Commentaires :

Le réseau de distribution de BEN ACHOUR est constitué de différents matériaux : (Amiante-ciment AC, Acier galvanisé AG et le PVC), de diamètres varient entre **63 et 250 mm** et d'un **linéaire total de 16150 ml**.

Ce qui remarquable que ce réseau est composé de canalisations dont la majorité est vétuste du fait de la présence de **l'Amiante-ciment en 61.6 %** ce qui correspond à 9944 ml.

Il est possible d'estimer l'âge du réseau du fait de la présence de certains matériaux ne répondant pas aux normes actuelles d'eau potable (comme l'Amiante-ciment), Donc on peut dire que l'âge du réseau dépasse les **30 ans**.

IV.3.2. Analyse par type de matériaux de canalisations :

Le réseau de distribution de Ben Achour est composé essentiellement de trois types de matériau : l'Acier galvanisé AG, l'amiante ciment AC et le PVC.

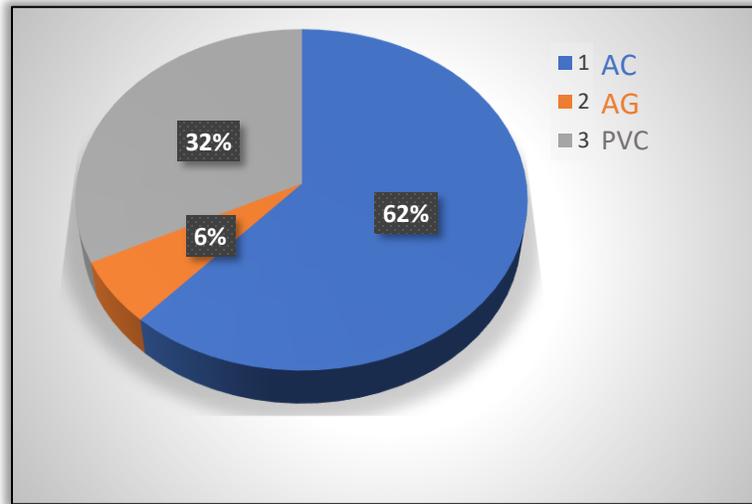


Figure (IV.7) : Présentation du linéaire du réseau de distribution par type de conduite.

- 1- Le réseau actuel constitué de conduites en amiante ciment (**AC**) couvre tout le centre de la cité et la partie basse qui est alimentée à partir de l'étage « E » de BLIDA par deux points d'injection. Des vannes de sectionnement séparent le réseau en deux parties.
- 2- L'ancien réseau vétuste constitué de conduites en Acier galvanisé (**AG**) alimente, actuellement, le centre et la partie haute de Ben Achour à partir du réservoir RV1000 m3.
- 3- Le réseau composé de conduites en **PVC** couvre la partie Ouest de la cité de Ben Achour et de Hamalit. Il est raccordé au réservoir RV1000 m3 par la conduite de diamètre Ø 160 mm. [4]

Interprétations :

- Le diagramme circulaire ci-dessus montre que les canalisations du réseau sont composées de presque 62% d'amiante-ciment qui est un matériau qu'on savait cancérogène en cas d'inhalation, il aggravait également les risques de maladie en cas d'ingestion. Nous imaginons ainsi l'altération des tuyaux, par l'effet d'une érosion mécanique libérant des fibres dans le réseau ce qui demeure un danger potentiel sur la santé des consommateurs. Selon une étude faite en 2007 au Canada, le facteur de risques de défaillance de ces conduites le plus important est : leur âge (l'amiante-ciment vieillit moins bien par exemple que les conduites de fonte).
- La présence de l'acier galvanisé n'est pas trop importante dans le réseau (6%) mais il n'est pas rare que les canalisations métalliques (comme celles en AG) soient le siège d'une corrosion à la suite de décisions erronées en matière d'utilisation ou d'entretien de l'installation.

IV.3.3. Analyse par diamètre des conduites :

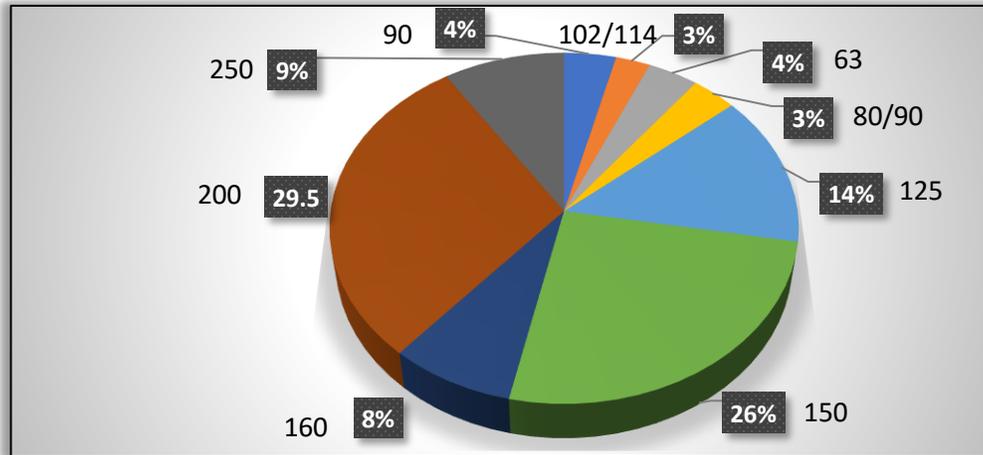


Figure (IV.8) : Présentation du linéaire de distribution par diamètre de conduite.

Interprétation :

A Travers le diagramme ci-dessus et qui montre la répartition des diamètres des conduites du réseau, nous constatons que presque 30% du linéaire total qui vaut 16 Km correspond à un diamètre de 200, ainsi le diamètre 150 est présent par un pourcentage de 26%, ce qui nous apparait un peu surdimensionnée non seulement par rapport à un réseau de distribution mais aussi par rapport au type de l’agglomération de BEN ACHOUR.

IV.4. Réducteurs de pression :

Le réducteur de pression est nécessaire dans les différents types de réseaux sous pression comme un réseau de distribution d’eau potable pour éviter que le consommateur ait au robinet un jet d’eau sous pression ou une pression qui pourrait endommager divers appareils branchés sur le réseau.

Deux réducteurs de pression sont installés dans le réseau et dont le rôle est de ramener les pressions maximales de service PMS aux valeurs normalisées et éviter ainsi des dommages aux conduites :

1- Le premier réducteur de type BAYARD de caractéristique (1 à 4 bars) est situé sur la conduite en amiante ciment de diamètre Ø150 mm. Son rôle est de réduire les fortes pressions de l’étage inférieur. Nous relevons à travers notre diagnostic l’absence de vannes à l’amont et à l’aval du réducteur ainsi que l’absence de by-pass.

2- Le deuxième réducteur de même type et de même caractéristique est situé sur la conduite en PVC qui dessert en eau la zone de Hamalit. [4]

IV.5. Remarques sur le réseau de distribution de BEN ACHOUR :

Les techniciens de la DRE de BLIDA et après des sorties sur terrain, ont tirés les remarques suivantes :

- Passage à plusieurs endroits des conduites d'eau usée au-dessus des conduites d'AEP (amiante ciment);
- Traversée des conduites d'AEP à mainte reprise (4 fois) sous les chaâbas qui collecte les eaux usées;
- Existence de constructions en juxtaposition avec les conduites;
- Existence des tronçons de conduites en pente condamnée et qui ne peuvent pas être vidangés au cas de vidange du réseau;
- Présence d'un grand nombre de branchements illicites au réseau et qui peut poser des problèmes lors des essais du réseau.
- Réseau fuyard (nombre de réclamations élevé).

CONCLUSION :

Dans ce chapitre, on a fait un diagnostic physique détaillé du réseau de distribution de BEN ACHOUR en précisant l'état de lieux des différents ouvrages du réseau et en se basant sur les remarques de la DRE de BLIDA on peut conclure :

- La majorité des conduites du réseau sont vétustes dont 62% sont en amiante ciment.
- Les conduites sont surdimensionnées par rapport à un réseau de distribution.
- L'ouvrage de stockage (RV1000 m³) est aussi surdimensionné.
- Présence d'un grand nombre de branchement illicite au réseau.
- Réseau fuyard (nombre de réclamations élevé).

Ce diagnostic va être accompli par une simulation hydraulique du réseau afin de faire sortir les points de dysfonctionnement hydrauliques qui se manifestent aux robinets des abonnés et ce qui fait l'objet du prochain chapitre.

CHAPITRE V:

DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE DU RÉSEAU DE DISTRIBUTION

Introduction :

Le diagnostic hydraulique du réseau de distribution consiste à analyser l'état des débits d'eau et les volumes requis, l'état des pressions s'ils sont compatibles avec les hauteurs des immeubles et à ne pas dépasser une limite fixée au préalable et l'état des vitesses de l'eau dans les conduites, et ceci dans des situations critiques afin de trouver des éventuelles anomalies de fonctionnement hydrauliques du réseau telles :

- Insuffisance ou excès de pression; moins de 1bar ou plus de 7 bars;
- Qualité dégradée de l'eau;
- Débit insuffisant soit trop d'eau;
- Vitesse moins de 0,5 ou plus 2 m/s.

La compréhension du fonctionnement du réseau nécessite l'utilisation de certains logiciels qui constituent un outil d'aide à la décision, et parmi ces logiciels utilisés dans le cadre de cette étude : AutoCad, Cavadis, EpaCadd, Epanet.

V.1. Logiciels utilisés :

- **AutoCad ;**
 - **Covadis;**
 - **EpaCAD ;**
 - **Epanet :**
- Le calcul du réseau maillé repose sur deux lois principales :
 - **Loi des nœuds** : le débit entrant dans un nœuds est égal au débit sortant quel que soit le nombre d'entrées et de sorties de ce nœud.
 - **Loi des mailles** : la somme des pertes des charges dans n'importe quelle maille est nulle.
 - Les données d'entrée :
 - Longueur des conduites : l'unité es le mètre.
 - Diamètre des conduites : il s'agit du diamètre interne des tuyaux en mm
 - Rugosité des conduites : la perte de charge ou charge hydraulique perdue à cause du frottement de l'eau avec les parois du tuyau peut être calculée en utilisant une du ces trois formules :
 - Formule de Hazen-Williams
 - Formule de Darcy-Weisbach
 - Formule de Chezy-Manning

Tableau (V.1) : Coefficients de rugosité pour les tuyaux neufs (Général desaux,2009).

Matériau	Coeff. Hazen-Williams universel	ξ de Darcy-Weisbach (mm)	n de Manning (universel)
Fonte revêtue	130-140	0,25	0,012-0,015
Béton ou Revêt. de Béton	120-1140	0,3-3,0	0,012-0,017
Fer Galvanisé	120	0,15	0,015-0,017
Plastic	140-150	0,0015	0,011-0,015
Acier	140-150	0,03	0,015-0,017
Céramique	110	0,3	0,013-0,015

- Altitude des nœuds : il s’agit des cotes au sol de la zone d’étude en m
- Demande de base des nœuds : son unité est l/s et est calculé à partir du débit max journalier consommée dans la zone d’étude.

V.2. Méthodologie suivie pour le conditionnement du réseau existant :

On va travailler sur le plan du réseau de distribution existant réalisé par le bureau d’étude « **Projethal Consult** » et établie par la DRE de Blida en suivant les étapes suivantes :

- Sur COVADIS :
 - Transmission des cotes (forme « texte ») dans le plan à des cotes COVADIS ;
 - Création des altitudes ;
 - Calcul et dessin MNT;
 - Conversion du réseau de 2D à 3D;
 - Enregistrement du fichier sous forme d’extension (DXF).
- Sur EpaCAD :
 - Passage du fichier COVADIS vers un fichier EPANET.
- Sur Epanet :
 - Importation du réseau directement sur Epanet, ceci va conserver et garder les longueurs des totaux, les coordonnées des nœuds (X, Y) ainsi que leurs altitudes sans les faire entrer sur Epanet;
 - Insérer les diamètres internes des tuyaux et leurs rugosités selon la loi des pertes de charge utilisé et le type du matériau;
 - La loi utilisée est celle de **Darcy-Weisbach**, théoriquement c’est la plus correcte et là plus largement utilisé en Europe, elle s’applique à tous les régimes d’écoulement et à tous les liquides.

Tableau (V.2): Rugosité des tuyaux présents dans le réseau existant. [9]

Matériau	Rugosité ξ (mm)
AC	0,3
AG	0,15
PVC	0,0015

- La partie basse de BEN ACHOUR s'alimente à partir d'un piquage en deux points sur le réseau de la ville de Blida, il est simulé sur Epanet par deux bâches.
- La ligne de séparation entre les deux sous-réseaux est simulée par fermeture des conduites qui les séparent;

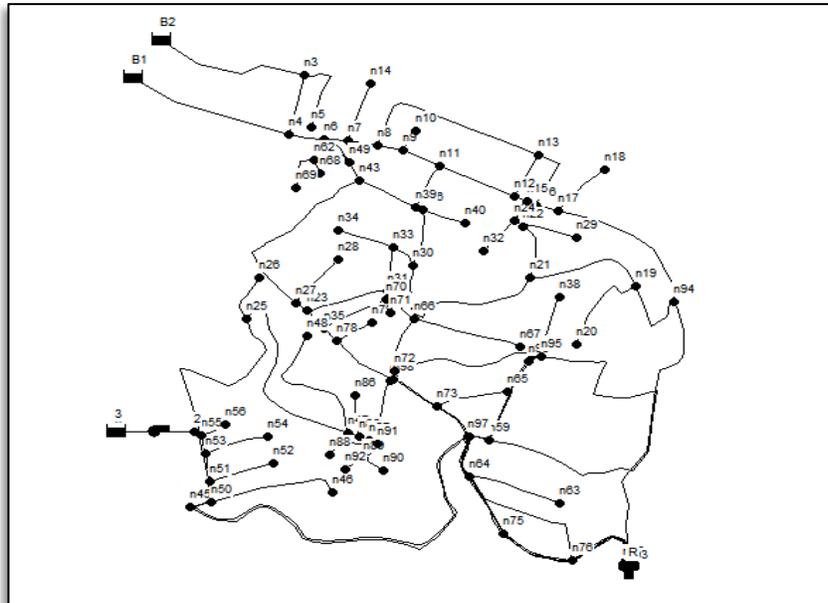


Figure (V.1): Réseau existant simulé sur Epanet

- Insérer les demandes de base des nœuds et lancer la simulation.

V.3. Simulation hydraulique du réseau existant :

Le réseau existant est caractérisé par sa division en deux sous-réseaux à cause de la diversité des sources d'alimentation comme déjà expliqué dans le chapitre précédent, ce qui va être pris en compte dans les calculs des débits nodaux (demande de base des nœuds).

On va traiter le réseau dans les deux cas critiques : cas de pointe et cas de pointe+incendie.

V.3.1. Détermination des débits nodaux :

➤ Le débit spécifique :

Le débit spécifique est donné par la relation : $q_{sp} = \frac{Q_{maxh}}{\sum L_i} \text{ (l/s/m) } \dots\dots \textcircled{1}$

Où : $Q_{max.h}$: le débit maximal horaire (l/s)

$\sum L_i$: la somme des longueurs des conduites assurant l'alimentation des habitants (m).

➤ Le débit en route :

Le débit en route est défini comme étant le débit circulant le long d'une conduite du réseau et est donné par la relation : $Q_{ri} = q_{sp} * L_i \dots\dots \textcircled{2}$

Où : q_{sp} : le débit spécifique (l/s/m)

L_i : longueur de la conduite 'i' (m)

➤ **Le débit nodal :**

C'est le débit concentré dans chaque point d'intersection des conduites, On calcule le débit nodal par :

$$Q_{ni} = (0,5 * \sum Q_{ri}) + Q_{concentré} = (0,5 * q_{sp} * \sum L_i) + Q_{concentré} \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

Où : **qsp** : le débit spécifique (l/s/m)

$\sum L_i$: la somme des longueurs des conduits liées au nœud ' ni '

Qconcentré : le débit d'usine ou d'incendie pour le nœud 'i' (l/s)

Dans toute l'étude le débit d'usine est nul, le débit d'incendie sera pris en compte dans le cas de pointe+incendie

Les résultats des calculs des débits spécifiques pour la zone 1 et la zone 2 pour les différents horizons 2020 et 2050 sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau (V.3) : Détermination des débits spécifiques pour les différents horizons

Horizon	Zone 1		Zone 2	
	2020	2050	2020	2050
Qmax.h (l/s)	16,479	37,542	46,604	107,717
$\sum L$ (m)	3394,71	3394,71	11887,4	11887,4
qsp (l/s/m)	0,0049	0,0111	0,0039	0,0091

Comme le cas de pointe et le cas de pointe plus incendie ne se diffèrent pas beaucoup dans le calcul des débits nodaux (il s'ajoute seulement un débits d'éventuelle incendie (17 l/s), on va insérer les tableaux récapitulatifs des calculs des débits nodaux dans le cas de pointe plus incendie.

V.3.1.1. Calcul des débits nodaux :

Les résultats des calculs des débits nodaux de la zone 1 et la zone 2 sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau (V.4) : Calcul des débits nodaux de la zone 1 à l'horizon 2020

ZONE 1						
Nœud	Tronçons appliqués	Longueurs Li(m)	Somme des longueurs $\sum L_i$ (m)	Débit concentré Qc (l/s)	Débit spécifique qs (l/s)	Débit nodal Qn (l/s)
n2	2_3	285,769	285,7689	/	0,0049	0,694
n1	1_4	313,441	313,4411	/		0,761
n3	3_2	285,769	583,9848	/		1,417
	3_4	129,2				
	3_5	169,016				
n4	4_3	129,2	493,6336	/		1,198
	4_1	313,441				
	4_6	50,9925				

Suite Tableau (V.4) :

n5	5_3	169,016	169,0159	/	0,0049	0,41
n6	6_7	43,3659	167,4131	/		0,406
	6_4	50,9925				
	6_49	73,0547				
n7	7_6	43,3659	228,4769	/		0,555
	7_8	56,411				
	7_14	128,7				
n8	8_7	56,411	485,0291	/		1,177
	8_13	380,76				
	8_9	47,8584				
n9	9_8	47,8584	164,4142	/		0,399
	9_10	46,2				
	9_11	70,3558				
n10	10_9	46,2	46,2	/		0,112
n11	11_12	155,928	327,3223	/		0,794
	11_39	101,039				
	11_9	70,3558				
n12	12_11	155,928	281,4628	/		0,683
	12_13	99,39				
	12_15	26,1449				
n13	13_12	99,39	622,2455	17		18,51
	13_8	380,76				
	13_16	142,096				
n14	14_7	128,7	128,7	/		0,312
n15	15_12	26,1449	26,1449	/		0,063
n16	16_13	142,096	142,0958	/		0,345
n27	27_43	507,856	507,8561	/		1,233
n30	30_36	121,6	121,6	/		0,295
n36	36_40	81,9826	219,1481	/		0,532
	36_39	15,5655				
	36_30	121,6				
n39	39_11	101,039	236,138	/	0,573	
	39_36	15,5655				
	39_43	119,534				
n40	40_36	81,9826	81,9826	/	0,199	
n43	43_27	507,856	670,3506	/	1,627	
	43_39	119,534				
	43_49	42,9606				
n49	49_43	42,9606	188,1633	/	0,457	
	49_6	73,0547		/		
	49_62	72,148		/		
62	62_68	28,11	185,4912	/	0,45	
	62_69	85,2332				
	62_49	72,148				
n68	68_62	28,11	28,11	/	0,068	
n69	69_62	85,2332	85,2332	/	0,207	

Tableau (V.5) : Calcul des débits nodaux de la zone 2 à l'horizon 2020.

ZONE 2						
Nœud	Tronçons appliqués	Longueurs Li(m)	Somme des longueurs ΣLi (m)	Débit concentré Qc (l/s)	Débit spécifique qs (l/s)	Débit nodal Qn (l/s)
n12	12_15	26,1449	26,1449	/	0,0039	0,051
n13	13_16	142,096	142,0958	/		0,279
n15	15_24	47,37	92,3639	/		0,181
	15_12	26,1449				
	15_16	18,849				
n16	16_15	18,849	209,4072	/		0,41
	16_17	48,4624				
	16_13	142,096				
n17	17_16	48,4624	643,7239	/		1,262
	17_18	134,433				
	17_19	460,828				
n18	18_17	134,433	134,4334	/		0,264
n19	19_17	460,828	880,9053	/		1,727
	19_20	182,469				
	19_21	237,608				
n20	20_19	182,469	182,4689	/		0,358
n21	21_19	237,608	717,7702	/		1,407
	21_30	361,4				
	21_22	118,762				
n22	22_21	118,762	246,7535	/		0,484
	22_29	108,6				
	22_24	19,3916				
n23	23_31	154,3	228,4934	/		0,448
	23_27	22,7434				
	23_35	51,45				
n24	24_15	47,37	152,7099	/		0,299
	24_22	19,3916				
	24_32	85,9483				
n25	25_26	103,2	991,9157	/		1,944
	25_47	464,54				
	25_55	424,176				
n26	26_25	103,2	103,2	/	0,202	
n27	27_28	122,5	653,0995	/	1,28	
	27_43	507,856				
	27_23	22,7434				
n28	28_27	122,5	122,5	/	0,24	
n29	29_22	108,6	108,6	/	0,213	
n30	30_36	121,6	538,4033	/	1,055	
	30_21	361,4				
	30_33	55,4033				
n31	31_33	92,7309	265,0722	/	0,52	
	31_70	18,0413				
	31_23	154,3				

Suite Tableau (V.5)

n54	54_53	121,2	121,2	/	0,0039	0,238
n55	55_56	50,93	475,1055	/		0,931
	55_53	0				
	55_25	424,176				
n56	56_55	50,93	50,93	/		0,1
n57	57_97	552,985	552,9853	/		1,084
n58	58_97	237,115	237,1147	/		0,465
n59	59_96	182,36	1000,57	/		1,961
	59_60	39,21				
	59_95	779				
n60	60_59	39,21	218,9383	/		0,429
	60_64	89,7025				
	60_73	90,0258				
n61	61_45	1230,57	1230,567	/		2,412
n63	63_64	177,95	177,9501	/		0,349
n64	64_63	177,95	561,496	/		1,101
	64_60	89,7025				
	64_76	293,843				
n65	65_73	136,272	136,2717	/		0,267
n66	66_70	66,2464	394,9464	/		0,774
	66_72	123,5				
	66_67	205,2				
n67	67_66	205,2	205,2	/		0,402
n70	70_66	66,2464	246,5673	/		0,483
	70_71	29,75				
	70_31	18,0413				
	70_35	132,53				
n71	71_70	29,75	29,75	/		0,058
n72	72_66	123,5	123,5	/	0,242	
n73	73_65	136,272	325,6475	/	0,638	
	73_37	99,35				
	73_60	90,0258				
n74	74_91	138,271	138,2708	17	17,271	
n75	75_76	146,7	146,7	/	0,288	
n76	76_75	146,7	607,1348	/	1,19	
	76_77	166,591				
	76_64	293,843				
n77	77_93	0	768,6914	/	1,507	
	77_94	602,1				
	77_76	166,591				
n78	78_35	34,2535	246,1058	/	0,482	
	78_79	76,44				
	78_37	135,412				
n79	79_78	76,44	76,44	/	0,15	
n85	85_86	90,62	131,8826	/	0,259	
	85_47	22,7039				
	85_87	18,5587				

Suite Tableau (V.5)

n86	86_85	90,62	90,62	/	0,0039	0,178
n87	87_85	18,5587	132,8961	/		0,261
	87_91	17,4074				
n88	87_88	96,93	96,93	/		0,19
	88_87	96,93				
n89	89_91	42,56	129,3761	/		0,254
	89_90	45,03				
	89_92	41,7861				
n90	90_89	45,03	45,03	/		0,088
n91	91_89	42,56	198,2382	/		0,389
	91_87	17,4074				
	91_74	138,271				
n92	92_89	41,7861	41,7861	/		0,082
n93	93_77	0	0	/		0
n94	94_77	602,1	602,1	/		1,18
n95	95_38	133,927	1207,8	/		2,368
	95_37	294,873				
	95_59	779				
n96	96_59	182,36	182,3603	/		0,357
n97	97_98	185,5	975,6	/	1,912	
	97_57	552,985				
	97_58	237,115				
n98	98_97	185,5	185,5	/	0,364	

V.4. Résultats de la simulation hydraulique du réseau de distribution :

V.4.1. Résultats de la simulation à l'état actuel 2020 :

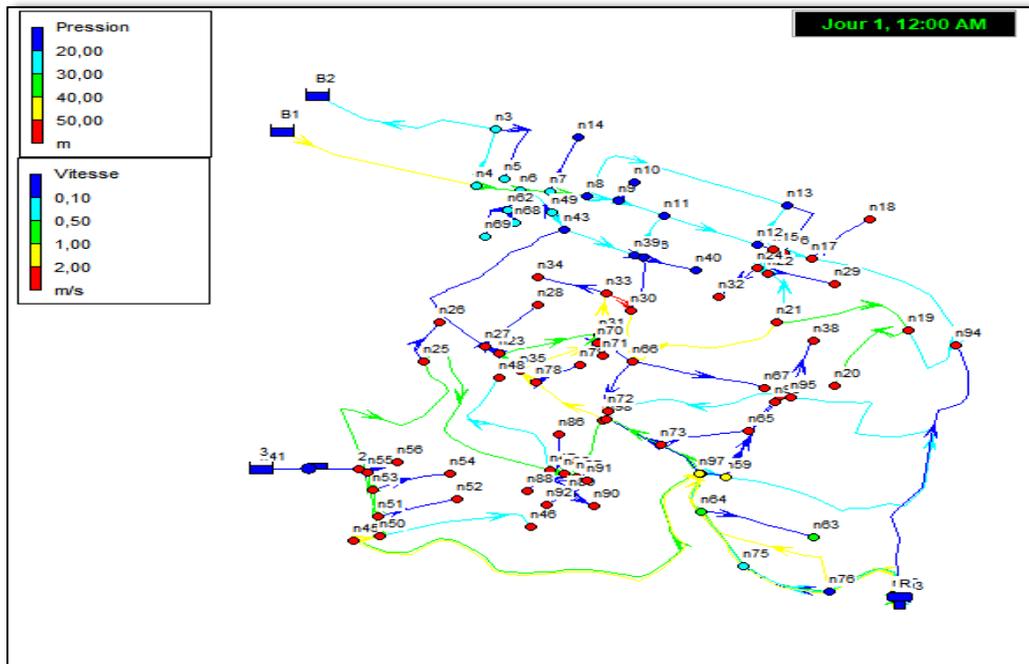


Figure (V.2) : simulation du réseau de distribution à l'état actuel (horizon 2020).

V.4.1.1. Résultats de la simulation hydraulique en cas de pointe :

Tableau (V.6) : États des conduites du réseau à l'état actuel (horizon 2020).

	Matériau	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	Pert. Charge Unit.	État
ID Arc	type	m	mm	mm	LPS	m/s	m/km	
Tuyau p13	PVC	103,2	83	0,0015	0,2	0,04	0,03	Ouvert
Tuyau p59	AC	122,5	125	0,3	0,24	0,02	0	Ouvert
Tuyau p64	AC	154,3	125	0,3	-3,74	0,31	1,08	Ouvert
Tuyau p22	PVC	1481	237,6	0,0015	34	0,77	2,01	Ouvert
Tuyau p25	PVC	295,7	83	0,0015	0,58	0,11	0,23	Ouvert
Tuyau p27	PVC	123,4	57	0,0015	0,24	0,09	0,3	Ouvert
Tuyau p28	PVC	121,2	57	0,0015	0,24	0,09	0,29	Ouvert
Tuyau p29	PVC	50,93	57	0,0015	0,1	0,04	0,04	Ouvert
Tuyau p50	PVC	205,2	125	0,0015	0,4	0,03	0,02	Ouvert
Tuyau p42	PVC	76,44	125	0,0015	0,15	0,01	0	Ouvert
Tuyau p46	PVC	90,62	83	0,0015	0,18	0,03	0,02	Ouvert
Tuyau p47	PVC	96,93	57	0,0015	0,19	0,07	0,2	Ouvert
Tuyau p48	PVC	45,03	83	0,0015	0,09	0,02	0,01	Ouvert
Tuyau p55	AC	29,75	125	0,3	0,06	0	0	Ouvert
Tuyau p4	AC	129,2	200	0,3	24,58	0,78	3,63	Ouvert
Tuyau p8	AC	128,7	200	0,3	0,31	0,01	0	Ouvert
Tuyau p40	AC	108,4	125	0,3	0,21	0,02	0	Ouvert
Tuyau p57	AC	28,11	125	0,3	0,07	0,01	0	Ouvert
Tuyau p41	AC	121,6	125	0,3	0	0	0	Fermé
Tuyau p11	AC	46,2	200	0,3	0,11	0	0	Ouvert
Tuyau p34	AC	108,6	150	0,3	0,21	0,01	0	Ouvert
Tuyau p37	AC	47,37	150	0,3	1,26	0,07	0,06	Ouvert
Tuyau p18	AC	99,39	200	0,3	0,03	0	0	Ouvert
Tuyau p6	AC	43,3659	200	0,3	6,19	0,2	0,26	Ouvert
Tuyau p9	AC	56,411	200	0,3	5,33	0,17	0,2	Ouvert
Tuyau p10	AC	47,8584	200	0,3	2,61	0,08	0,05	Ouvert
Tuyau p12	AC	380,7597	200	0,3	1,54	0,05	0,02	Ouvert
Tuyau p15	AC	70,3558	200	0,3	2,1	0,07	0,04	Ouvert
Tuyau p17	AC	155,9279	150	0,3	0,65	0,04	0,02	Ouvert
Tuyau p19	AC	142,0958	200	0,3	0	0	0	Fermé
Tuyau p20	AC	26,1449	150	0,3	0	0	0	Fermé
Tuyau p21	AC	18,849	150	0,3	1,08	0,06	0,05	Ouvert
Tuyau p33	AC	19,3916	150	0,3	-1,73	0,1	0,1	Ouvert
Tuyau p32	AC	118,7619	150	0,3	-2,42	0,14	0,19	Ouvert
Tuyau p38	AC	361,4	150	0,3	-6,77	0,38	1,32	Ouvert
Tuyau p36	AC	85,9483	150	0,3	0,17	0,01	0	Ouvert
Tuyau p39	AC	55,4033	125	0,3	-7,83	0,64	4,44	Ouvert

Suite Tableau (V.6)

Tuyau p53	AC	73,0547	150	0,3	3,17	0,18	0,32	Ouvert
Tuyau p52	AC	42,9606	150	0,3	1,99	0,11	0,13	Ouvert
Tuyau p54	AC	72,148	125	0,3	0,73	0,06	0,05	Ouvert
Tuyau p56	AC	85,2332	125	0,3	0,21	0,02	0	Ouvert
Tuyau p51	AC	119,5339	150	0,3	0,36	0,02	0	Ouvert
Tuyau p49	AC	101,0386	150	0,3	-0,65	0,04	0,02	Ouvert
Tuyau p44	AC	15,5655	150	0,3	0,44	0,02	0,01	Ouvert
Tuyau p43	AC	81,9826	150	0,3	0,2	0,01	0	Ouvert
Tuyau p58	AC	507,8561	125	0,3	0	0	0	Fermé
Tuyau p60	AC	92,7309	150	0,3	-8,54	0,48	2,06	Ouvert
Tuyau p62	AC	132,5296	150	0,3	-7,28	0,41	1,52	Ouvert
Tuyau p61	AC	18,0413	150	0,3	5,32	0,3	0,84	Ouvert
Tuyau p67	AC	123,5	125	0,3	0,24	0,02	0	Ouvert
Tuyau p65	AC	34,2535	150	0,3	-13,42	0,76	4,93	Ouvert
Tuyau p68	AC	135,4123	150	0,3	-14,05	0,8	5,39	Ouvert
Tuyau p70	AC	294,8731	200	0,3	-0,45	0,01	0	Ouvert
Tuyau p71	AC	133,9269	125	0,3	0,26	0,02	0,01	Ouvert
Tuyau p73	AC	136,2717	125	0,3	0,27	0,02	0,01	Ouvert
Tuyau p74	AC	90,0258	200	0,3	-15,54	0,49	1,5	Ouvert
Tuyau p76	AC	89,7025	200	0,3	-21,37	0,68	2,77	Ouvert
Tuyau p102	AC	39,21	150	0,3	5,4	0,31	0,86	Ouvert
Tuyau p75	AC	182,3603	150	0,3	0,36	0,02	0	Ouvert
Tuyau p100	AC	778,9997	150	0,3	3,08	0,17	0,3	Ouvert
Tuyau p77	AC	177,9501	125	0,3	0,35	0,03	0,01	Ouvert
Tuyau p79	AC	166,5914	200	0,3	-24,3	0,77	3,55	Ouvert
Tuyau p80	AC	9,5157	200	0,3	-26,99	0,86	4,35	Ouvert
Tuyau p97	AC	146,4	125	0,3	0,29	0,02	0,01	Ouvert
Tuyau p99	AG	185,5	80	0,15	-0,36	0,07	0,13	Ouvert
Tuyau p98	AG	237,1147	80	0,15	0,47	0,09	0,2	Ouvert
Tuyau p96	AG	552,9853	102	0,15	2,74	0,34	1,51	Ouvert
Tuyau p83	PVC	44,1162	152	0,0015	9,41	0,52	1,7	Ouvert
Tuyau p84	PVC	241,2838	57	0,0015	0,47	0,19	0,94	Ouvert
Tuyau p81	PVC	1230,567	152	0,0015	11,82	0,65	2,56	Ouvert
Tuyau p85	PVC	44,7078	190,2	0,0015	8,46	0,3	0,48	Ouvert
Tuyau p86	PVC	60,3004	190,2	0,0015	7,86	0,28	0,42	Ouvert
Tuyau p87	PVC	30,4319	190,2	0,0015	7,26	0,26	0,37	Ouvert
Tuyau p88	PVC	424,1755	190,2	0,0015	6,23	0,22	0,28	Ouvert
Tuyau p89	PVC	464,5402	190,2	0,0015	4,09	0,14	0,13	Ouvert
Tuyau p90	PVC	22,7039	190,2	0,0015	1,97	0,07	0,04	Ouvert
Tuyau p91	PVC	18,5587	190,2	0,0015	1,53	0,05	0,03	Ouvert
Tuyau p92	PVC	17,4074	190,2	0,0015	1,08	0,04	0,01	Ouvert

Suite **Tableau (V.6)**

Tuyau P95	PVC	138,2708	190,2	0,0015	0,27	0,01	0	Ouvert
Tuyau p93	PVC	42,56	83	0,0015	0,42	0,08	0,13	Ouvert
Tuyau p94	PVC	41,7861	83	0,0015	0,08	0,02	0,01	Ouvert
Tuyau p101	AC	602,1	200	0,3	-1,18	0,04	0,01	Ouvert
Tuyau p30	AC	182,4689	150	0,3	0,36	0,02	0	Ouvert
Tuyau p31	AC	237,6083	200	0,3	-2,94	0,09	0,07	Ouvert
Tuyau p5	AC	50,9925	200	0,3	9,77	0,31	0,62	Ouvert
Tuyau p3	AC	169,0159	200	0,3	0,41	0,01	0	Ouvert
Tuyau p24	AC	134,4334	150	0,3	0,26	0,01	0	Ouvert
Tuyau p23	AC	48,4624	150	0,3	0,67	0,04	0,02	Ouvert
Tuyau p26	AC	460,8281	150	0,3	-0,86	0,05	0,03	Ouvert
Tuyau p103	AC	22,7434	150	0,3	-1,52	0,09	0,08	Ouvert
Tuyau p63	AC	51,45	150	0,3	-5,71	0,32	0,96	Ouvert
Tuyau p66	AC	66,2464	150	0,3	1,42	0,08	0,07	Ouvert
Tuyau p72	AC	99,35	200	0,3	-14,64	0,47	1,33	Ouvert
Tuyau p78	AC	293,8434	200	0,3	-22,82	0,73	3,14	Ouvert
Tuyau 13	AC	285,7689	200	0,3	-22,75	0,72	3,13	Ouvert
Tuyau 7	AC	313,4411	200	0,3	35,55	1,13	7,46	Ouvert

Tableau (V.7) : États des nœuds du réseau à l'état actuel (horizon 2020).

	Altitude	Demande	Charge	Pression
ID Noeud	m	LPS	mce	mce
Noeud n20	306,48	0,36	377,66	71,18
Noeud n23	279,93	0,45	378,75	98,82
Noeud n25	261,12	1,94	378,37	117,25
Noeud n26	262,39	0,2	378,37	115,98
Noeud n27	275,6	1,28	378,75	103,15
Noeud n28	276,6	0,24	378,75	102,15
Noeud n30	265,19	1,05	378,15	112,96
Noeud n31	282,72	0,52	378,59	95,87
Noeud n21	273,84	1,41	377,67	103,83
Noeud n35	291,78	0,43	378,8	87,02
Noeud n37	307,21	1,04	379,7	72,49
Noeud n38	292,72	0,26	379,7	86,98
Noeud n41	264,12	-34	384,77	120,65
Noeud n42	385,85	0	387,97	2,18
Noeud n45	284,84	2,41	378,62	93,78
Noeud n46	288,84	0,47	378,32	89,48
Noeud n47	281,08	1,53	378,31	97,23
Noeud n48	288,5	0,58	378,24	89,74
Noeud n50	282,6	0,47	378,55	95,95
Noeud n51	275,83	0,36	378,53	102,7

Suite Tableau (V.7)

Noeud n52	282,33	0,24	378,49	96,16
Noeud n53	267,82	0,36	378,5	110,68
Noeud n54	266,78	0,24	378,47	111,69
Noeud n55	264,32	0,93	378,49	114,17
Noeud n56	264,62	0,1	378,49	113,87
Noeud n57	385,71	1,08	388,09	2,31
Noeud n58	301,4	0,47	380,9	79,5
Noeud n59	341,65	1,96	379,94	38,29
Noeud n60	342,08	0,43	379,97	37,89
Noeud n61	379	2,41	381,78	2,78
Noeud n63	346,66	0,35	380,22	33,56
Noeud n64	353,42	1,1	380,22	26,8
Noeud n65	321,62	0,27	379,83	58,21
Noeud n66	282,53	0,77	378,6	96,07
Noeud n67	300,28	0,4	378,59	78,31
Noeud n74	307,32	0,27	378,31	70,99
Noeud n78	296,36	0,48	378,97	82,61
Noeud n79	295,37	0,15	378,97	83,6
Noeud n85	284,74	0,26	378,31	93,57
Noeud n86	289,88	0,18	378,31	88,43
Noeud n87	288	0,26	378,31	90,31
Noeud n88	285,94	0,19	378,29	92,35
Noeud n89	291,97	0,25	378,3	86,33
Noeud n90	296,16	0,09	378,3	82,14
Noeud n91	290,91	0,39	378,31	87,4
Noeud n92	291,51	0,08	378,3	86,79
Noeud n97	342,15	1,91	380,95	38,8
Noeud n98	307,4	0,36	380,92	73,52
Noeud n70	285,18	0,48	378,6	93,42
Noeud n71	289,56	0,06	378,6	89,04
Noeud n73	327,97	0,64	379,83	51,86
Noeud n72	304,2	0,24	378,6	74,4
Noeud n77	383,35	1,51	388,35	4,62
Noeud n76	368,44	1,19	381,14	12,7
Noeud n75	360,56	0,29	381,14	20,58
Noeud n93	385,74	0	388,04	2,27
Noeud n96	305,03	0,36	379,93	74,9
Noeud n95	301,71	2,37	379,7	77,99
Noeud n94	269,38	1,18	381,73	112,35
Noeud n32	256,19	0,17	377,65	121,46
Noeud n16	249,95	0,41	377,65	127,7
Noeud n8	232,33	1,18	249,11	16,78
Noeud n4	226,2	1,2	249,16	22,96
Noeud n3	224,48	1,42	248,69	24,21
Noeud n7	227,87	0,56	249,12	21,25
Noeud n14	232,23	0,31	249,12	16,89
Noeud n43	228,9	1,63	249,1	20,2
Noeud n11	238,59	0,79	249,1	10,51

Suite **Tableau (V.7)**

Noeud n33	269,22	0,5	378,4	109,18
Noeud n34	268,32	0,21	378,4	110,08
Noeud n6	226,26	0,41	249,13	22,87
Noeud n62	221,38	0,45	249,1	27,72
Noeud n68	224,15	0,07	249,1	24,95
Noeud n49	225,78	0,46	249,11	23,33
Noeud n69	226,52	0,21	249,1	22,58
Noeud n36	239,69	0,24	249,1	9,41
Noeud n9	235,48	0,4	249,11	13,63
Noeud n10	236,67	0,11	249,11	12,44
Noeud n39	238,13	0,57	249,1	10,97
Noeud n40	242,45	0,2	249,1	6,65
Noeud n18	248,36	0,26	377,64	129,28
Noeud n22	253,48	0,48	377,65	124,17
Noeud n29	262,17	0,21	377,65	115,48
Noeud n24	250,85	0,3	377,65	126,8
Noeud n15	248,42	0,18	377,65	129,23
Noeud n13	246,21	1,51	249,1	2,89
Noeud n12	246,95	0,68	249,1	2,15
Noeud n19	280,9	1,73	377,66	96,76
Noeud n5	227,74	0,41	248,69	20,95
Noeud n17	235,48	1,26	377,64	142,16
Noeud 1	384,2	-44,44	388,60	3,82
Bache B2	247,8	12,35	247,8	0
Bache B1	251,5	-42,14	251,5	0
Reservoir R	386,12	-44,44	392,12	6

V.4.1.2. Résultats de la simulation en cas de pointe plus incendie :

Tableau (V.8) : États des conduites du réseau à l'état actuel (horizon 2020).

	Matériau	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	Pert. Charge Unit.	État
ID Arc	type	m	mm	mm	LPS	m/s	m/km	
Tuyau p13	PVC	103,2	81,4	0,0015	0,2	0,04	0,03	Ouvert
Tuyau p59	AC	122,5	125	0,3	0,24	0,02	0	Ouvert
Tuyau p64	AC	154,3	125	0,3	-3,74	0,31	1,08	Ouvert
Tuyau p22	PVC	1481	230,8	0,0015	34	0,81	2,31	Ouvert
Tuyau p25	PVC	295,7	81,4	0,0015	0,58	0,11	0,25	Ouvert
Tuyau p27	PVC	123,4	63	0,0015	0,24	0,08	0,19	Ouvert
Tuyau p28	PVC	121,2	63	0,0015	0,24	0,08	0,18	Ouvert
Tuyau p29	PVC	50,93	63	0,0015	0,1	0,03	0,03	Ouvert
Tuyau p50	PVC	205,2	125	0,0015	0,4	0,03	0,02	Ouvert
Tuyau p42	PVC	76,44	125	0,0015	0,15	0,01	0	Ouvert

Suite Tableau (V.8) :

Tuyau p46	PVC	90,62	81,4	0,0015	0,18	0,03	0,02	Ouvert
Tuyau p47	PVC	96,93	57	0,0015	0,19	0,07	0,2	Ouvert
Tuyau p48	PVC	45,03	81,4	0,0015	0,09	0,02	0,01	Ouvert
Tuyau p55	AC	29,75	125	0,3	0,06	0	0	Ouvert
Tuyau p4	AC	129,2	200	0,3	14,17	0,45	1,25	Ouvert
Tuyau p8	AC	128,7	200	0,3	0,31	0,01	0	Ouvert
Tuyau p40	AC	108,4	125	0,3	0,21	0,02	0	Ouvert
Tuyau p57	AC	28,11	125	0,3	0,07	0,01	0	Ouvert
Tuyau p41	AC	121,6	125	0,3	0	0	0	Fermé
Tuyau p11	AC	46,2	200	0,3	0,11	0	0	Ouvert
Tuyau p34	AC	108,6	150	0,3	0,21	0,01	0	Ouvert
Tuyau p37	AC	47,37	150	0,3	1,26	0,07	0,06	Ouvert
Tuyau p18	AC	99,39	200	0,3	-7,01	0,22	0,33	Ouvert
Tuyau p6	AC	43,3659	200	0,3	19,35	0,62	2,28	Ouvert
Tuyau p9	AC	56,411	200	0,3	18,48	0,59	2,09	Ouvert
Tuyau p10	AC	47,8584	200	0,3	5,81	0,18	0,23	Ouvert
Tuyau p12	AC	380,7597	200	0,3	11,5	0,37	0,84	Ouvert
Tuyau p15	AC	70,3558	200	0,3	5,29	0,17	0,19	Ouvert
Tuyau p17	AC	155,9279	150	0,3	7,69	0,44	1,68	Ouvert
Tuyau p19	AC	142,0958	200	0,3	0	0	0	Fermé
Tuyau p20	AC	26,1449	150	0,3	0	0	0	Fermé
Tuyau p21	AC	18,849	150	0,3	1,08	0,06	0,04	Ouvert
Tuyau p33	AC	19,3916	150	0,3	-1,73	0,1	0,1	Ouvert
Tuyau p32	AC	118,7619	150	0,3	-2,42	0,14	0,19	Ouvert
Tuyau p38	AC	361,4	150	0,3	-6,77	0,38	1,32	Ouvert
Tuyau p36	AC	85,9483	150	0,3	0,17	0,01	0	Ouvert
Tuyau p39	AC	55,4033	125	0,3	-7,83	0,64	4,43	Ouvert
Tuyau p53	AC	73,0547	150	0,3	7,01	0,4	1,41	Ouvert
Tuyau p52	AC	42,9606	150	0,3	5,83	0,33	0,99	Ouvert
Tuyau p54	AC	72,148	125	0,3	0,73	0,06	0,05	Ouvert
Tuyau p56	AC	85,2332	125	0,3	0,21	0,02	0	Ouvert
Tuyau p51	AC	119,5339	150	0,3	4,2	0,24	0,53	Ouvert
Tuyau p49	AC	101,0386	150	0,3	3,19	0,18	0,32	Ouvert
Tuyau p44	AC	15,5655	150	0,3	0,44	0,02	0,01	Ouvert
Tuyau p43	AC	81,9826	150	0,3	0,2	0,01	0	Ouvert
Tuyau p58	AC	507,8561	125	0,3	0	0	0	Fermé
Tuyau p60	AC	92,7309	150	0,3	-8,54	0,48	2,06	Ouvert
Tuyau p62	AC	132,5296	150	0,3	-7,28	0,41	1,52	Ouvert
Tuyau p61	AC	18,0413	150	0,3	5,32	0,3	0,84	Ouvert
Tuyau p67	AC	123,5	125	0,3	0,24	0,02	0	Ouvert
Tuyau p65	AC	34,2535	150	0,3	-13,42	0,76	4,93	Ouvert
Tuyau p68	AC	135,4123	150	0,3	-14,05	0,8	5,39	Ouvert
Tuyau p70	AC	294,8731	200	0,3	-0,45	0,01	0	Ouvert

Suite Tableau (V.8) :

Tuyau p71	AC	133,9269	125	0,3	0,26	0,02	0,01	Ouvert
Tuyau p73	AC	136,2717	125	0,3	0,27	0,02	0,01	Ouvert
Tuyau p74	AC	90,0258	200	0,3	-15,54	0,49	1,5	Ouvert
Tuyau p76	AC	89,7025	200	0,3	-21,37	0,68	2,77	Ouvert
Tuyau p102	AC	39,21	150	0,3	5,4	0,31	0,86	Ouvert
Tuyau p75	AC	182,3603	150	0,3	0,36	0,02	0	Ouvert
Tuyau p100	AC	778,9997	150	0,3	3,08	0,17	0,3	Ouvert
Tuyau p77	AC	177,9501	125	0,3	0,35	0,03	0,01	Ouvert
Tuyau p79	AC	166,5914	200	0,3	-24,3	0,77	3,55	Ouvert
Tuyau p80	AC	9,5157	200	0,3	-26,99	0,86	4,35	Ouvert
Tuyau p97	AC	146,4	125	0,3	0,29	0,02	0,01	Ouvert
Tuyau p99	AG	185,5	80	0,15	-0,36	0,07	0,13	Ouvert
Tuyau p98	AG	237,1147	80	0,15	0,47	0,09	0,2	Ouvert
Tuyau p96	AG	552,9853	102	0,15	2,74	0,34	1,51	Ouvert
Tuyau p83	PVC	44,1162	147,6	0,0015	26,41	1,54	12,58	Ouvert
Tuyau p84	PVC	241,2838	57	0,0015	0,47	0,19	0,94	Ouvert
Tuyau p81	PVC	1230,567	152	0,0015	28,82	1,59	12,8	Ouvert
Tuyau p85	PVC	44,7078	184,6	0,0015	25,46	0,95	4,01	Ouvert
Tuyau p86	PVC	60,3004	184,6	0,0015	24,86	0,93	3,84	Ouvert
Tuyau p87	PVC	30,4319	184,6	0,0015	24,26	0,91	3,68	Ouvert
Tuyau p88	PVC	424,1755	184,6	0,0015	23,23	0,87	3,4	Ouvert
Tuyau p89	PVC	464,5402	184,6	0,0015	21,09	0,79	2,86	Ouvert
Tuyau p90	PVC	22,7039	184,6	0,0015	18,97	0,71	2,36	Ouvert
Tuyau p91	PVC	18,5587	184,6	0,0015	18,53	0,69	2,27	Ouvert
Tuyau p92	PVC	17,4074	184,6	0,0015	18,08	0,68	2,17	Ouvert
Tuyau P95	PVC	138,2708	184,6	0,0015	17,27	0,65	1,99	Ouvert
Tuyau p93	PVC	42,56	81,4	0,0015	0,42	0,08	0,15	Ouvert
Tuyau p94	PVC	41,7861	81,4	0,0015	0,08	0,02	0,01	Ouvert
Tuyau p101	AC	602,1	200	0,3	-1,18	0,04	0,01	Ouvert
Tuyau p30	AC	182,4689	150	0,3	0,36	0,02	0	Ouvert
Tuyau p31	AC	237,6083	200	0,3	-2,94	0,09	0,07	Ouvert
Tuyau p5	AC	50,9925	200	0,3	26,77	0,85	4,29	Ouvert
Tuyau p3	AC	169,0159	200	0,3	0,41	0,01	0	Ouvert
Tuyau p24	AC	134,4334	150	0,3	0,26	0,01	0	Ouvert
Tuyau p23	AC	48,4624	150	0,3	0,67	0,04	0,02	Ouvert
Tuyau p26	AC	460,8281	150	0,3	-0,86	0,05	0,03	Ouvert
Tuyau p103	AC	22,7434	150	0,3	-1,52	0,09	0,08	Ouvert
Tuyau p63	AC	51,45	150	0,3	-5,71	0,32	0,96	Ouvert
Tuyau p66	AC	66,2464	150	0,3	1,42	0,08	0,07	Ouvert
Tuyau p72	AC	99,35	200	0,3	-14,64	0,47	1,33	Ouvert
Tuyau p78	AC	293,8434	200	0,3	-22,82	0,73	3,14	Ouvert
Tuyau 1	AC	2	200	0,1	34	1,08	5,62	Ouvert
Tuyau 13	AC	285,7689	200	0,3	-12,35	0,39	0,96	Ouvert
Tuyau 7	AC	313,4411	200	0,3	42,14	1,34	10,41	Ouvert

Tableau (V.9) : États des nœuds du réseau à l'état actuel (horizon 2020).

ID Noeud	Altitude m	Demande LPS	Charge mce	Pression mce
Noeud n20	306,48	0,36	384	77,52
Noeud n23	279,93	0,45	385,1	105,17
Noeud n25	261,12	1,94	369,84	108,72
Noeud n26	262,39	0,2	369,84	107,45
Noeud n27	275,6	1,28	385,1	109,5
Noeud n28	276,6	0,24	385,1	108,5
Noeud n30	265,19	1,05	384,49	119,3
Noeud n31	282,72	0,52	384,93	102,21
Noeud n21	273,84	1,41	384,02	110,18
Noeud n35	291,78	0,43	385,15	93,37
Noeud n37	307,21	1,04	386,05	78,84
Noeud n38	292,72	0,26	386,05	93,33
Noeud n41	264,12	-34	391,56	127,44
Noeud n42	385,85	0	388,14	2,29
Noeud n45	284,84	2,41	372,37	87,53
Noeud n46	288,84	0,47	371,58	82,74
Noeud n47	281,08	1,53	368,52	87,44
Noeud n48	288,5	0,58	368,44	79,94
Noeud n50	282,6	0,47	371,81	89,21
Noeud n51	275,83	0,36	371,63	95,8
Noeud n52	282,33	0,24	371,61	89,28
Noeud n53	267,82	0,36	371,4	103,58
Noeud n54	266,78	0,24	371,38	104,6
Noeud n55	264,32	0,93	371,29	106,97
Noeud n56	264,62	0,1	371,29	106,67
Noeud n57	385,71	1,08	388,13	2,42
Noeud n58	301,4	0,47	387,24	85,84
Noeud n59	341,65	1,96	386,28	44,63
Noeud n60	342,08	0,43	386,31	44,23
Noeud n61	379	2,41	388,12	9,12
Noeud n63	346,66	0,35	386,56	39,9
Noeud n64	353,42	1,1	386,56	33,14
Noeud n65	321,62	0,27	386,18	64,56
Noeud n66	282,53	0,77	384,94	102,41
Noeud n67	300,28	0,4	384,94	84,66
Noeud n74	307,32	17,27	368,11	60,79
Noeud n78	296,36	0,48	385,32	88,96
Noeud n79	295,37	0,15	385,32	89,95
Noeud n85	284,74	0,26	368,46	83,72
Noeud n86	289,88	0,18	368,46	78,58
Noeud n87	288	0,26	368,42	80,42

Suite tableau (V.9) :

Noeud n88	285,94	0,19	368,4	82,46
Noeud n89	291,97	0,25	368,38	76,41
Noeud n90	296,16	0,09	368,38	72,22
Noeud n91	290,91	0,39	368,38	77,47
Noeud n92	291,51	0,08	368,38	76,87
Noeud n97	342,15	1,91	387,29	45,14
Noeud n98	307,4	0,36	387,27	79,87
Noeud n70	285,18	0,48	384,95	99,77
Noeud n71	289,56	0,06	384,95	95,39
Noeud n73	327,97	0,64	386,18	58,21
Noeud n72	304,2	0,24	384,94	80,74
Noeud n77	383,35	1,51	388,08	4,73
Noeud n76	368,44	1,19	387,49	19,05
Noeud n75	360,56	0,29	387,48	26,92
Noeud n93	385,74	0	388,12	2,38
Noeud n96	305,03	0,36	386,28	81,25
Noeud n95	301,71	2,37	386,05	84,34
Noeud n94	269,38	1,18	388,07	118,69
Noeud n32	256,19	0,17	383,99	127,8
Noeud n16	249,95	0,41	383,99	134,04
Noeud n8	232,33	1,18	247,8	15,47
Noeud n4	226,2	1,2	248,24	22,04
Noeud n3	224,48	1,42	248,07	23,6
Noeud n7	227,87	0,56	247,92	20,05
Noeud n14	232,23	0,31	247,92	15,69
Noeud n43	228,9	1,63	247,87	18,97
Noeud n11	238,59	0,79	247,78	9,19
Noeud n33	269,22	0,5	384,74	115,52
Noeud n34	268,32	0,21	384,74	116,42
Noeud n6	226,26	0,41	248,02	21,76
Noeud n62	221,38	0,45	247,91	26,53
Noeud n68	224,15	0,07	247,91	23,76
Noeud n49	225,78	0,46	247,92	22,14
Noeud n69	226,52	0,21	247,91	21,39
Noeud n36	239,69	0,24	247,81	8,12
Noeud n9	235,48	0,4	247,79	12,31
Noeud n10	236,67	0,11	247,79	11,12
Noeud n39	238,13	0,57	247,81	9,68
Noeud n40	242,45	0,2	247,81	5,36
Noeud n18	248,36	0,26	383,99	135,63
Noeud n22	253,48	0,48	383,99	130,51
Noeud n29	262,17	0,21	383,99	121,82
Noeud n24	250,85	0,3	383,99	133,14

Suite tableau (V.9) :

Noeud n15	248,42	0,18	383,99	135,57
Noeud n13	246,21	18,51	247,48	1,27
Noeud n12	246,95	0,68	247,51	0,56
Noeud n19	280,9	1,73	384	103,1
Noeud n5	227,74	0,41	248,07	20,33
Noeud n17	235,48	1,26	383,99	148,51
Noeud 1	384,2	-44,44	388,13	3,93
Bâche B2	247,8	12,35	247,8	0
Bâche B1	251,5	-42,14	251,5	0
Réservoir R	386,12	-44,44	392,12	6

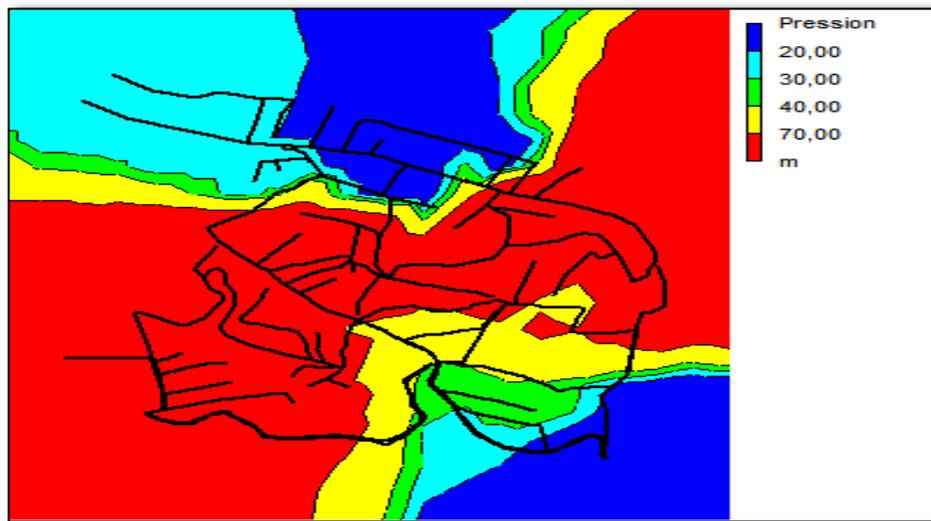


Figure (V.3) : Carte des pressions dans le réseau à l'état actuel.

V.4.2. Interprétation des résultats de la simulation à l'état actuel 2020:

A partir des résultats de simulation hydraulique du réseau de distribution de l'eau potable de la cité de BEN ACHOUR, on constate que le réseau pose de nombreux problèmes du point de vue du fonctionnement hydraulique, les anomalies à l'origine des dysfonctionnements du réseau sont aussi bien au niveau des pressions que des vitesses d'écoulement.

➤ Les pressions au sol :

Les pressions au sol observés sont importantes pour la majorité des nœuds (figure (V.3)), elles dépassent les 7 bars pour la zone 2 surtout en ce qui concerne le milieu de la cité BEN ACHOUR (la zone rouge dont la pression dépasse les 13 bars en quelques nœuds) ce qui favorise les fuites, tandis que la zone 1 ainsi que la partie la plus haute du réseau connaissent des pressions admissibles.

➤ Les vitesses d'écoulements :

Les vitesses de l'eau dans le réseau sont bien inférieures 2 m/s (la fourchette des vitesses admissibles de 0,5 à 2 m/s), mais la majorité des conduites (74%) connaît une faible vitesse inférieure à 0,5 m/s voire nulle (cas de pointe ainsi qu'en cas de pointe plus incendie) c'est-à-dire un mauvais équilibre de vitesses qui favorise les dépôts solides dans les conduites.

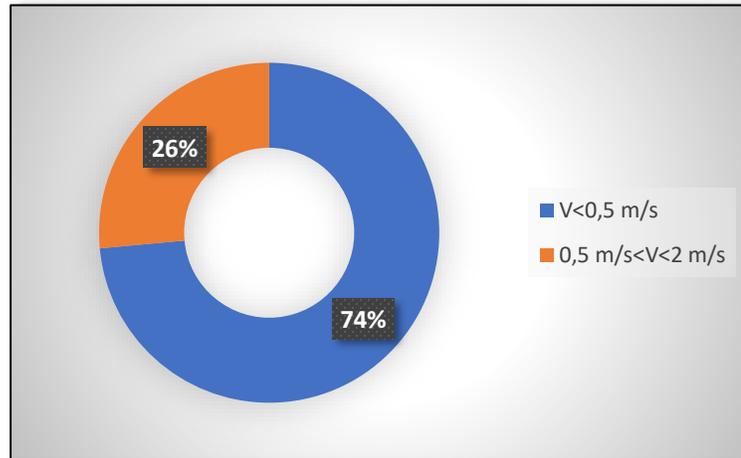


Figure (V.4) : Vitesses de l'eau dans les conduites du réseau existant

Remarque :

Puisque le réseau ne répond pas aux demandes actuelles, le diagnostic hydraulique à l'état actuel du réseau est suffisant pour décider de le réhabiliter (sans passer à l'horizon 2050) et la réhabilitation sera faite à court terme.

Conclusion :

Ce présent chapitre a étudié le réseau de distribution de l'eau potable de la cité BEN ACHOUR du point de vue de fonctionnement hydraulique d'où on constate plusieurs anomalies liées à la vitesse d'écoulement et la pression de service dues probablement au mauvais dimensionnement du réseau.

A la lumière du diagnostic physique et hydraulique, on peut résumer ses résultats en ce qui suit :

- La majorité des conduites sont vétustes (présence de l'amiante ciment)
- Surdimensionnement des conduites et de l'ouvrage de stockage
- Mauvais équilibre des vitesses et des pressions.

Ces résultats nous a conduit à opter pour la réhabilitation du réseau de distribution de la cité BEN ACHOUR afin de remédier à ces anomalies, ce qui fait l'objet du prochain chapitre.

CHAPITRE VI:

RÉHABILITATION

DU RÉSEAU DE

DISTRIBUTION

Introduction :

Les nombreuses anomalies trouvées lors de la simulation hydraulique du réseau de distribution de BEN ACHOUR causent le mauvais fonctionnement du réseau non seulement à l'horizon future mais aussi à l'état actuel.

Pour remédier à ces anomalies on opte pour la réhabilitation du réseau en introduisant des modifications nécessaires et en proposant des variantes pour en choisir la meilleure qui rend le réseau performant et capable à la desserte de la zone de BEN ACHOUR.

VI.1. Les modifications nécessaires au réseau de distribution de BEN ACHOUR :

Afin de garantir l'alimentation équilibré de la cité BEN ACOUR, il faut apporter ces modifications au réseau quel que soit la variante choisie :

- Enlever toutes les conduites anciennes en amiante ciment et celles en acier galvanisé;
- Remplacer les conduites enlevées par d'autre en en PEHD;
- Garder les conduites en PVC garantissant le bon fonctionnement;
- Changer les diamètres des conduites afin d'équilibrer le réseau en termes de pression et de vitesse.

En effet; on a deux variantes à étudier :

✚ Variante n°1 :

Comme le réservoir RV1000 m³ semble largement suffisant pour couvrir les besoins à long terme et comme l'agglomération tend à la saturation en habitants avant 2050 (selon la DRE de BLIDA), on désire unifier les deux sous-réseaux afin qu'ils s'alimentent seulement du Réservoir RV1000 m³.

✚ Variante n°2 :

Garder le réseau tel qu'il existait, c'est-à-dire de garder l'autonomie de desserte en eau pour chaque zone (zone 1 alimentée par le piquage et zone 2 alimentée par RV1000 m³).

VI.2. Choix du type des tuyaux :

Le choix nous est dicté par les critères suivants :

- Économiques (prix d'achat, frais de réalisation et d'exploitation réduits);
- Techniques (pose, stockage...);
- Disponibilité sur le marché national.

Dans notre projet, le PVC pour le renouvellement de quelques conduites en PVC et le PEHD pour le remplacement de l'ancien réseau ; le PEHD répond aux objectifs recherchés, notamment :

- La résistance aux chocs, non cassant et plus ou moins souple,
- Bonne flexibilité
- Augmente l'étanchéité du réseau.

VI.3. Étude de la première variante de réhabilitation :

Vue la complexité de gestion du réseau à cause de l'autonomie de desserte de chaque zone (haute et basse), on est orienté vers une nouvelle configuration du réseau : unifier les deux zones pour qu'elles soient alimentés uniquement par le réservoir RV1000 m³ dont la capacité semble suffisante à garantir l'alimentation de toute la zone de BEN ACHOUR.

Donc, avant tout il faut vérifier la suffisance du volume du réservoir RV1000 m³ :

VI.3.1. Vérification de la suffisance de RV1000 m³:

Le volume d'eau consommé qui va être pris en compte dans les calculs sera Q_{max,j} la somme des débits Q_{max,j (2050.zone1)} et Q_{max,j (2050.zone2)}

$$Q_{\max,j} = Q_{\max,j (2050.zone1)} + Q_{\max,j (2050.zone2)} = 2162,4 + 6187,2 = 8349,60 \text{ m}^3/\text{j}$$

En gardant le même régime de consommation et le régime de refoulement et en utilisant le tableau de calcul analytique de la capacité du réservoir du chapitre III (Tableau III.2), on aura :

$$V_u = \frac{|Reste+|+|Reste-|}{100} * Q_{\max,j} \quad \rightarrow \quad V_u = \frac{|+6,5|+|-4|}{100} * 8349,60$$

$$\rightarrow \quad V_u = \frac{10,5}{100} * 8349,60 \quad \text{Donc :} \quad V_u = 876,708 \text{ m}^3$$

$$\text{ET ;} \quad V_{\text{tot}} = V_u + V_{\text{inc}} = 876,708 + 120 \quad \rightarrow \quad V_{\text{tot}} = 996,708 \text{ m}^3$$

Donc le réservoir RV1000 m³ sera suffisant.

VI.3.2. Calcul des débits nodaux :

En suivant le même procédé de calcul que celui du chapitre précédent, on aura en cas de pointe+ incendie les résultats suivants :

Tableau (VI.1) : Détermination du débit spécifique (variante 1)

Q _{max.h} (l/s)	∑L (m)	qsp (l/s/m)
144,95	13910,18	0,0104

Tableau (VI.2) : Détermination des débits nodaux (variante 1)

Nœud	Tronçons appliqués	Longueurs Li(m)	Somme des longueurs ΣLi (m)	Débit concentré Qc (l/s)	Débit spécifique qs (l/s)	Débit nodal Qn (l/s)
n1	1_2	177,8	321,64	/	0,0104	1,68
	1_83	89,49				
	1_87	54,35				
n2	2_1	177,8	177,8	/		0,93
n3	3_4	88,94	343,64	/		1,79
	3_82	143,7				
	3_84	111				
n4	4_3	88,94	116,66	/		0,61
	4_59	13				
	4_60	14,72				
n5	5_6	105,4	603,97	17		20,15
	5_60	262,5				
	5_78	137,8				
	5_82	98,27				
n6	6_5	105,4	105,4	/		0,55
n7	7_8	19,66	222,63	/		1,16
	7_63	133,1				
	7_64	69,87				
n8	8_50	47,92	269,81	/	1,41	
	8_11	202,23				
	8_7	19,66				
n9	9_10	53,98	296,45	/	1,54	
	9_75	53,57				
	9_76	188,9				
n10	10_9	53,98	53,98	/	0,28	
n11	11_8	202,23	324,03	/	1,69	
	11_12	72,28				
	11_69	49,52				
n12	12_11	72,28	170,32	/	0,89	
	12_13	82,47				
	12_18	15,57				
n13	13_12	82,47	82,47	/	0,43	
n14	14_15	121,2	474,76	/	2,47	
	14_52	48,66				
	14_53	304,9				
n15	15_14	121,2	121,2	/	0,63	
n16	16_17	70,37	327,57	/	1,71	
	16_18	101,3				
	16_71	155,9				

Suite Tableau (VI.2)					
n17	17_16	70,37	164,62	/	0,86
	17_44	47,87			
	17_45	46,38			
n18	18_12	15,57	236,17	/	1,23
	18_16	101,3			
	18_19	119,3			
n19	19_18	119,3	558,23	/	2,91
	19_42	42,93			
	19_76	396			
n21	21_72	85,05	85,05		0,44
n22	22_23	302,1	469,58	/	2,45
	22_25	129,5			
	22_39	37,98			
n23	23_22	302,1	302,1	/	1,57
n24	24_25	273,5	273,5	/	1,43
n25	25_24	273,5	599,7	/	3,12
	25_22	129,5			
	25_39	196,7			
n28	28_67	51,04	321,92	/	1,68
	28_75	247			
	28_76	23,88			
n29	29_90	51,09	51,09	/	0,27
n30	30_31	121,05	121,05	/	0,63
n31	31_30	121,05	219,94	/	1,15
	31_33	60,32			
	31_90	38,57			
n32	32_33	125,36	125,36	/	0,65
n33	33_31	60,32	230,49	/	1,20
	33_32	125,36			
	33_35	44,81			
n34	34_35	245,34	245,34	/	1,28
n35	35_33	44,81	1661,15	/	8,66
	35_34	245,34			
	35_36	1371			
n36	36_35	1371	1371	/	7,14
n37	37_98	17,4	195,77	/	1,02
	37_100	42,67			
	37_102	135,7			
n38	38_100	41,79	41,79	/	0,22
n39	39_25	196,7	263,38	/	1,37
	39_22	37,98			
	39_40	28,7			

Suite Tableau (VI.2)					
n40	40_39	28,7	145,11	/	0,76
	40_41	43,34			
	40_42	73,07			
n41	41_40	43,34	228,92	/	1,19
	41_43	129,2			
	41_44	56,38			
n42	42_40	73,07	188,11	/	0,98
	42_19	42,93			
	42_72	72,11			
n43	43_41	129,2	129,2	/	0,67
n44	44_41	56,38	485,05	/	2,53
	44_17	47,87			
	44_51	380,8			
n45	45_17	46,38	46,38	/	0,24
n50	50_8	47,92	92,9	/	0,48
	50_52	18,83			
	50_71	26,15			
n51	51_44	380,8	622,12	/	3,24
	51_52	141,8			
	51_71	99,52			
n52	52_14	48,66	209,29	/	1,09
	52_50	18,83			
	52_51	141,8			
n53	53_14	304,9	686,8	/	3,58
	53_54	155,6			
	53_55	226,3			
n54	54_53	155,6	615,4	/	3,21
	54_58	222,2			
	54_62	237,6			
n55	55_53	226,3	595,6	/	3,10
	55_56	188,7			
	55_85	180,6			
n56	56_55	188,7	362,15	/	1,89
	56_57	97,8			
	56_58	75,65			
n57	57_56	97,8	97,8	/	0,51
n58	58_54	222,2	343,37	/	1,79
	58_56	75,65			
	58_59	45,52			
n59	59_4	13	288,02	/	1,50
	59_58	45,52			
	59_81	229,5			

Suite Tableau (VI.2)

n60	60_4	14,72	442,52	/	2,31
	60_5	262,5			
	60_61	165,3			
n61	61_60	165,3	165,3	/	0,86
n62	62_54	237,6	647,96	/	3,38
	62_64	48,86			
	62_69	361,5			
n63	63_7	133,1	133,1	/	0,69
n64	64_7	69,87	250,63	/	1,31
	64_62	48,86			
	64_65	131,9			
n65	65_64	131,9	131,9	/	0,69
n66	66_67	111,11	111,11	/	0,58
n67	67_28	51,04	196,39	/	1,02
	67_66	111,11			
	67_78	34,24			
n69	69_11	49,52	466,42	/	2,43
	69_75	55,4			
	69_62	361,5			
n71	71_16	155,9	281,57	/	1,47
	71_50	26,15			
	71_51	99,52			
n72	72_21	85,05	188,12	/	0,98
	72_42	71,11			
	72_73	31,96			
n73	73_72	31,96	31,96	/	0,17
n75	75_9	53,57	355,97	/	1,85
	75_28	247			
	75_69	55,4			
n76	76_9	188,9	608,78	/	3,17
	76_19	396			
	76_28	23,88			
n77	77_78	76,48	76,48	/	0,40
n78	78_5	137,8	248,52	/	1,29
	78_67	34,24			
	78_77	76,48			
n81	81_59	229,5	229,5	/	1,20
n82	82_3	143,7	331,99	/	1,73
	82_5	98,27			
	82_83	90,02			
n83	83_1	89,49	218,71	/	1,14
	83_82	90,02			
	83_84	39,2			

Suite Tableau (VI.2)

n84	84_3	111	430,3	/	2,24
	84_83	39,2			
	84_85	280,1			
n85	85_84	280,1	515,79	/	2,69
	85_55	180,6			
	85_86	55,09			
n86	86_85	55,09	449,29	/	2,34
	86_87	293,3			
	86_88	100,9			
n87	87_86	293,3	692,15	/	3,61
	87_1	54,35			
	87_88	344,5			
n88	88_87	344,5	505,99	/	2,64
	88_86	100,9			
	88_89	60,59			
n89	89_88	60,59	60,59	/	0,32
n90	90_29	51,09	513,76	/	2,68
	90_31	38,57			
	90_91	424,1			
n91	91_90	424,1	943,9	/	4,92
	91_103	103,3			
	91_93	416,5			
n93	93_91	416,5	734,81	/	3,83
	93_95	23,51			
	93_94	294,8			
n94	94_93	294,8	294,8	/	1,54
n95	95_93	23,51	132,87	/	0,69
	95_98	18,37			
	95_96	90,99			
n96	96_95	90,99	90,99	/	0,47
n98	98_95	18,37	132,69	/	0,69
	98_37	17,4			
	98_99	96,92			
n99	99_98	96,92	96,92	/	0,51
n100	100_37	41,79	133,63	/	0,70
	100_101	49,17			
	100_38	42,67			
n101	101_100	49,17	49,17	/	0,26
n102	102_37	135,7	135,7	/	0,71
n103	103_91	103,3	103,3	/	0,54

VI.3.3. Prédimensionnement du réseau selon la variante 1:

Le dimensionnement doit se faire dans le respect de ces deux normes :

- Vitesse d'écoulement varie entre 0,5 et 2 m/s.
- Pression de service doit être supérieure à 10 mCE et à ne pas dépasser 70 mCE.

Connaissant les débits max qui doivent circuler dans les conduites principales, conduites secondaires et conduites tertiaires, on a ainsi pu évaluer les diamètres de ces types de conduites.

On a opté pour des canalisations PEHD 10 bars et PVC 10 bars dont les diamètres qu'on a trouvés varient entre 50 et 500 mm

VI.3.4. Résultats de la simulation hydraulique du réseau en cas de pointe plus incendie :

Les résultats de la simulation qu'on a lancé après avoir introduire les diamètres des conduites ainsi que les débits nodaux se figurent dans la figure (VI.1) ; ainsi que les tableaux (VI.3) et (VI.4) qui montrent l'état des nœuds et des conduites.

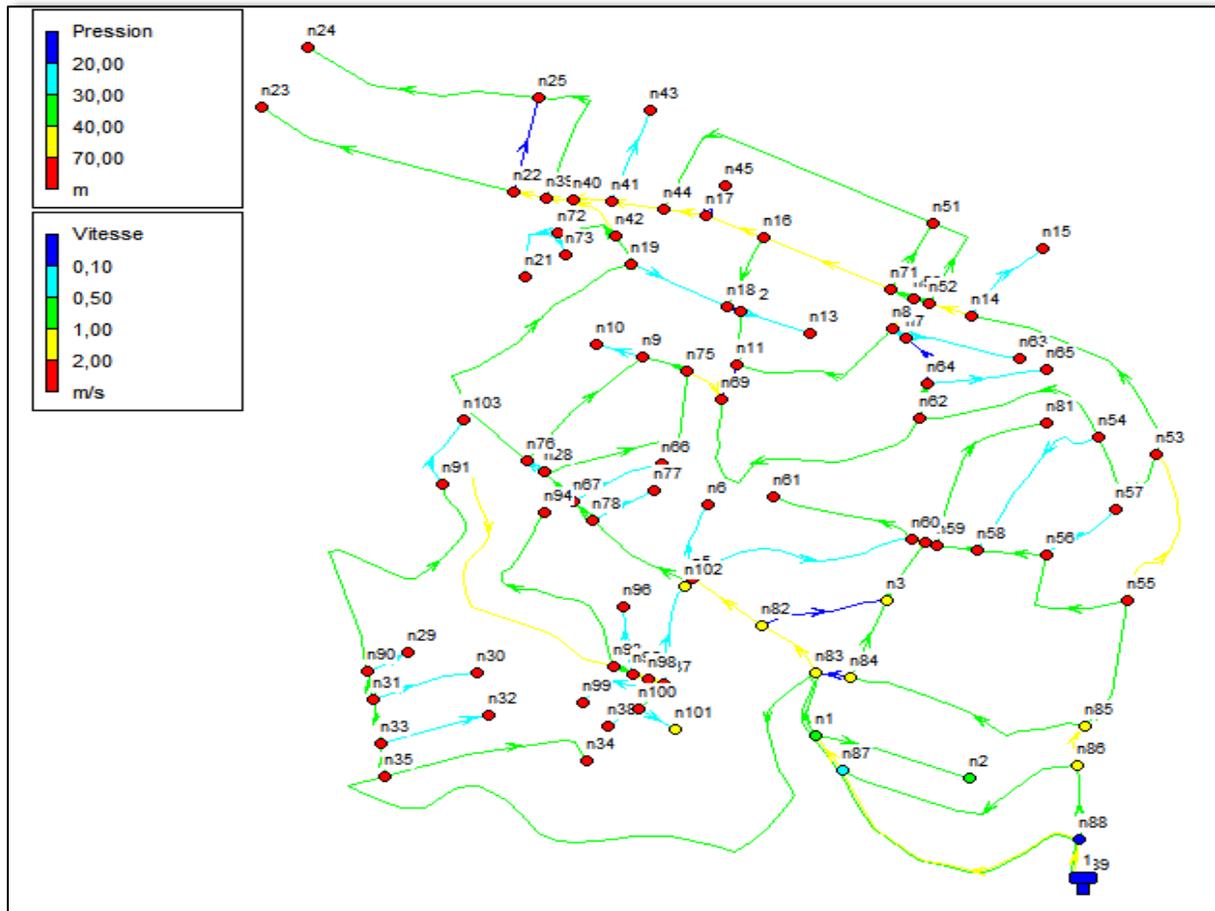


Figure (VI.1) : État du réseau en cas de pointe+incendie. (Variante1)

Tableau (VI.3) : État des nœuds du réseau en cas de pointe+incendie (variante 1)

	Altitude	Demande	Charge	Pression
ID Noeud	m	LPS	mce	mce
Noeud n1	352,92	1,68	384,75	31,83
Noeud n2	346,93	0,93	382,89	35,96
Noeud n3	321,21	1,79	384,1	62,89
Noeud n4	301,4	0,61	383,65	82,25
Noeud n5	307	20,15	383,7	76,7
Noeud n6	288,09	0,55	383,26	95,17
Noeud n7	253,63	1,16	382,2	128,57
Noeud n8	250,63	1,41	382,23	131,6
Noeud n9	265,77	1,54	381,81	116,04
Noeud n10	268,55	0,28	381,74	113,19
Noeud n11	252,82	1,69	380,66	127,84
Noeud n12	239,77	0,89	380,25	140,48
Noeud n13	242,78	0,43	380,02	137,24
Noeud n14	253,77	2,47	384,72	130,95
Noeud n15	248,66	0,63	384,08	135,42
Noeud n16	238,69	1,71	381,83	143,14
Noeud n17	235,54	0,86	380,41	144,87
Noeud n18	223,08	1,23	380,25	157,17
Noeud n19	229,09	2,91	380,4	151,31
Noeud n21	226,7	0,44	379,24	152,54
Noeud n22	226,02	2,45	375,32	149,3
Noeud n23	217,65	1,57	372,66	155,01
Noeud n24	218,73	1,43	373,22	154,49
Noeud n25	224,56	3,12	375,26	150,7
Noeud n28	279,97	1,68	383,37	103,4
Noeud n29	264,62	0,27	384,76	120,14
Noeud n30	266,76	0,63	384,72	117,96
Noeud n31	267,82	1,15	384,91	117,09
Noeud n32	282,33	0,65	384,24	101,91
Noeud n33	275,83	1,2	385,05	109,22
Noeud n34	288,84	1,28	383,86	95,02
Noeud n35	282,6	8,66	385,18	102,58
Noeud n36	379,76	7,14	387,74	7,98
Noeud n37	290,91	1,02	366,54	75,63
Noeud n38	291,51	0,22	365,71	74,2
Noeud n39	227,71	1,37	377,23	149,52
Noeud n40	226,33	0,76	377,7	151,37
Noeud n41	228,25	1,19	378,79	150,54
Noeud n42	225,64	0,98	380,13	154,49
Noeud n43	231,57	0,67	378,03	146,46
Noeud n44	232,13	2,53	379,6	147,47

Suite Tableau (VI.3) :

Noeud n45	236,73	0,24	380,4	143,67
Noeud n50	246,38	0,48	384,4	138,02
Noeud n51	246,09	3,24	383,54	137,45
Noeud n52	249,82	1,09	384,47	134,65
Noeud n53	269,32	3,58	385,38	116,06
Noeud n54	281,02	3,21	384,9	103,88
Noeud n55	305,14	3,1	386,38	81,24
Noeud n56	291,31	1,89	384,53	93,22
Noeud n57	280,85	0,51	384,41	103,56
Noeud n58	305,16	1,79	383,54	78,38
Noeud n59	301,34	1,5	383,17	81,83
Noeud n60	301,56	2,31	382,67	81,11
Noeud n61	289,32	0,86	381,15	91,83
Noeud n62	273,96	3,38	382,94	108,98
Noeud n63	262,19	0,69	381,37	119,18
Noeud n64	265,41	1,31	382,21	116,8
Noeud n65	262,19	0,69	381,39	119,2
Noeud n66	286,91	0,58	382,93	96,02
Noeud n67	251,92	1,02	383,44	131,52
Noeud n69	264,66	2,43	380,66	116
Noeud n71	246,48	1,47	384,34	137,86
Noeud n72	221,41	0,98	379,48	158,07
Noeud n73	224,42	0,17	379,46	155,04
Noeud n75	269,21	1,85	382,46	113,25
Noeud n76	275,33	3,17	383,36	108,03
Noeud n77	295,63	0,4	383,3	87,67
Noeud n78	296,67	1,29	383,48	86,81
Noeud n81	293,22	1,2	379,39	86,17
Noeud n82	328	1,73	384,12	56,12
Noeud n83	341,76	1,14	384,59	42,83
Noeud n84	341,59	2,24	384,6	43,01
Noeud n85	342,8	2,69	386,73	43,93
Noeud n86	346,34	2,34	386,89	40,55
Noeud n87	355,51	3,61	385,08	29,57
Noeud n88	376,1	2,68	386,99	10,89
Noeud n89	379,76	0,32	387,15	7,39
Noeud n90	264,32	2,68	384,83	120,51
Noeud n91	260,35	4,92	384,18	123,83
Noeud n93	281,18	3,83	367,99	86,81
Noeud n94	287,92	1,54	365,8	77,88
Noeud n95	284,94	0,69	367,73	82,79
Noeud n96	290,07	0,47	367,39	77,32
Noeud n98	288,12	0,69	366,95	78,83
Noeud n99	285,91	0,51	366,53	80,62

Suite Tableau (VI.3) :

Noeud n100	291,97	0,7	365,75	73,78
Noeud n101	296,16	0,26	365,68	69,52
Noeud n102	307	0,71	365,51	58,51
Noeud n103	262,32	0,54	383,69	121,37
Réservoir 1	386,12	-162,05	392,12	6

Tableau (VI.4) : État des conduites du réseau en cas de pointe+incendie (variante 1)

	Matériau	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	Pert. Charge Unit.	État
ID Arc	type	m	mm	mm	LPS	m/s	m/km	
Tuyau p1	PEHD	177,8	44	0,0015	0,93	0,61	10,49	Ouvert
Tuyau p2	PEHD	88,94	96,8	0,0015	5,15	0,7	5,04	Ouvert
Tuyau p3	PEHD	105,4	44	0,0015	0,55	0,36	4,18	Ouvert
Tuyau p4	PEHD	19,66	79,2	0,0015	-1,74	0,35	1,92	Ouvert
Tuyau p5	PEHD	53,98	44	0,0015	0,28	0,18	1,3	Ouvert
Tuyau p6	PEHD	72,28	55,4	0,0015	1,23	0,51	5,73	Ouvert
Tuyau p7	PEHD	82,47	44	0,0015	0,43	0,28	2,72	Ouvert
Tuyau p8	PEHD	121,2	44	0,0015	0,63	0,41	5,3	Ouvert
Tuyau p9	PEHD	70,37	96,8	0,0015	11,16	1,52	20,21	Ouvert
Tuyau p10	PEHD	119,3	44	0,0015	-0,28	0,19	1,32	Ouvert
Tuyau p12	PEHD	302,1	55,4	0,0015	1,57	0,65	8,81	Ouvert
Tuyau p13	PEHD	273,5	55,4	0,0015	-1,43	0,59	7,47	Ouvert
Tuyau p19	PVC	1371	237,6	0,0015	-32,62	0,74	1,86	Ouvert
Tuyau p21	PEHD	129,5	44	0,0015	-0,15	0,1	0,43	Ouvert
Tuyau p22	PEHD	196,7	79,2	0,0015	-4,4	0,89	9,97	Ouvert
Tuyau p23	PEHD	37,98	55,4	0,0015	-4,17	1,73	50,19	Ouvert
Tuyau p24	PEHD	28,7	96,8	0,0015	-9,94	1,35	16,4	Ouvert
Tuyau p25	PEHD	43,34	79,2	0,0015	-7,39	1,5	25,23	Ouvert
Tuyau p26	PEHD	73,07	55,4	0,0015	-3,31	1,37	33,27	Ouvert
Tuyau p27	PEHD	129,2	44	0,0015	-0,67	0,44	5,9	Ouvert
Tuyau p28	PEHD	56,38	96,8	0,0015	-9,25	1,26	14,4	Ouvert
Tuyau p29	PEHD	47,87	96,8	0,0015	-10,06	1,37	16,76	Ouvert
Tuyau p30	PEHD	46,38	79,2	0,0015	0,24	0,05	0,06	Ouvert
Tuyau p34	PEHD	141,8	79,2	0,0015	-3,47	0,71	6,53	Ouvert
Tuyau p35	PEHD	18,83	176,2	0,0015	-21,27	0,87	3,63	Ouvert
Tuyau p36	PEHD	48,66	176,2	0,0015	-25,84	1,06	5,16	Ouvert
Tuyau p38	PEHD	155,6	141	0,0015	-10,63	0,68	3,04	Ouvert
Tuyau p41	PEHD	97,8	55,4	0,0015	0,51	0,21	1,23	Ouvert
Tuyau p42	PEHD	75,65	55,4	0,0015	1,96	0,82	13,11	Ouvert
Tuyau p43	PEHD	45,52	44	0,0015	0,8	0,53	8,1	Ouvert
Tuyau p44	PEHD	13	44	0,0015	-1,9	1,25	37,09	Ouvert

Suite Tableau (VI.4) :

Tuyau p45	PEHD	14,72	44	0,0015	2,64	1,74	66,9	Ouvert
Tuyau p46	PEHD	165,3	44	0,0015	0,86	0,57	9,14	Ouvert
Tuyau p47	PEHD	237,6	96,8	0,0015	6,79	0,92	8,27	Ouvert
Tuyau p48	PEHD	133,1	44	0,0015	0,69	0,45	6,21	Ouvert
Tuyau p49	PEHD	69,87	44	0,0015	-0,11	0,07	0,22	Ouvert
Tuyau p50	PEHD	131,9	44	0,0015	0,69	0,45	6,21	Ouvert
Tuyau p51	PEHD	48,86	55,4	0,0015	-2,11	0,88	14,9	Ouvert
Tuyau p54	PEHD	49,52	176,2	0,0015	-2,14	0,09	0,06	Ouvert
Tuyau p56	PEHD	47,92	55,4	0,0015	3,93	1,63	45,24	Ouvert
Tuyau p58	PEHD	101,3	44	0,1	-1,04	0,68	15,61	Ouvert
Tuyau p60	PEHD	31,96	44	0,0015	0,17	0,11	0,55	Ouvert
Tuyau p61	PEHD	72,11	55,4	0,0015	-1,59	0,66	9,01	Ouvert
Tuyau p62	PEHD	42,93	96,8	0,0015	5,88	0,8	6,4	Ouvert
Tuyau p64	PEHD	55,4	55,4	0,0015	-3,27	1,36	32,46	Ouvert
Tuyau p65	PEHD	53,57	44	0,0015	1,01	0,66	12,14	Ouvert
Tuyau p66	PEHD	188,9	44	0,0015	-0,81	0,53	8,22	Ouvert
Tuyau p67	PEHD	23,88	220,4	0,0015	-13,05	0,34	0,52	Ouvert
Tuyau p68	PEHD	247	110,2	0,0015	6,13	0,64	3,7	Ouvert
Tuyau p70	PEHD	137,8	220,4	0,0015	24,15	0,63	1,56	Ouvert
Tuyau p71	PEHD	262,5	44	0,0015	-0,53	0,35	3,93	Ouvert
Tuyau p74	PEHD	222,2	44	0,0015	0,63	0,41	6,15	Ouvert
Tuyau p75	PEHD	229,5	44	0,0015	1,2	0,79	16,45	Ouvert
Tuyau p76	PEHD	90,02	220,4	0,0015	-47,2	1,24	5,23	Ouvert
Tuyau p77	PEHD	39,2	44	0,0015	-0,08	0,05	0,19	Ouvert
Tuyau p79	PEHD	280,1	110,2	0,0015	-9,17	0,96	7,62	Ouvert
Tuyau p81	PEHD	55,09	277,6	0,0015	-62,47	1,03	2,86	Ouvert
Tuyau p82	PEHD	293,3	96,2	0,0015	5,68	0,78	6,19	Ouvert
Tuyau p83	PEHD	54,35	220,4	0,0015	50,87	1,33	5,98	Ouvert
Tuyau p84	PEHD	89,49	277,6	0,0015	48,26	0,8	1,79	Ouvert
Tuyau p85	PEHD	100,9	363,7	0,0015	-70,49	0,68	0,97	Ouvert
Tuyau p86	PEHD	344,5	220,4	0,0015	48,8	1,28	5,55	Ouvert
Tuyau p87	PEHD	60,59	363,7	0,0015	-121,97	1,17	2,62	Ouvert
Tuyau p88	PEHD	361,5	55,4	0,0015	1,3	0,54	6,3	Ouvert
Tuyau p89	PEHD	424,1	190,2	0,0015	16,1	0,57	1,52	Ouvert
Tuyau p91	PEHD	294,8	57	0,0015	1,54	0,6	7,43	Ouvert
Tuyau p92	PVC	23,51	83	0,0015	5,27	0,97	10,99	Ouvert
Tuyau p93	PVC	90,99	42,6	0,0015	0,47	0,33	3,71	Ouvert
Tuyau p95	PVC	17,4	57	0,0015	2,91	1,14	23,02	Ouvert

Suite Tableau (VI.4) :

Tuyau p96	PVC	96,92	42,6	0,0015	0,51	0,36	4,27	Ouvert
Tuyau p98	PVC	49,17	42,6	0,0015	0,26	0,18	1,33	Ouvert
Tuyau p100	PVC	135,7	42,6	0,0015	0,71	0,5	7,62	Ouvert
Tuyau p55	PVC	202,23	44	0,0015	0,78	0,52	7,78	Ouvert
Tuyau p11	PVC	85,05	44	0,0015	0,44	0,29	2,84	Ouvert
Tuyau p32	PVC	396	110,2	0,0015	-9,08	0,95	7,47	Ouvert
Tuyau p31	PVC	51,04	220,4	0,0015	-20,86	0,55	1,2	Ouvert
Tuyau p33	PVC	111,11	44	0,0015	0,58	0,38	4,59	Ouvert
Tuyau p102	PVC	51,09	42,6	0,0015	-0,27	0,19	1,42	Ouvert
Tuyau p103	PVC	38,57	190,2	0,0015	-19,05	0,67	2,06	Ouvert
Tuyau p104	PVC	121,05	57	0,0015	0,63	0,25	1,55	Ouvert
Tuyau p105	PVC	60,32	190,2	0,0015	-20,83	0,73	2,42	Ouvert
Tuyau p106	PVC	125,36	42,6	0,0015	0,65	0,46	6,52	Ouvert
Tuyau p107	PVC	44,81	190,2	0,0015	-22,68	0,8	2,82	Ouvert
Tuyau p108	PVC	245,34	57	0,0015	1,28	0,5	5,36	Ouvert
Tuyau p20	PVC	42,67	42,6	0,0015	1,18	0,83	18,63	Ouvert
Tuyau p109	PVC	41,79	42,6	0,0015	0,22	0,15	1	Ouvert
Tuyau p16	PEHD	380,8	55,4	0,0015	-1,72	0,71	10,35	Ouvert
Tuyau p15	PEHD	26,15	176,2	0,0015	-16,86	0,69	2,39	Ouvert
Tuyau p14	PEHD	99,52	55,4	0,0015	-1,49	0,62	7,99	Ouvert
Tuyau p17	PEHD	76,48	44	0,0015	0,4	0,26	2,4	Ouvert
Tuyau p18	PEHD	143,7	44	0,0015	-0,08	0,05	0,16	Ouvert
Tuyau p53	PEHD	103,3	42,6	0,0015	0,54	0,38	4,72	Ouvert
Tuyau p69	PEHD	416,5	83	0,0015	10,64	1,97	38,88	Ouvert
Tuyau p72	PEHD	18,37	57	0,0015	-4,11	1,61	42,71	Ouvert
Tuyau p73	PEHD	111	110,2	0,0015	6,85	0,72	4,51	Ouvert
Tuyau p78	PEHD	15,57	96,8	0,0015	-0,09	0,01	0	Ouvert
Tuyau p90	PEHD	188,7	79,2	0,0015	4,36	0,89	9,82	Ouvert
Tuyau p94	PEHD	34,24	220,4	0,0015	22,46	0,59	1,37	Ouvert
Tuyau p39	PEHD	226,3	220,4	0,0015	43,14	1,13	4,44	Ouvert
Tuyau p97	PEHD	304,9	220,4	0,0015	28,94	0,76	2,16	Ouvert
Tuyau p99	PEHD	155,9	110,2	0,0015	13,9	1,46	16,11	Ouvert
Tuyau p110	PEHD	180,56	277,6	0,0015	50,61	0,84	1,95	Ouvert
Tuyau p111	PEHD	87,27	220,4	0,0015	45,38	1,19	4,87	Ouvert

VI.3.5. Discussion des résultats de la simulation hydraulique du réseau en cas de pointe plus incendie :

Les résultats de la simulation qu'on a lancé après avoir introduire les diamètres des conduites ainsi que les débits nodaux en cas de pointe plus incendie se résument en ce qui suit :

- La vitesse des écoulements est inférieure à 2 m/s et supérieure à 0,5 m/s pour la majorité des conduites (plus que 67% dans la partie basse et partie haute; mais 33% des valeurs de vitesse sont inférieurs à 0,5m/s (Figure VI.3);
- Vitesse de l'écoulement entre le réservoir et le premier nœud du réseau : dans ce tronçon on observe que la vitesse est toujours inférieure à 2m/s (elle vaut 0,74 m/s);

- La pression est supérieure à 10 mCE en tout point du réseau ,mais elle dépasse la pression admissibles (70 mCE) dans la partie basse du réseau ainsi que la moitié de la partie haute (elle atteint 15 bars en certains points) ;
- La pression au point le plus bas du réseau :la pression est toujours supérieure à la pression maximale admissible (155,01 mCE).

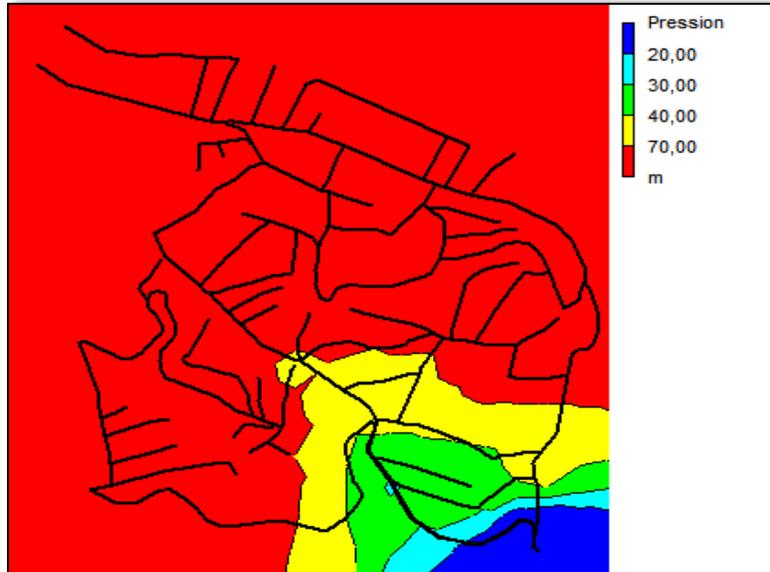


Figure (VI.2) : carte des pressions dans le réseau (variante 1)

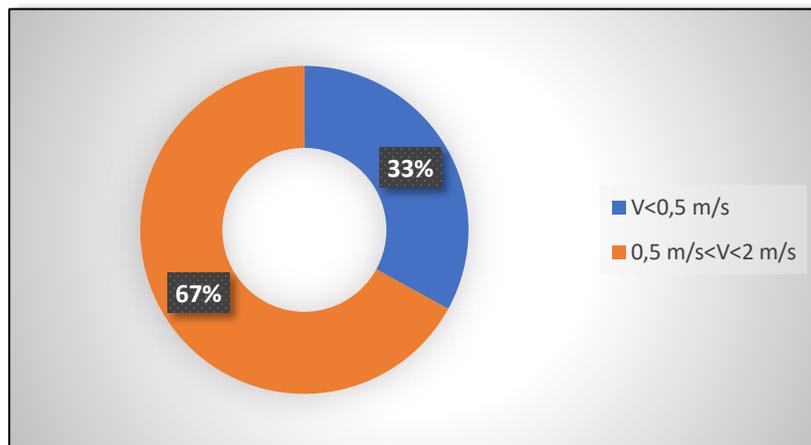


Figure (VI.3) : Vitesse de l'eau dans les conduites du réseau selon la première variante

Les résultats de la simulation hydraulique en cas de pointe selon la première variante sont détaillés dans des tableaux en annexe.

On peut dire que le réseau est équilibré en termes de vitesse, et pour parer aux problèmes de fortes pressions, il faut équiper le réseau par des réducteurs de pression dont les caractéristiques sont fixées selon la pression voulu et le diamètre de la conduite, les résultats sont illustrés dans la figure (VI.4).

VI.3.6. Modification du réseau :

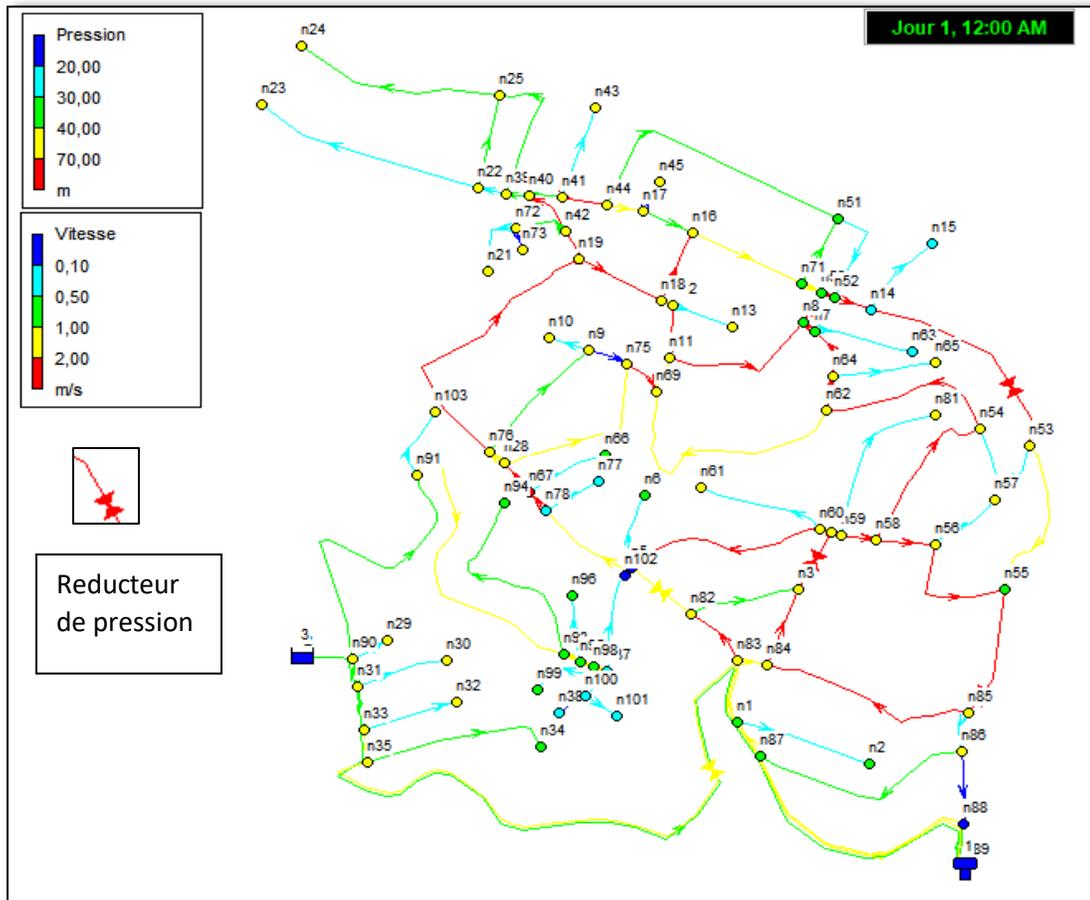


Figure (VI.4) : État du réseau après modification (variante 1) en cas de pointe plus incendie

Tableau (VI.5) : État des nœuds du réseau (Variante 1) en cas de pointe plus incendie

	Altitude	Demande	Charge	Pression
ID Noeud	m	LPS	mce	mce
Noeud n1	352,92	1,68	386,7	33,78
Noeud n2	346,93	0,93	386,08	39,15
Noeud n3	321,21	1,79	383,28	62,07
Noeud n4	301,4	0,61	353,28	51,88
Noeud n5	307	20,15	325,52	18,52
Noeud n6	288,09	0,55	325,37	37,28
Noeud n7	253,63	1,16	287,63	34
Noeud n8	250,63	1,41	283,67	33,04
Noeud n9	265,77	1,54	319,99	54,22
Noeud n10	268,55	0,28	319,97	51,42
Noeud n11	252,82	1,69	317,97	65,15
Noeud n12	239,77	0,89	287,32	47,55

Suite Tableau (VI.5) :

Noeud n13	242,78	0,43	287,24	44,46
Noeud n14	253,77	2,47	278,68	24,91
Noeud n15	248,66	0,63	278,46	29,8
Noeud n16	238,69	1,71	283,39	44,7
Noeud n17	235,54	0,86	283,66	48,12
Noeud n18	223,08	1,23	286,95	63,87
Noeud n19	229,09	2,91	294,79	65,7
Noeud n21	226,7	0,44	289,84	63,14
Noeud n22	226,02	2,45	287,27	61,25
Noeud n23	217,65	1,57	287,17	69,52
Noeud n24	218,73	1,43	284,22	65,49
Noeud n25	224,56	3,12	286,26	61,7
Noeud n28	279,97	1,68	322,54	42,57
Noeud n29	264,62	0,27	327,43	62,81
Noeud n30	266,76	0,63	327,35	60,59
Noeud n31	267,82	1,15	327,54	59,72
Noeud n32	282,33	0,65	327,5	45,17
Noeud n33	275,83	18,2	327,7	51,87
Noeud n34	288,84	1,28	326,79	37,95
Noeud n35	282,6	8,66	328,11	45,51
Noeud n36	379,76	7,14	388,11	8,35
Noeud n37	290,91	1,02	319,11	28,2
Noeud n38	291,51	0,22	318,9	27,39
Noeud n39	227,71	1,37	287,3	59,59
Noeud n40	226,33	0,76	287,38	61,05
Noeud n41	228,25	1,19	287,31	59,06
Noeud n42	225,64	0,98	290,57	64,93
Noeud n43	231,57	0,67	287,06	55,49
Noeud n44	232,13	2,53	284,13	52
Noeud n45	236,73	0,24	283,66	46,93
Noeud n50	246,38	0,48	280,8	34,42
Noeud n51	246,09	3,24	280,73	34,64
Noeud n52	249,82	1,09	280,21	30,39
Noeud n53	269,32	3,58	338,68	69,36
Noeud n54	281,02	3,21	338,59	57,57
Noeud n55	305,14	3,1	338,06	32,92
Noeud n56	291,31	1,89	349,78	58,47
Noeud n57	280,85	0,51	349,66	68,81
Noeud n58	305,16	1,79	351,44	46,28
Noeud n59	301,34	1,5	352,86	51,52
Noeud n60	301,56	2,31	352,88	51,32
Noeud n61	289,32	0,86	352,37	63,05
Noeud n62	273,96	3,38	326,23	52,27
Noeud n63	262,19	0,69	287,35	25,16

Suite Tableau (VI.5) :

Noeud n64	265,41	1,31	307,4	41,99
Noeud n65	262,19	0,69	307,12	44,93
Noeud n66	286,91	0,58	323,65	36,74
Noeud n67	251,92	1,02	323,68	71,76
Noeud n69	264,66	2,43	318,45	53,79
Noeud n71	246,48	1,47	281,12	34,64
Noeud n72	221,41	0,98	289,92	68,51
Noeud n73	224,42	0,17	289,91	65,49
Noeud n75	269,21	1,85	319,99	50,78
Noeud n76	275,33	3,17	322,32	46,99
Noeud n77	295,63	0,4	324,4	28,77
Noeud n78	296,67	1,29	324,46	27,79
Noeud n81	293,22	1,2	351,6	58,38
Noeud n82	328	1,73	385,52	57,52
Noeud n83	341,76	1,14	386,4	44,64
Noeud n84	341,59	2,24	384,68	43,09
Noeud n85	342,8	2,69	388,06	45,26
Noeud n86	346,34	2,34	388,04	41,7
Noeud n87	355,51	3,61	386,87	31,36
Noeud n88	376,1	2,68	388,04	11,94
Noeud n89	379,76	0,32	388,1	8,34
Noeud n90	264,32	2,68	327,44	63,12
Noeud n91	260,35	4,92	326,7	66,35
Noeud n93	281,18	3,83	320,58	39,4
Noeud n94	287,92	1,54	318,39	30,47
Noeud n95	284,94	0,69	320,29	35,35
Noeud n96	290,07	0,47	320,21	30,14
Noeud n98	288,12	0,69	319,51	31,39
Noeud n99	285,91	0,51	319,4	33,49
Noeud n100	291,97	0,7	318,91	26,94
Noeud n101	296,16	0,26	318,89	22,73
Noeud n102	307	0,71	318,85	11,85
Noeud n103	262,32	0,54	326,58	64,26
Reservoir 1	386,12	-128,05	392,12	6

Tableau (VI.6) : État des conduites du réseau (variante 1)

	Matériau	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	Pert. Charge Unit.	État
ID Arc	Type	m	mm	mm	LPS	m/s	m/km	
Tuyau p1	PEHD	177,8	55,4	0,0015	0,93	0,39	3,5	Ouvert
Tuyau p3	PEHD	105,4	55,4	0,0015	0,55	0,23	1,4	Ouvert
Tuyau p4	PEHD	19,66	55,4	0,0015	8,99	3,73	201,22	Ouvert
Tuyau p5	PEHD	53,98	55,4	0,0015	0,28	0,12	0,44	Ouvert
Tuyau p6	PEHD	72,28	55,4	0,0015	13,52	5,61	424,14	Ouvert
Tuyau p7	PEHD	82,47	55,4	0,0015	0,43	0,18	0,92	Ouvert
Tuyau p8	PEHD	121,2	55,4	0,0015	0,63	0,26	1,78	Ouvert
Tuyau p9	PEHD	70,37	110,2	0,0015	-6,33	0,66	3,92	Ouvert
Tuyau p10	PEHD	119,3	110,2	0,0015	-30,17	3,16	65,72	Ouvert
Tuyau p12	PEHD	302,1	110,2	0,0015	1,57	0,16	0,33	Ouvert
Tuyau p13	PEHD	273,5	55,4	0,0015	-1,43	0,59	7,47	Ouvert
Tuyau p21	PEHD	129,5	55,4	0,0015	-1,46	0,61	7,77	Ouvert
Tuyau p22	PEHD	196,7	79,2	0,0015	-3,09	0,63	5,3	Ouvert
Tuyau p23	PEHD	37,98	141	0,0015	-5,48	0,35	0,93	Ouvert
Tuyau p24	PEHD	28,7	141	0,0015	-9,94	0,64	2,7	Ouvert
Tuyau p25	PEHD	43,34	176,2	0,0015	13,4	0,55	1,58	Ouvert
Tuyau p26	PEHD	73,07	110,2	0,0015	-24,1	2,53	43,65	Ouvert
Tuyau p27	PEHD	129,2	55,4	0,0015	-0,67	0,28	1,98	Ouvert
Tuyau p28	PEHD	56,38	79,2	0,0015	11,54	2,34	56,46	Ouvert
Tuyau p29	PEHD	47,87	96,8	0,0015	7,43	1,01	9,72	Ouvert
Tuyau p30	PEHD	46,38	79,2	0,0015	0,24	0,05	0,06	Ouvert
Tuyau p34	PEHD	141,8	55,4	0,0015	0,96	0,4	3,68	Ouvert
Tuyau p35	PEHD	18,83	176,2	0,0015	69,91	2,87	31,5	Ouvert
Tuyau p36	PEHD	48,66	176,2	0,0015	69,77	2,86	31,38	Ouvert
Tuyau p38	PEHD	155,6	110,2	0,0015	-2,08	0,22	0,55	Ouvert
Tuyau p41	PEHD	97,8	55,4	0,0015	0,51	0,21	1,23	Ouvert
Tuyau p42	PEHD	75,65	220,4	0,0015	-103,67	2,72	21,93	Ouvert
Tuyau p43	PEHD	45,52	220,4	0,0015	-125,4	3,29	31,08	Ouvert
Tuyau p44	PEHD	13	220,4	0,0015	-128,1	3,36	32,32	Ouvert
Tuyau p45	PEHD	14,72	96,8	0,0015	13,13	1,78	27,12	Ouvert
Tuyau p46	PEHD	165,3	55,4	0,0015	0,86	0,36	3,05	Ouvert
Tuyau p47	PEHD	237,6	96,8	0,0015	18,81	2,56	52,03	Ouvert
Tuyau p48	PEHD	133,1	55,4	0,0015	0,69	0,29	2,08	Ouvert

Suite Tableau (VI.6)

Tuyau p49	PEHD	69,87	55,4	0,0015	-10,84	4,5	282,93	Ouvert
Tuyau p50	PEHD	131,9	55,4	0,0015	0,69	0,29	2,08	Ouvert
Tuyau p51	PEHD	48,86	55,4	0,0015	-12,84	5,32	385,45	Ouvert
Tuyau p54	PEHD	49,52	176,2	0,0015	-36,34	1,49	9,56	Ouvert
Tuyau p56	PEHD	47,92	110,2	0,0015	-28,7	3,01	60	Ouvert
Tuyau p58	PEHD	101,3	141	0,0015	41,15	2,64	35,15	Ouvert
Tuyau p60	PEHD	31,96	55,4	0,0015	0,17	0,07	0,19	Ouvert
Tuyau p61	PEHD	72,11	55,4	0,0015	-1,59	0,66	9,01	Ouvert
Tuyau p62	PEHD	42,93	96,8	0,0015	26,67	3,62	98,26	Ouvert
Tuyau p64	PEHD	55,4	141	0,0015	-36,18	2,32	27,8	Ouvert
Tuyau p65	PEHD	53,57	55,4	0,0015	-0,08	0,03	0,04	Ouvert
Tuyau p66	PEHD	188,9	55,4	0,0015	-1,9	0,79	12,34	Ouvert
Tuyau p67	PEHD	23,88	220,4	0,0015	-64,82	1,7	9,3	Ouvert
Tuyau p68	PEHD	247	176,2	0,0015	37,95	1,56	10,34	Ouvert
Tuyau p70	PEHD	137,8	277,6	0,0015	107,74	1,78	7,71	Ouvert
Tuyau p71	PEHD	262,5	64	0,0015	9,96	2,91	104,21	Ouvert
Tuyau p74	PEHD	222,2	96,8	0,0015	-19,94	2,71	57,83	Ouvert
Tuyau p75	PEHD	229,5	55,4	0,0015	1,2	0,5	5,48	Ouvert
Tuyau p76	PEHD	90,02	277,6	0,0015	-122,38	2,02	9,73	Ouvert
Tuyau p77	PEHD	39,2	64	0,0015	6,16	1,8	43,69	Ouvert
Tuyau p79	PEHD	280,1	277,6	0,0015	-137,54	2,27	12,05	Ouvert
Tuyau p81	PEHD	55,09	277,6	0,0015	18,94	0,31	0,33	Ouvert
Tuyau p82	PEHD	293,3	110,2	0,0015	6,4	0,67	4	Ouvert
Tuyau p83	PEHD	54,35	363,7	0,0015	132,29	1,27	3,04	Ouvert
Tuyau p84	PEHD	89,49	352,6	0,0015	129,68	1,33	3,41	Ouvert
Tuyau p85	PEHD	100,9	363,7	0,0015	10,2	0,1	0,03	Ouvert
Tuyau p86	PEHD	344,5	352,6	0,0015	129,49	1,33	3,4	Ouvert
Tuyau p87	PEHD	60,59	440,6	0,0015	-121,97	0,8	1,04	Ouvert
Tuyau p88	PEHD	361,5	55,4	0,0015	2,6	1,08	21,53	Ouvert
Tuyau p89	PEHD	424,1	184,6	0,0015	16,1	0,6	1,76	Ouvert
Tuyau p91	PEHD	294,8	57	0,0015	1,54	0,6	7,43	Ouvert
Tuyau p92	PVC	23,51	81,4	0,0015	5,27	1,01	12,06	Ouvert
Tuyau p93	PVC	90,99	57	0,0015	0,47	0,18	0,93	Ouvert
Tuyau p95	PVC	17,4	57	0,0015	2,91	1,14	23,02	Ouvert
Tuyau p96	PVC	96,92	57	0,0015	0,51	0,2	1,07	Ouvert
Tuyau p98	PVC	49,17	57	0,0015	0,26	0,1	0,34	Ouvert
Tuyau p100	PVC	135,7	57	0,0015	0,71	0,28	1,91	Ouvert
Tuyau p55	PEHD	202,23	79,2	0,0015	-21,13	4,29	169,61	Ouvert
Tuyau p11	PEHD	85,05	55,4	0,0015	0,44	0,18	0,95	Ouvert
Tuyau p31	PEHD	51,04	220,4	0,0015	-104,45	2,74	22,23	Ouvert
Tuyau p33	PEHD	111,11	79,2	0,0015	0,58	0,12	0,28	Ouvert
Tuyau p102	PEHD	51,09	57	0,0015	-0,27	0,11	0,36	Ouvert
Tuyau p103	PVC	38,57	184,6	0,0015	-19,05	0,71	2,38	Ouvert
Tuyau p104	PVC	121,05	57	0,0015	0,63	0,25	1,55	Ouvert

Suite **Tableau (VI.6) :**

Tuyau p105	PVC	60,32	184,6	0,0015	-20,83	0,78	2,79	Ouvert
Tuyau p106	PVC	125,36	57	0,0015	0,65	0,25	1,64	Ouvert
Tuyau p107	PVC	44,81	184,6	0,0015	-39,68	1,48	8,96	Ouvert
Tuyau p108	PVC	245,34	57	0,0015	1,28	0,5	5,36	Ouvert
Tuyau p20	PVC	42,67	57	0,0015	1,18	0,46	4,65	Ouvert
Tuyau p109	PVC	41,79	57	0,0015	0,22	0,09	0,25	Ouvert
Tuyau p16	PEHD	380,8	55,4	0,0015	1,58	0,66	8,93	Ouvert
Tuyau p15	PEHD	26,15	176,2	0,0015	41,68	1,71	12,27	Ouvert
Tuyau p14	PEHD	99,52	79,2	0,0015	-2,61	0,53	3,94	Ouvert
Tuyau p17	PEHD	76,48	55,4	0,0015	0,4	0,17	0,81	Ouvert
Tuyau p18	PEHD	143,7	55,4	0,0015	-2,17	0,9	15,62	Ouvert
Tuyau p53	PEHD	103,3	57	0,0015	0,54	0,21	1,19	Ouvert
Tuyau p69	PVC	416,5	101,6	0,0015	10,64	1,31	14,69	Ouvert
Tuyau p72	PVC	18,37	57	0,0015	-4,11	1,61	42,71	Ouvert
Tuyau p73	PEHD	111	277,6	0,0015	141,46	2,34	12,68	Ouvert
Tuyau p78	PEHD	15,57	96,8	0,0015	12,2	1,66	23,76	Ouvert
Tuyau p90	PEHD	188,7	176,2	0,0015	-101,27	4,15	62,13	Ouvert
Tuyau p94	PEHD	34,24	220,4	0,0015	106,05	2,78	22,86	Ouvert
Tuyau p99	PEHD	155,9	176,2	0,0015	-45,77	1,88	14,54	Ouvert
Tuyau p39	PEHD	226,3	277,6	0,0015	-61,01	1,01	2,74	Ouvert
Tuyau p32	PEHD	396	141	0,0015	59,75	3,83	69,53	Ouvert
Tuyau 8	PVC	1480	220,4	0,0015	34	0,89	2,88	Ouvert
Vanne 2	PEHD	Sans Valeur	184,6	Sans Valeur	49,62	1,85	60	Actif
Vanne 3	PEHD	Sans Valeur	277,6	Sans Valeur	141,84	2,34	30	Actif
Vanne 4	PEHD	Sans Valeur	220,4	Sans Valeur	-159,18	4,17	50	Actif
Vanne 6	PEHD	Sans Valeur	79,2	Sans Valeur	-66,67	13,53	60	Actif
Vanne 7	PEHD	Sans Valeur	277,6	Sans Valeur	118,48	1,96	60	Actif

Les résultats de la simulation en cas de pointe sont récapitulés en annexe.

VI.3.7. Discussion des résultats de la modification du réseau:

Après avoir équipé le réseau par des réducteurs de pression, un équilibre de pression, la pression en tout point est dans la fourchette des pression admissibles (1 à 7 bars)

Par contre, le réseau connaît un déséquilibre de vitesse tel que d'un côté :29% des conduites ont une vitesse supérieure à 2 m/s (dépasse les 4 m/s dans quelques tronçons) et d'un autre coté ,32% des canalisations connaissent une faible vitesse en dessous 0,5 m/s (atteint 0,01 m/s dans quelques tronçons.

Donc, dans cette nouvelle configuration du réseau, un équilibre de pressions s'accompagne toujours d'un déséquilibre de vitesse et vis-versa.

VI.4. Étude de la deuxième variante de réhabilitation :

Comme déjà cité, cette variante consiste à modifier le réseau sans changer le mode d'alimentation en eau (réseau étagé) et de le garder tel qu'il existait c'est à dire :

- Une zone basse alimentée par piquage en deux points sur la conduite principale du réseau de Blida;
- Une zone haute alimentée par le réservoir existant RV1000 m³ (des vannes de sectionnement séparent les deux sous réseaux);

Donc le travail sur cette variante se base sur le changement du matériau des conduites et leurs diamètres afin d'arriver à un équilibre de vitesse et de pression dans le réseau tout en respectant les contraintes de vitesse et de pression.

VI.4.1.Calcul des débits nodaux :

On calcule d'abord le débit spécifique pour chaque zone :

Tableau (VI.7) : Détermination des débits spécifiques (variante 2)

	Zone 1 (basse)	Zone 2 (haute)
Horizon	2050	2050
Q _{max.h} (l/s)	37,54	107,41
ΣL (m)	2775,7	13177,77
q _{sp} (l/s/m)	0,0135	0,0082

Les résultats des calculs des débits nodaux pour l'horizon future 2050 et pour les deux zones sont reportés dans les tableaux suivants :

Tableau (VI.8) : Détermination des débits nodaux pour la zone 1 (variante 2)

Nœud	Tronçons appliqués	Longueurs Li(m)	Somme des longueurs ΣLi (m)	Débit concentré Qc (l/s)	Débit spécifique qs (l/s)	Débit nodal Qn (l/s)
12	12_18	15,57	15,57	/	0,0135	0,11
16	16_18	101,3	327,57	17		19,22
	16_17	70,37				
	16_71	155,9				
17	17_16	70,37	164,62	/		1,11
	17_44	47,87				
	17_45	46,38				
18	18_12	15,57	236,17	/		1,6
	18_16	101,3				
	18_19	119,3				

Suite Tableau (VI.8)

19	19_18	119,3	497,92	/	0,0135	3,37
	19_42	42,93				
	19_47	335,69				
21	21_72	85,05	85,05	/		0,58
22	22_23	302,1	469,58	/		3,18
	22_25	129,5				
	22_39	37,98				
23	23_22	302,1	302,1	/		2,04
24	24_25	273,5	273,5			1,85
25	25_22	129,5	599,7	/		4,06
	25_24	273,5				
	25_39	196,7				
39	39_22	37,98	263,38	/		1,78
	39_25	196,7				
	39_40	28,7				
40	40_39	28,7	145,11	/		0,98
	40_41	43,34				
	40_42	73,07				
41	41_40	43,34	228,92	/		1,55
	41_43	129,2				
	41_44	56,38				
42	42_19	42,93	188,11	/		1,27
	42_72	72,11				
	42_40	73,07				
43	43_41	129,2	129,2	/		0,87
44	44_17	47,87	485,05	/		3,28
	44_41	56,38				
	44_51	380,8				
45	45_17	46,38	46,38	/		0,31
47	47_19	335,69	335,69			2,27
51	51_44	380,8	380,8	/	2,58	
71	71_16	155,9	155,9	/	1,05	
72	72_42	71,11	188,12	/	1,27	
	72_21	85,05				
	72_73	31,96				
73	73_72	31,96	31,96	/	0,22	

Tableau (V.9) : Détermination des débits nodaux pour la zone 2 (variante 2)

Nœud	Tronçons appliqués	Longueurs Li(m)	Somme des longueurs ΣLi (m)	Débit concentré QC (l/s)	Débit spécifique qs (l/s)	Débit nodal Qn (l/s)
n1	1_2	177,8	277,87	/	0,0082	1,13
	1_115	45,72				
	1_87	54,35				
n2	2_1	177,8	177,8	/		0,72
n3	3_4	88,94	259,04	/		1,06
	3_20	59,1				
	3_84	111				
n4	4_3	88,94	116,66	/		0,48
	4_59	13				
	4_60	14,72				
n5	5_6	105,4	496,46	17		19,02
	5_60	262,5				
	5_105	76,55				
	5_107	52,01				
n6	6_5	105,4	105,4	/		0,43
n7	7_8	19,66	192,96	/		0,79
	7_63	133,1				
	7_49	40,2				
n8	8_50	47,92	269,81	/		1,10
	8_11	202,23				
	8_7	19,66				
n9	9_10	53,98	296,45	/	1,21	
	9_75	53,57				
	9_76	188,9				
n10	10_9	53,98	53,98	/	0,22	
n11	11_8	202,23	324,03	/	1,32	
	11_12	72,28				
	11_69	49,52				
n12	12_11	72,28	170,32	/	0,69	
	12_13	82,47				
	12_18	15,57				
n13	13_12	82,47	82,47	/	0,34	
n14	14_15	121,2	474,76	/	1,93	
	14_53	304,9				
	14_52	48,66				
n15	15_14	121,2	121,2	/	0,49	
n16	16_71	155,9	155,9	/	0,64	
n18	18_12	15,57	15,57	/	0,06	
n19	19_47	335,69	396		1,61	
n20	20_3	59,1	59,1	/	0,24	

Suite Tableau (VI.9)

n26	26_82	70,89	70,89	/	0,0082	0,29
n27	27_58	83,13	83,13	/		0,34
n28	28_67	51,04	321,92	/		1,31
	28_75	247				
	28_76	23,88				
n29	29_90	51,09	51,09	/		0,21
n30	30_31	121,05	121,05	/		0,49
n31	31_30	121,05	219,94	/		0,90
	31_33	60,32				
	31_90	38,57				
n32	32_33	125,36	125,36	/		0,51
n33	33_31	60,32	230,49	/		0,94
	33_32	125,36				
	33_35	44,81				
n34	34_35	245,34	245,34	/		1,00
n35	35_33	44,81	1661,15	/		6,77
	35_34	245,34				
	35_36	1371				
n36	36_35	1371	1371	/		5,59
n37	37_98	17,4	195,77	/		0,80
	37_100	42,67				
	37_102	135,7				
n38	38_100	41,79	41,79	/		0,17
n44	44_51	380,8	380,8	/		1,55
n46	46_54	94,56	94,56	/		0,39
n47	47_48	60,31	462,86	/		1,89
	47_76	66,86				
	47_19	335,69				
n48	48_47	60,31	60,31			0,25
n49	49_7	40,2	142,42	/		0,58
	49_64	29,6				
	49_70	72,62				
n50	50_8	47,92	92,9	/		0,38
	50_52	18,83				
	50_71	26,15				
n51	51_44	380,8	622,12	/	2,54	
	51_52	141,8				
	51_71	99,52				
n52	52_14	48,66	209,29	/	0,85	
	52_50	18,83				
	52_51	141,8				
n53	53_14	304,9	618	/	2,52	
	53_54	155,6				
	53_118	157,5				

Suite Tableau (VI.9)

n54	54_53	155,6	487,76	/	0,0082	1,99
	54_46	94,56				
	54_62	237,6				
55	55_118	68,62	235,87	/		0,96
	55_111	107,72				
	55_120	59,53				
n56	56_109	68,59	242,04	/		0,99
	56_57	97,8				
	56_58	75,65				
	56_110	105,69	105,69			0,43
n57	57_56	97,8	97,8	/		0,40
n58	58_27	83,13	204,3	/		0,83
	58_56	75,65				
	58_59	45,52				
	58_109	111,83	111,83			0,46
n59	59_4	13	288,02	/		1,17
	59_58	45,52				
	59_81	229,5				
n60	60_4	14,72	442,52	/		1,80
	60_5	262,5				
	60_61	165,3				
n61	61_60	165,3	165,3	/		0,67
n62	62_54	237,6	647,96	/		2,64
	62_64	48,86				
	62_69	361,5				
n63	63_7	133,1	133,1	/		0,54
n64	64_49	29,6	210,36	/		0,86
	64_62	48,86				
	64_65	131,9				
n65	65_64	131,9	131,9	/		0,54
n66	66_67	111,11	111,11	/	0,45	
n67	67_28	51,04	196,39	/	0,80	
	67_66	111,11				
	67_78	34,24				
n69	69_11	49,52	466,42	/	1,90	
	69_75	55,4				
	69_62	361,5				
n70	70_49	72,62	72,62	/	0,30	
n71	71_16	155,9	281,57	/	1,15	
	71_50	26,15				
	71_51	99,52				
n75	75_9	53,57	355,97	/	1,45	
	75_28	247				
	75_69	55,4				
n76	76_9	188,9	273,09	/	1,11	

	76_47	60,31			
	76_28	23,88			
n77	77_78	76,48	76,48	/	0,31
n78	78_105	61,26	171,98	/	0,70
	78_67	34,24			
	78_77	76,48			
n81	81_59	229,5	229,5	/	0,94
n82	82_26	70,89	207,36	/	0,85
	82_107	46,45			
	82_83	90,02			
n83	83_115	43,73	172,95	/	0,70
	83_82	90,02			
	83_84	39,2			
n84	84_3	111	190,52	/	0,78
	84_83	39,2			
	84_113	40,32			
n85	85_113	239,73	415,85	/	1,69
	85_120	121,03			
	85_86	55,09			
n86	86_85	55,09	449,29	/	1,83
	86_87	293,3			
	86_88	100,9			
n87	87_86	293,3	692,15	/	2,82
	87_1	54,35			
	87_88	344,5			
n88	88_87	344,5	505,99	/	2,06
	88_86	100,9			
	88_89	60,59			
n89	89_88	60,59	60,59	/	0,25
n90	90_29	51,09	513,76	/	2,09
	90_31	38,57			
	90_91	424,1			
n91	91_90	424,1	943,9	/	3,85
	91_103	103,3			
	91_93	416,5			
n92	92_94	171,19	434,42	/	1,77
	92_93	151,37			
	92_104	111,86			
n93	93_91	416,5	591,38	/	2,41
	93_95	23,51			
	93_92	151,37			
n94	94_92	171,19	294,8	/	1,20
n95	95_93	23,51	132,87	/	0,54
	95_98	18,37			
	95_96	90,99			
n96	96_95	90,99	90,99	/	0,37

Suite Tableau (VI.9)

n98	98_95	18,37	132,69	/	0,0082	0,54
	98_37	17,4				
	98_99	96,92				
n99	99_98	96,92	96,92	/		0,40
n100	100_37	41,79	133,63	/	0,0082	0,54
	100_101	49,17				
	100_38	42,67				
n101	101_100	49,17	49,17	/		0,20
n102	102_37	135,7	135,7	/		0,55
n103	103_91	103,3	103,3	/		0,42
n104	104_92	111,86	111,86	/		0,46
n105	105_5	76,55	217,57	/	0,0082	0,89
	105_78	61,26				
	105_106	79,76				
n106	106_105	79,76	79,76			0,33
n107	107_108	67,73	166,19	/	0,0082	0,68
	107_5	52,01				
	107_82	46,45				
n108	108_107	67,73	67,73	/		0,28
n109	109_58	111,83	193,81	/	0,0082	0,79
	109_111	13,39				
	109_56	68,59				
n110	110_56	105,69	105,69	/		0,43
n111	111_55	107,72	268,7	/	0,0082	1,10
	111_109	13,39				
	111_112	147,59				
n112	112_111	147,59	147,59	/		0,60
n113	113_84	40,32	361,75	/	0,0082	1,47
	113_85	239,73				
	113_114	81,7				
n114	114_113	81,7	81,7	/		0,33
n115	115_1	45,72	203,57	/	0,0082	0,83
	115_83	43,73				
	115_117	114,12				
n117	117_115	114,12	114,12	/		0,47
n118	118_55	68,62	333,45	/	0,0082	1,36
	118_53	157,5				
	118_119	107,33				
n119	119_118	107,33	107,33	/		0,44
n120	120_55	59,53	258,9	/	0,0082	1,06
	120_85	121,03				
	120_121	78,34				
n121	121_120	78,34	78,34	/		0,32

VI.4.2. Prédimensionnement du réseau selon la variante 2:

Le dimensionnement doit se faire dans le respect de ces deux normes :

- Vitesse d'écoulement varie entre 0,5 et 2 m/s, (jusqu'à 3 m/s pour le PEHD).
- Pression de service doit être supérieure à 10 mCE et à ne pas dépasser 70 mCE. Connaissant les débits max qui doivent circuler dans les conduites principales, conduites secondaires et conduites tertiaires, on a ainsi pu évaluer les diamètres de ces types de conduites.

On a opté pour des canalisations PEHD 10 bars et PVC 10 bars dont les diamètres qu'on a trouvé varient entre 50 et 315 mm.

VI.4.3. Résultats de la simulation hydraulique du réseau selon la variante 2 en cas de pointe plus incendie :

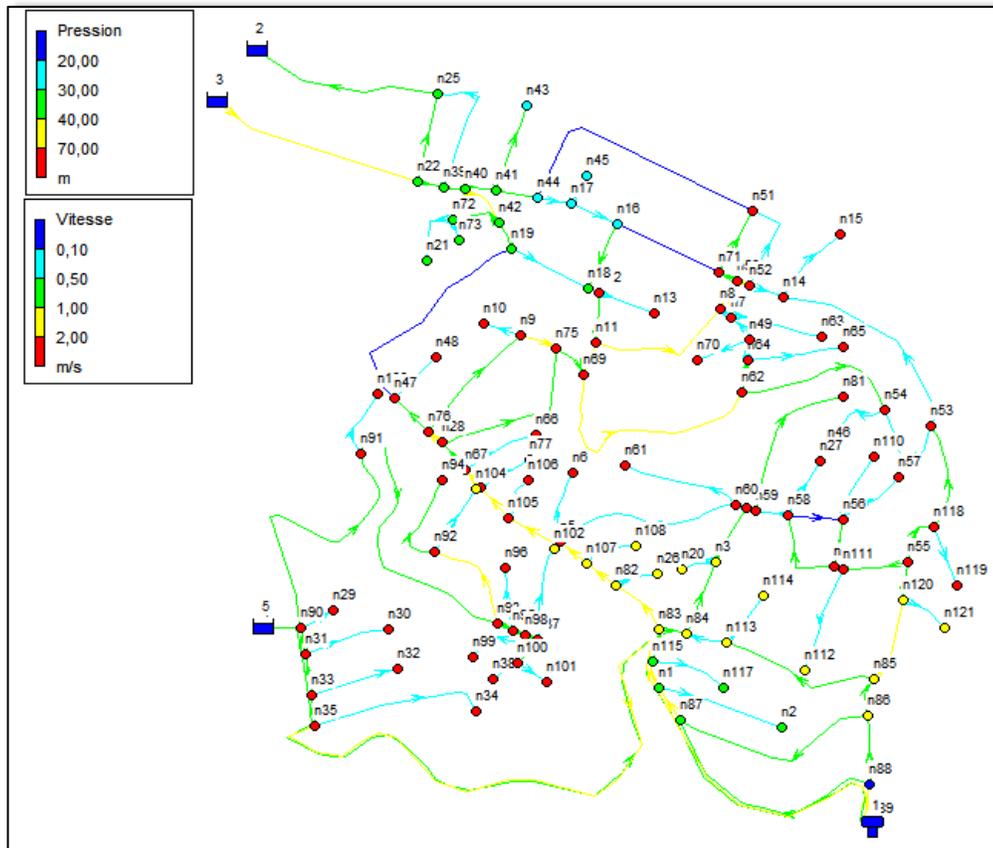


Figure (VI.5) : État du réseau selon la variante 2 (cas de pointe+incendie)

Après avoir insérer les débits nodaux et les diamètres trouvés sur Epanet, les résultats de la simulation ont montré que le réseau connaît de fortes pressions dépassant la pression max admissible (7 bars) dans le milieu de la zone (figure (VI.6)) ; d'où la nécessité d'ajouter des réducteurs de pressions à l'entrée de cette partie de la zone.

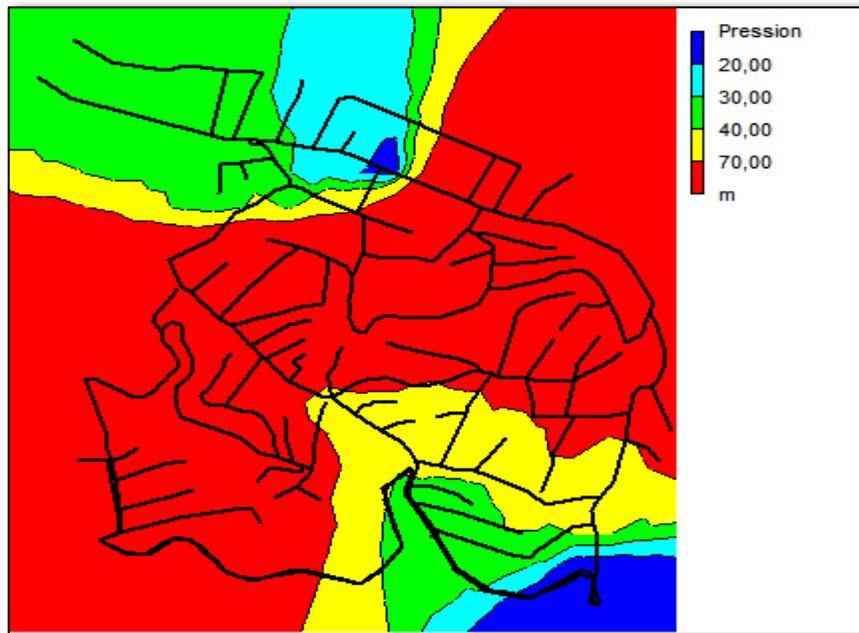


Figure (VI.6): carte des pressions dans le réseau (variante 2) (cas de pointe+incendie)

Les résultats de la simulation hydraulique du réseau en cas de pointe+incendie sont récapitulés dans les tableaux suivants ; ceux qui montrent l'état du réseau en cas de pointe sont mis en annexe.

Tableau (VI.10): état des nœuds du réseau en cas de pointe+ incendie (variante 2)

ID Noeud	Altitude m	Demande LPS	Charge mce	Pression mce
Noeud n1	352,92	1,13	384,92	32
Noeud n2	346,93	0,72	383,73	36,8
Noeud n3	321,21	1,06	383,9	62,69
Noeud n4	301,4	0,48	383,48	82,08
Noeud n5	307	19,02	381,37	74,37
Noeud n6	288,09	0,43	381,08	92,99
Noeud n7	253,63	0,79	371,37	117,74
Noeud n8	250,63	1,1	371,37	120,74
Noeud n9	265,77	1,21	377,64	111,87
Noeud n10	268,55	0,22	377,6	109,05
Noeud n11	252,82	1,32	374,77	121,95
Noeud n12	239,77	0,69	373,86	134,09
Noeud n13	242,78	0,34	373,71	130,93
Noeud n14	253,77	1,93	369,81	116,04
Noeud n15	248,66	0,49	369,4	120,74
Noeud n16	238,69	19,22	255,21	16,52
Noeud n17	235,54	1,11	257,16	21,62
Noeud n18	223,08	1,6	255,57	32,49
Noeud n19	229,09	3,37	257,28	28,19
Noeud n21	226,7	0,58	256,68	29,98

Suite Tableau (VI.10):

Noeud n22	226,02	3,18	260,68	34,66
Noeud n25	224,56	4,06	260,42	35,86
Noeud n28	279,97	1,31	378,09	98,12
Noeud n29	264,62	0,21	369,64	105,02
Noeud n30	266,76	0,49	369,64	102,88
Noeud n31	267,82	0,9	369,76	101,94
Noeud n32	282,33	0,51	369,76	87,43
Noeud n33	275,83	0,94	369,89	94,06
Noeud n34	288,84	1	369,15	80,31
Noeud n35	282,6	6,77	370	87,4
Noeud n36	384,2	5,59	388,11	3,91
Noeud n37	290,91	0,8	367,66	76,75
Noeud n38	291,51	0,17	367,13	75,62
Noeud n39	227,71	1,78	260,3	32,59
Noeud n40	226,33	0,98	260,04	33,71
Noeud n41	228,25	1,55	259,38	31,13
Noeud n42	225,64	1,27	257,52	31,88
Noeud n43	231,57	0,87	258,18	26,61
Noeud n44	232,13	3,28	258,67	26,54
Noeud n45	236,73	0,31	257,08	20,35
Noeud n50	246,38	0,38	370,66	124,28
Noeud n51	246,09	2,54	369,23	123,14
Noeud n52	249,82	0,85	369,89	120,07
Noeud n53	269,32	2,52	370,06	100,74
Noeud n54	281,02	1,99	369,18	88,16
Noeud n55	305,14	0,96	385,24	80,1
Noeud n56	291,31	0,99	383,76	92,45
Noeud n57	280,85	0,4	383,52	102,67
Noeud n58	305,16	0,83	383,69	78,53
Noeud n59	301,34	1,17	383,51	82,17
Noeud n60	301,56	1,8	383,42	81,86
Noeud n61	289,32	0,67	382,44	93,12
Noeud n62	273,96	2,64	371,65	97,69
Noeud n63	262,19	0,54	370,84	108,65
Noeud n64	265,41	0,86	371,47	106,06
Noeud n65	262,19	0,54	370,93	108,74
Noeud n66	286,91	0,45	377,86	90,95
Noeud n67	291,92	0,8	378,19	86,27
Noeud n69	264,66	1,9	376,29	111,63
Noeud n71	246,48	1,15	370,52	124,04
Noeud n72	221,41	1,27	257,07	35,66
Noeud n73	224,42	0,22	257,05	32,63
Noeud n75	269,21	1,45	376,45	107,24

Suite Tableau (VI.10):

Noeud n76	275,33	1,11	377,93	102,6
Noeud n77	295,63	0,31	378,65	83,02
Noeud n78	296,67	0,78	378,76	82,09
Noeud n81	293,22	0,94	381,06	87,84
Noeud n82	328	0,85	382,88	54,88
Noeud n83	341,76	0,7	384,36	42,6
Noeud n84	341,59	0,78	384,28	42,69
Noeud n85	342,8	1,69	386,68	43,88
Noeud n86	346,34	1,83	386,96	40,62
Noeud n87	355,51	2,82	385,3	29,79
Noeud n88	376,1	2,06	387,28	11,18
Noeud n89	384,2	0,25	387,59	3,39
Noeud n90	264,32	2,09	369,69	105,37
Noeud n91	260,35	3,85	369,09	108,74
Noeud n93	281,18	2,41	368,19	87,01
Noeud n94	287,92	1,2	360,23	72,31
Noeud n95	284,94	0,54	368,01	83,07
Noeud n96	290,07	0,37	367,79	77,72
Noeud n98	288,12	0,54	367,92	79,8
Noeud n99	285,91	0,4	367,65	81,74
Noeud n100	291,97	0,54	367,16	75,19
Noeud n101	296,16	0,2	367,12	70,96
Noeud n102	307	0,55	367	60
Noeud n103	262,32	0,42	368,78	106,46
Noeud n20	323,95	0,24	383,86	59,91
Noeud n26	326,16	0,29	382,79	56,63
Noeud n46	298,38	0,39	368,91	70,53
Noeud n27	301,76	0,34	383,54	81,78
Noeud 4	270	-34	391,54	121,54
Noeud n47	265,75	1,89	377,54	111,79
Noeud n48	270,07	0,25	377,46	107,39
Noeud n49	260,12	0,58	371,41	111,29
Noeud n70	265,28	0,3	371,31	106,03
Noeud n92	282,3	1,77	363,52	81,22
Noeud n104	295,4	0,46	363,12	67,72
Noeud n105	302,3	0,89	379,87	77,57
Noeud n106	300,9	0,33	379,74	78,84
Noeud n107	318,43	0,68	382,15	63,72
Noeud n108	317,8	0,28	382,12	64,32
Noeud n109	298,05	0,79	384,73	86,68
Noeud n110	289,34	0,43	383,66	94,32
Noeud n111	295,83	1,1	384,85	89,02
Noeud n112	322,35	0,6	384,13	61,78
Noeud n113	342,03	1,47	385,09	43,06
Noeud n114	341,33	0,33	384,95	43,62

Suite Tableau (VI.10):

Noeud n115	347,49	0,83	384,63	37,14
Noeud n117	348,54	0,47	384,27	35,73
Noeud n118	290,16	1,36	384,67	94,51
Noeud n119	299,63	0,44	384,36	84,73
Noeud n120	316,5	1,06	385,43	68,93
Noeud n121	318,67	0,34	385,29	66,62
Bâche 2	260	10,9	260	0
Bâche 3	262,8	-55,55	262,8	0
Réservoir 1	386,12	-86,19	392,12	6

Tableau (VI.11): État des conduites du réseau en cas de pointe+ incendie (variante 2)

	Matériau	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	Pert. Charge Unit.	État
ID Arc	Type	m	mm	mm	LPS	m/s	m/km	
Tuyau p1	PEHD	177,8	44	0,0015	0,72	0,47	6,69	Ouvert
Tuyau p2	PEHD	88,94	55,4	0,0015	1,1	0,46	4,71	Ouvert
Tuyau p3	PEHD	105,4	44	0,0015	0,43	0,28	2,72	Ouvert
Tuyau p4	PEHD	19,66	96,8	0,0015	0,7	0,1	0,15	Ouvert
Tuyau p5	PEHD	53,98	44	0,0015	0,22	0,14	0,86	Ouvert
Tuyau p7	PEHD	82,47	44	0,0015	0,34	0,22	1,82	Ouvert
Tuyau p8	PEHD	121,2	44	0,0015	0,49	0,32	3,42	Ouvert
Tuyau p9	PEHD	70,37	110,2	0,0015	-18,75	1,97	27,67	Ouvert
Tuyau p10	PEHD	119,3	55,4	0,0015	-2,07	0,86	14,35	Ouvert
Tuyau p21	PEHD	129,5	176,2	0,0015	-15,3	0,63	2	Ouvert
Tuyau p22	PEHD	196,7	55,4	0,0015	0,34	0,14	0,6	Ouvert
Tuyau p23	PEHD	37,98	176,2	0,0015	37,07	1,52	9,92	Ouvert
Tuyau p24	PEHD	28,7	176,2	0,0015	35,63	1,46	9,23	Ouvert
Tuyau p25	PEHD	43,34	141	0,0015	25,87	1,66	15,12	Ouvert
Tuyau p26	PEHD	73,07	79,2	0,0015	8,78	1,78	34,42	Ouvert
Tuyau p27	PEHD	129,2	44	0,0015	-0,87	0,57	9,33	Ouvert
Tuyau p28	PEHD	56,38	141	0,0015	23,45	1,5	12,65	Ouvert
Tuyau p29	PEHD	47,87	110,2	0,0015	20,17	2,11	31,59	Ouvert
Tuyau p30	PEHD	46,38	44	0,0015	0,31	0,2	1,55	Ouvert
Tuyau p34	PEHD	141,8	44	0,0015	-0,58	0,38	4,65	Ouvert
Tuyau p35	PEHD	18,83	44	0,0015	2,01	1,32	41,08	Ouvert
Tuyau p36	PEHD	48,66	55,4	0,0015	0,57	0,24	1,51	Ouvert
Tuyau p38	PEHD	155,6	44	0,0015	-0,66	0,43	5,69	Ouvert
Tuyau p41	PEHD	97,8	44	0,0015	0,4	0,26	2,4	Ouvert
Tuyau p42	PEHD	75,65	44	0,0015	0,23	0,15	0,93	Ouvert

Suite Tableau (VI.11):

Tuyau p43	PEHD	45,52	110,2	0,0015	6,31	0,66	3,9	Ouvert
Tuyau p44	PEHD	13	110,2	0,0015	4,2	0,44	1,89	Ouvert
Tuyau p45	PEHD	14,72	96,8	0,0015	4,82	0,66	4,48	Ouvert
Tuyau p46	PEHD	165,3	44	0,0015	0,67	0,44	5,9	Ouvert
Tuyau p47	PEHD	237,6	55,4	0,0015	-1,72	0,72	10,39	Ouvert
Tuyau p48	PEHD	133,1	44	0,0015	0,54	0,36	4,05	Ouvert
Tuyau p50	PEHD	131,9	44	0,0015	0,54	0,36	4,05	Ouvert
Tuyau p51	PEHD	48,86	96,8	0,0015	-4,31	0,59	3,68	Ouvert
Tuyau p56	PEHD	47,92	79,2	0,0015	-5,49	1,12	14,82	Ouvert
Tuyau p58	PEHD	101,3	44	0,1	0,47	0,31	3,59	Ouvert
Tuyau p60	PEHD	31,96	44	0,0015	0,22	0,14	0,86	Ouvert
Tuyau p61	PEHD	72,11	66	0,0015	-2,07	0,61	6,23	Ouvert
Tuyau p62	PEHD	42,93	96,8	0,0015	-5,44	0,74	5,56	Ouvert
Tuyau p64	PEHD	55,4	176,2	0,0015	-18,82	0,77	2,91	Ouvert
Tuyau p65	PEHD	53,57	96,8	0,0015	-11,77	1,6	22,24	Ouvert
Tuyau p66	PEHD	188,9	176,2	0,0015	-13,2	0,54	1,54	Ouvert
Tuyau p67	PEHD	23,88	141	0,0015	-16,45	1,05	6,66	Ouvert
Tuyau p68	PEHD	247	110,2	0,0015	8,5	0,89	6,64	Ouvert
Tuyau p72	PEHD	262,5	66	0,0015	2,35	0,69	7,8	Ouvert
Tuyau p75	PEHD	229,5	44	0,0015	0,94	0,62	10,69	Ouvert
Tuyau p76	PEHD	90,02	176,2	0,0015	-49,02	2,01	16,48	Ouvert
Tuyau p77	PEHD	39,2	79,2	0,0015	1,84	0,37	2,11	Ouvert
Tuyau p81	PEHD	55,09	176,2	0,0015	-25,81	1,06	5,15	Ouvert
Tuyau p82	PEHD	293,3	110,2	0,0015	7,79	0,82	5,68	Ouvert
Tuyau p83	PEHD	54,35	220,4	0,0015	54,7	1,43	6,83	Ouvert
Tuyau p85	PEHD	100,9	220,4	0,0015	-35,42	0,93	3,11	Ouvert
Tuyau p86	PEHD	344,5	220,4	0,0015	49,74	1,3	5,75	Ouvert
Tuyau p87	PEHD	60,59	277,6	0,0015	-87,22	1,44	5,24	Ouvert
Tuyau p88	PEHD	361,5	96,8	0,0015	-8,68	1,18	12,84	Ouvert
Tuyau p89	PVC	424,1	184,6	0,0015	14,22	0,53	1,41	Ouvert
Tuyau p92	PVC	23,51	81,4	0,0015	4,11	0,79	7,73	Ouvert
Tuyau p93	PVC	90,99	42,6	0,0015	0,37	0,26	2,45	Ouvert
Tuyau p95	PVC	17,4	57	0,0015	2,26	0,89	14,67	Ouvert
Tuyau p96	PVC	96,92	42,6	0,0015	0,4	0,28	2,8	Ouvert
Tuyau p98	PVC	49,17	42,6	0,0015	0,2	0,14	0,85	Ouvert
Tuyau p100	PVC	135,7	42,6	0,0015	0,55	0,39	4,87	Ouvert
Tuyau p55	PEHD	202,23	79,2	0,0015	-5,89	1,2	16,8	Ouvert
Tuyau p11	PEHD	85,05	44	0,0015	0,58	0,38	4,59	Ouvert
Tuyau p74	PEHD	51,04	220,4	0,0015	-26,26	0,69	1,81	Ouvert

Suite Tableau (VI.11):

Tuyau p71	PEHD	111,11	44	0,0015	0,45	0,3	2,95	Ouvert
Tuyau p102	PVC	51,09	42,6	0,0015	-0,21	0,15	0,92	Ouvert
Tuyau p103	PVC	38,57	184,6	0,0015	-16,52	0,62	1,84	Ouvert
Tuyau p104	PVC	121,05	57	0,0015	0,49	0,19	1	Ouvert
Tuyau p105	PVC	60,32	184,6	0,0015	-17,91	0,67	2,13	Ouvert
Tuyau p106	PVC	125,36	57	0,0015	0,51	0,2	1,08	Ouvert
Tuyau p107	PVC	44,81	184,6	0,0015	-19,36	0,72	2,45	Ouvert
Tuyau p108	PVC	245,34	57	0,0015	1	0,39	3,48	Ouvert
Tuyau p20	PVC	42,67	42,6	0,0015	0,91	0,64	11,78	Ouvert
Tuyau p109	PVC	41,79	42,6	0,0015	0,17	0,12	0,65	Ouvert
Tuyau p16	PEHD	380,8	79,2	0,0015	0	0	0	Fermé
Tuyau p15	PEHD	26,15	79,2	0,0015	-3,11	0,63	5,35	Ouvert
Tuyau p14	PEHD	99,52	55,4	0,0015	-1,96	0,81	12,99	Ouvert
Tuyau p6	PEHD	76,48	44	0,0015	0,31	0,2	1,55	Ouvert
Tuyau p12	PVC	103,3	42,6	0,0015	0,42	0,29	3,05	Ouvert
Tuyau p13	PVC	416,5	147,6	0,0015	9,95	0,58	2,17	Ouvert
Tuyau p18	PVC	18,37	81,4	0,0015	-3,2	0,61	4,95	Ouvert
Tuyau p19	PEHD	15,57	96,8	0,0015	0	0	0	Fermé
Tuyau p31	PEHD	34,24	141	0,0015	27,51	1,76	16,9	Ouvert
Tuyau p33	PEHD	155,9	55,4	0,0015	0	0	0	Fermé
Tuyau p39	PEHD	383,99	176,2	0,0015	-10,9	0,45	1,09	Ouvert
Tuyau p40	PEHD	302,1	220,4	0,0015	55,55	1,46	7,02	Ouvert
Tuyau p52	PEHD	47	44	0,0015	0,24	0,16	1	Ouvert
Tuyau p53	PEHD	66	44	0,0015	0,29	0,19	1,38	Ouvert
Tuyau p80	PEHD	115,05	44	0,0015	0,39	0,26	2,3	Ouvert
Tuyau p90	PEHD	82,4	44	0,0015	0,34	0,22	1,82	Ouvert
Tuyau 2	PVC	1481	230,8	0,0015	34	0,81	2,31	Ouvert
Tuyau p73	PEHD	335,69	141	0,0015	0	0	0	Fermé
Tuyau 4	PEHD	60,31	66	0,0015	2,14	0,63	6,61	Ouvert
Tuyau 7	PEHD	66,86	44	0,0015	0,25	0,16	1,07	Ouvert
Tuyau 8	PEHD	72,62	44	0,0015	0,3	0,2	1,46	Ouvert
Tuyau 10	PEHD	40,2	96,8	0,0015	-2,03	0,28	0,97	Ouvert
Tuyau 11	PEHD	29,63	96,8	0,0015	-2,91	0,4	1,83	Ouvert
Tuyau 12	PVC	111,86	42,6	0,0015	0,46	0,32	3,57	Ouvert
Tuyau 14	PVC	171,19	42,6	0,0015	-1,2	0,84	19,19	Ouvert
Tuyau 15	PVC	151,37	57	0,0015	3,43	1,34	30,88	Ouvert
Tuyau 17	PEHD	79,76	44	0,0015	0,33	0,22	1,72	Ouvert
Tuyau 18	PEHD	61,26	141	0,0015	-28,6	1,83	18,13	Ouvert

Suite Tableau (VI.11):

Tuyau 19	PEHD	76,55	141	0,0015	-29,82	1,91	19,56	Ouvert
Tuyau 20	PEHD	46,45	176,2	0,0015	47,88	1,96	15,79	Ouvert
Tuyau 22	PEHD	67,73	55,4	0,0015	0,28	0,12	0,44	Ouvert
Tuyau 25	PEHD	111,83	96,8	0,0015	7,25	0,98	9,3	Ouvert
Tuyau 26	PEHD	105,69	55,4	0,0015	0,43	0,18	0,92	Ouvert
Tuyau 27	PEHD	147,59	44	0,0015	0,6	0,39	4,86	Ouvert
Tuyau 28	PEHD	107,72	141	0,0015	11,79	0,75	3,66	Ouvert
Tuyau 29	PEHD	13,39	110,2	0,0015	10,09	1,06	9,03	Ouvert
Tuyau 30	PEHD	68,59	55,4	0,0015	2,05	0,85	14,14	Ouvert
Tuyau 31	PEHD	81,7	44	0,0015	0,33	0,22	1,72	Ouvert
Tuyau 32	PEHD	40,32	44	0,0015	-1,35	0,89	20,15	Ouvert
Tuyau 33	PEHD	289,37	79,2	0,0015	3,15	0,64	5,48	Ouvert
Tuyau 34	PEHD	114,12	44	0,0015	0,47	0,31	3,18	Ouvert
Tuyau 35	PEHD	43,73	220,4	0,0015	51,55	1,35	6,13	Ouvert
Tuyau 36	PEHD	45,72	220,4	0,0015	-52,85	1,39	6,42	Ouvert
Tuyau 37	PEHD	107,33	44	0,0015	0,44	0,29	2,84	Ouvert
Tuyau 38	PEHD	78,34	44	0,0015	0,34	0,22	1,82	Ouvert
Tuyau 41	PEHD	68,62	96,8	0,0015	6,82	0,93	8,34	Ouvert
Tuyau 42	PEHD	1157,5	79,2	0,0015	5,02	1,02	12,62	Ouvert
Tuyau 43	PEHD	59,53	176,2	0,0015	19,57	0,8	3,12	Ouvert
Tuyau 44	PEHD	304,9	96,8	0,0015	1,85	0,25	0,82	Ouvert
Tuyau 45	PEHD	72,28	44	0,0015	1,03	0,68	12,56	Ouvert
Tuyau 9	PEHD	111	79,2	0,0015	2,4	0,49	3,39	Ouvert
Tuyau 16	PEHD	50,89	176,2	0,0015	46,92	1,92	15,22	Ouvert
Tuyau 21	PEHD	121,03	141	0,0015	20,97	1,34	10,33	Ouvert
Tuyau 24	PEHD	49,52	79,2	0,0015	8,24	1,67	30,73	Ouvert
Tuyau 39	PVC	1371	147,6	0,0015	27,13	1,59	13,22	Ouvert

VI.4.4. Modification du réseau et ses résultats:

On opte pour l'ajout des réducteurs de pression afin de parer au problème de forte pression, la figure (VI.7) montre l'emplacement de ces réducteurs ainsi que l'état du réseau après la modification.

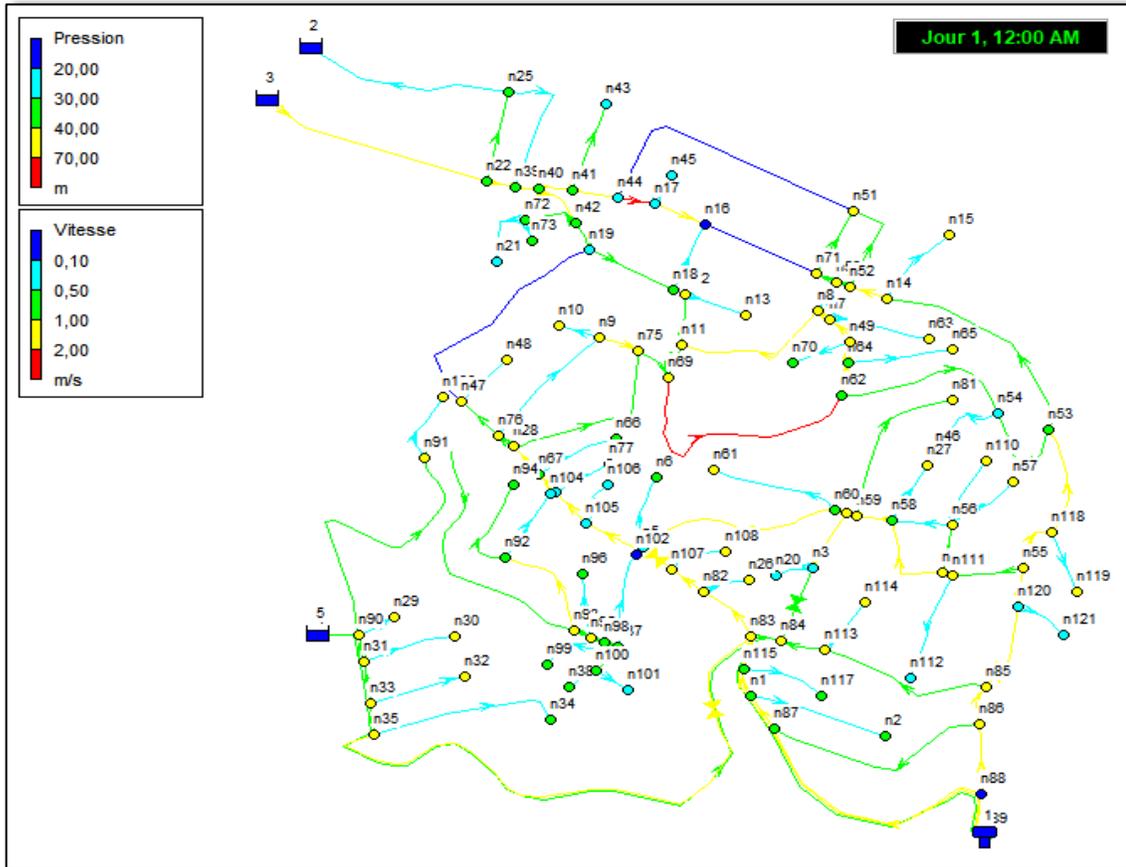


Figure (VI.7) : État du réseau selon la variante 2 après modification en cas de pointe+incendie.

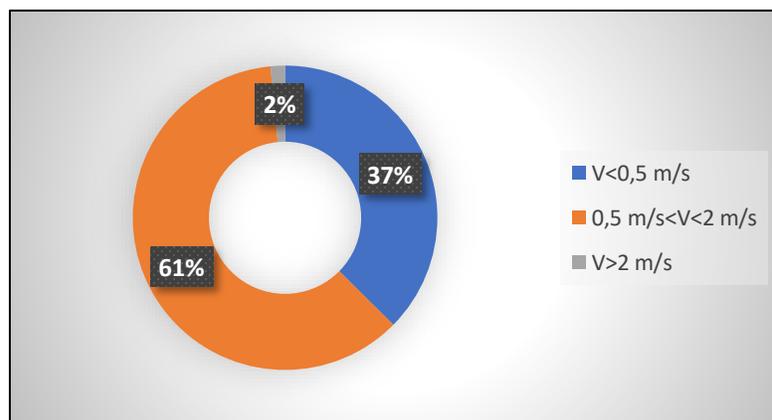


Figure (VI.8) : Vitesses de l'eau dans les conduites du réseau selon la 2eme var après modification

Les tableaux suivants récapitulent les résultats de la simulation en cas de pointe+incendie; Ceux qui montrent l'état du réseau en cas de pointe sont mis en annexe.

Tableau (VI.12) : État des nœuds du réseau en cas de pointe plus incendie après modification (var 2)

	Altitude	Demande	Charge	Pression
ID Noeud	m	LPS	mce	mce
Noeud n1	352,92	1,13	385,31	32,39
Noeud n2	346,93	0,72	384,12	37,19
Noeud n3	321,21	1,06	344,5	23,29
Noeud n4	301,4	0,48	341,76	40,36
Noeud n5	307	19,02	328,25	21,25
Noeud n6	288,09	0,43	327,96	39,87
Noeud n7	253,63	0,79	303,72	50,09
Noeud n8	250,63	1,1	303,39	52,76
Noeud n9	265,77	1,21	324,8	59,03
Noeud n10	268,55	0,22	324,76	56,21
Noeud n11	252,82	1,32	298,86	46,04
Noeud n12	239,77	0,69	297,96	58,19
Noeud n13	242,78	0,34	297,81	55,03
Noeud n14	253,77	1,93	304,72	50,95
Noeud n15	248,66	0,49	304,31	55,65
Noeud n16	238,69	19,22	255,21	16,52
Noeud n17	235,54	1,11	257,16	21,62
Noeud n18	223,08	1,6	255,57	32,49
Noeud n19	229,09	3,37	257,28	28,19
Noeud n21	226,7	0,58	256,68	29,98
Noeud n22	226,02	3,18	260,68	34,66
Noeud n25	224,56	4,06	260,42	35,86
Noeud n28	279,97	1,31	325,14	45,17
Noeud n29	264,62	0,21	327,49	62,87
Noeud n30	266,76	0,49	327,49	60,73
Noeud n31	267,82	0,9	327,61	59,79
Noeud n32	282,33	0,51	327,61	45,28
Noeud n33	275,83	0,94	327,74	51,91
Noeud n34	288,84	1	327	38,16
Noeud n35	282,6	6,77	327,85	45,25
Noeud n36	384,2	5,59	387,85	3,65
Noeud n37	290,91	0,8	325,51	34,6
Noeud n38	291,51	0,17	324,98	33,47
Noeud n39	227,71	1,78	260,3	32,59
Noeud n40	226,33	0,98	260,04	33,71
Noeud n41	228,25	1,55	259,38	31,13
Noeud n42	225,64	1,27	257,52	31,88
Noeud n43	231,57	0,87	258,18	26,61
Noeud n44	232,13	3,28	258,67	26,54
Noeud n45	236,73	0,31	257,08	20,35
Noeud n50	246,38	0,38	303,26	56,88
Noeud n51	246,09	2,54	302,17	56,08

Suite Tableau (VI.12) :

Noeud n52	249,82	0,85	303,52	53,7
Noeud n53	269,32	2,52	306,3	36,98
Noeud n54	281,02	1,99	304,81	23,79
Noeud n55	305,14	0,96	346,18	41,04
Noeud n56	291,31	0,99	344,2	52,89
Noeud n57	280,85	0,4	343,97	63,12
Noeud n58	305,16	0,83	343,88	38,72
Noeud n59	301,34	1,17	342,38	41,04
Noeud n60	301,56	1,8	341,55	39,99
Noeud n61	289,32	0,67	340,57	51,25
Noeud n62	273,96	2,64	306,73	32,77
Noeud n63	262,19	0,54	303,19	41
Noeud n64	265,41	0,86	305,29	39,88
Noeud n65	262,19	0,54	304,76	42,57
Noeud n66	286,91	0,45	325,42	38,51
Noeud n67	291,92	0,8	325,75	33,83
Noeud n69	264,66	1,9	323,86	59,2
Noeud n71	246,48	1,15	303,14	56,66
Noeud n72	221,41	1,27	257,07	35,66
Noeud n73	224,42	0,22	257,05	32,63
Noeud n75	269,21	1,45	323,97	54,76
Noeud n76	275,33	1,11	325,02	49,69
Noeud n77	295,63	0,31	326,08	30,45
Noeud n78	296,67	0,78	326,19	29,52
Noeud n81	293,22	0,94	339,92	46,7
Noeud n82	328	0,85	383,78	55,78
Noeud n83	341,76	0,7	384,85	43,09
Noeud n84	341,59	0,78	384,5	42,91
Noeud n85	342,8	1,69	386,48	43,68
Noeud n86	346,34	1,83	386,88	40,54
Noeud n87	355,51	2,82	385,61	30,1
Noeud n88	376,1	2,06	387,28	11,18
Noeud n89	384,2	0,25	387,59	3,39
Noeud n90	264,32	2,09	327,54	63,22
Noeud n91	260,35	3,85	326,94	66,59
Noeud n93	281,18	2,41	326,04	44,86
Noeud n94	287,92	1,2	318,08	30,16
Noeud n95	284,94	0,54	325,86	40,92
Noeud n96	290,07	0,37	325,64	35,57
Noeud n98	288,12	0,54	325,77	37,65
Noeud n99	285,91	0,4	325,5	39,59
Noeud n100	291,97	0,54	325,01	33,04
Noeud n101	296,16	0,2	324,97	28,81
Noeud n102	307	0,55	324,85	17,85
Noeud n103	262,32	0,42	326,63	64,31

Suite **Tableau (VI.12) :**

Noeud n20	323,95	0,24	344,46	20,51
Noeud n26	326,16	0,29	383,69	57,53
Noeud n46	298,38	0,39	304,54	6,16
Noeud n27	301,76	0,34	343,73	41,97
Noeud 4	270	-34	391,54	121,54
Noeud n47	265,75	1,89	324,62	58,87
Noeud n48	270,07	0,25	324,55	54,48
Noeud n49	260,12	0,58	304,58	44,46
Noeud n70	265,28	0,3	304,47	39,19
Noeud n92	282,3	1,77	321,37	39,07
Noeud n104	295,4	0,46	320,97	25,57
Noeud n105	302,3	0,89	327,06	24,76
Noeud n106	300,9	0,33	326,93	26,03
Noeud n107	318,43	0,68	383,25	64,82
Noeud n108	317,8	0,28	383,22	65,42
Noeud n109	298,05	0,79	345,47	47,42
Noeud n110	289,34	0,43	344,11	54,77
Noeud n111	295,83	1,1	345,64	49,81
Noeud n112	322,35	0,6	344,92	22,57
Noeud n113	342,03	1,47	385,09	43,06
Noeud n114	341,33	0,33	385,04	43,71
Noeud n115	347,49	0,83	385,07	37,58
Noeud n117	348,54	0,47	384,71	36,17
Noeud n118	290,16	1,36	344,95	54,79
Noeud n119	299,63	0,44	344,65	45,02
Noeud n120	316,5	1,06	346,48	29,98
Noeud n121	318,67	0,34	346,34	27,67
Bâche 2	260	10,89	260	0
Bâche 3	262,8	-55,54	262,8	0
Réservoir 1	386,12	-86,19	392,12	6

Tableau (VI.13) : État des conduites en cas de pointe plus incendie après modification (var 2)

	Matériau	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	Pert. Charge Unit.	Etat
ID Arc	Type	m	mm	mm	LPS	m/s	m/km	Ouvert
Tuyau p1	PEHD	177,8	44	0,0015	0,72	0,47	6,69	Ouvert
Tuyau p2	PEHD	88,94	55,4	0,0015	3,18	1,32	30,86	Ouvert
Tuyau p3	PEHD	105,4	44	0,0015	0,43	0,28	2,72	Ouvert
Tuyau p4	PEHD	19,66	96,8	0,0015	10,13	1,38	16,96	Ouvert
Tuyau p5	PEHD	53,98	44	0,0015	0,22	0,14	0,86	Ouvert
Tuyau p7	PEHD	82,47	44	0,0015	0,34	0,22	1,82	Ouvert
Tuyau p8	PEHD	121,2	44	0,0015	0,49	0,32	3,42	Ouvert
Tuyau p9	PEHD	70,37	110,2	0,0015	-18,75	1,97	27,67	Ouvert

Suite Tableau (VI.13) :

Tuyau p10	PEHD	119,3	55,4	0,0015	-2,07	0,86	14,35	Ouvert
Tuyau p21	PEHD	129,5	176,2	0,0015	-15,29	0,63	2	Ouvert
Tuyau p22	PEHD	196,7	55,4	0,0015	0,33	0,14	0,6	Ouvert
Tuyau p23	PEHD	37,98	176,2	0,0015	37,07	1,52	9,92	Ouvert
Tuyau p24	PEHD	28,7	176,2	0,0015	35,63	1,46	9,23	Ouvert
Tuyau p25	PEHD	43,34	141	0,0015	25,87	1,66	15,12	Ouvert
Tuyau p26	PEHD	73,07	79,2	0,0015	8,78	1,78	34,42	Ouvert
Tuyau p27	PEHD	129,2	44	0,0015	-0,87	0,57	9,33	Ouvert
Tuyau p28	PEHD	56,38	141	0,0015	23,45	1,5	12,65	Ouvert
Tuyau p29	PEHD	47,87	110,2	0,0015	20,17	2,11	31,59	Ouvert
Tuyau p30	PEHD	46,38	44	0,0015	0,31	0,2	1,55	Ouvert
Tuyau p34	PEHD	141,8	44	0,0015	-0,88	0,58	9,48	Ouvert
Tuyau p35	PEHD	18,83	44	0,0015	-1,08	0,71	13,64	Ouvert
Tuyau p36	PEHD	48,66	55,4	0,0015	-2,81	1,16	24,74	Ouvert
Tuyau p38	PEHD	155,6	44	0,0015	-0,88	0,58	9,59	Ouvert
Tuyau p41	PEHD	97,8	44	0,0015	0,4	0,26	2,4	Ouvert
Tuyau p42	PEHD	75,65	44	0,0015	0,56	0,37	4,31	Ouvert
Tuyau p43	PEHD	45,52	79,2	0,0015	8,57	1,74	32,96	Ouvert
Tuyau p44	PEHD	13	66	0,0015	6,46	1,89	47,61	Ouvert
Tuyau p45	PEHD	14,72	96,8	0,0015	9,16	1,24	14,15	Ouvert
Tuyau p46	PEHD	165,3	44	0,0015	0,67	0,44	5,9	Ouvert
Tuyau p47	PEHD	237,6	55,4	0,0015	-1,5	0,62	8,09	Ouvert
Tuyau p48	PEHD	133,1	44	0,0015	0,54	0,36	4,05	Ouvert
Tuyau p50	PEHD	131,9	44	0,0015	0,54	0,36	4,05	Ouvert
Tuyau p51	PEHD	48,86	96,8	0,0015	-13,74	1,87	29,41	Ouvert
Tuyau p56	PEHD	47,92	79,2	0,0015	-2,11	0,43	2,71	Ouvert
Tuyau p58	PEHD	101,3	44	0,0015	0,47	0,31	3,59	Ouvert
Tuyau p60	PEHD	31,96	44	0,0015	0,22	0,14	0,86	Ouvert
Tuyau p61	PEHD	72,11	66	0,0015	-2,07	0,61	6,23	Ouvert
Tuyau p62	PEHD	42,93	96,8	0,0015	-5,44	0,74	5,56	Ouvert
Tuyau p64	PEHD	55,4	176,2	0,0015	-15,21	0,62	1,99	Ouvert
Tuyau p65	PEHD	53,57	96,8	0,0015	-9,63	1,31	15,5	Ouvert
Tuyau p66	PEHD	188,9	176,2	0,0015	-11,06	0,45	1,12	Ouvert
Tuyau p67	PEHD	23,88	141	0,0015	-14,31	0,92	5,19	Ouvert
Tuyau p68	PEHD	247	110,2	0,0015	7,03	0,74	4,72	Ouvert
Tuyau p72	PEHD	262,5	66	0,0015	6,69	1,95	50,66	Ouvert
Tuyau p75	PEHD	229,5	44	0,0015	0,94	0,62	10,69	Ouvert
Tuyau p76	PEHD	90,02	176,2	0,0015	-41,07	1,68	11,94	Ouvert
Tuyau p77	PEHD	39,2	79,2	0,0015	4,14	0,84	8,92	Ouvert
Tuyau p81	PEHD	55,09	176,2	0,0015	-31,45	1,29	7,36	Ouvert
Tuyau p82	PEHD	293,3	110,2	0,0015	6,7	0,7	4,34	Ouvert
Tuyau p83	PEHD	54,35	220,4	0,0015	49,06	1,29	5,6	Ouvert
Tuyau p85	PEHD	100,9	220,4	0,0015	-39,98	1,05	3,87	Ouvert
Tuyau p86	PEHD	344,5	220,4	0,0015	45,18	1,18	4,83	Ouvert
Tuyau p87	PEHD	60,59	277,6	0,0015	-87,22	1,44	5,24	Ouvert

Suite Tableau (VI.13) :

Tuyau p88	PEHD	361,5	96,8	0,0015	-17,87	2,43	47,4	Ouvert
Tuyau p89	PVC	424,1	184,6	0,0015	14,22	0,53	1,41	Ouvert
Tuyau p92	PVC	23,51	81,4	0,0015	4,11	0,79	7,73	Ouvert
Tuyau p93	PVC	90,99	42,6	0,0015	0,37	0,26	2,45	Ouvert
Tuyau p95	PVC	17,4	57	0,0015	2,26	0,89	14,67	Ouvert
Tuyau p96	PVC	96,92	42,6	0,0015	0,4	0,28	2,8	Ouvert
Tuyau p98	PVC	49,17	42,6	0,0015	0,2	0,14	0,85	Ouvert
Tuyau p100	PVC	135,7	42,6	0,0015	0,55	0,39	4,87	Ouvert
Tuyau p55	PEHD	202,23	79,2	0,0015	6,91	1,4	22,38	Ouvert
Tuyau p11	PEHD	85,05	44	0,0015	0,58	0,38	4,59	Ouvert
Tuyau p74	PEHD	51,04	141	0,0015	-22,65	1,45	11,88	Ouvert
Tuyau p71	PEHD	111,11	44	0,0015	0,45	0,3	2,95	Ouvert
Tuyau p102	PVC	51,09	42,6	0,0015	-0,21	0,15	0,92	Ouvert
Tuyau p103	PVC	38,57	184,6	0,0015	-16,52	0,62	1,84	Ouvert
Tuyau p104	PVC	121,05	57	0,0015	0,49	0,19	1	Ouvert
Tuyau p105	PVC	60,32	184,6	0,0015	-17,91	0,67	2,13	Ouvert
Tuyau p106	PVC	125,36	57	0,0015	0,51	0,2	1,08	Ouvert
Tuyau p107	PVC	44,81	184,6	0,0015	-19,36	0,72	2,45	Ouvert
Tuyau p108	PVC	245,34	57	0,0015	1	0,39	3,48	Ouvert
Tuyau p20	PVC	42,67	42,6	0,0015	0,91	0,64	11,78	Ouvert
Tuyau p109	PVC	41,79	42,6	0,0015	0,17	0,12	0,65	Ouvert
Tuyau p16	PEHD	380,8	79,2	0,0015	0	0	0	Fermé
Tuyau p15	PEHD	26,15	79,2	0,0015	-2,81	0,57	4,49	Ouvert
Tuyau p14	PEHD	99,52	55,4	0,0015	-1,66	0,69	9,74	Ouvert
Tuyau p6	PEHD	76,48	44	0,0015	0,31	0,2	1,55	Ouvert
Tuyau p12	PVC	103,3	42,6	0,0015	0,42	0,29	3,05	Ouvert
Tuyau p13	PVC	416,5	147,6	0,0015	9,95	0,58	2,17	Ouvert
Tuyau p18	PVC	18,37	81,4	0,0015	-3,2	0,61	4,95	Ouvert
Tuyau p19	PEHD	15,57	96,8	0,0015	0	0	0	Fermé
Tuyau p31	PEHD	34,24	141	0,0015	23,9	1,53	13,09	Ouvert
Tuyau p33	PEHD	155,9	55,4	0,0015	0	0	0	Fermé
Tuyau p39	PEHD	383,99	176,2	0,0015	-10,89	0,45	1,09	Ouvert
Tuyau p40	PEHD	302,1	176,2	0,0015	55,54	1,46	7,02	Ouvert
Tuyau p52	PEHD	47	44	0,0015	0,24	0,16	1	Ouvert
Tuyau p53	PEHD	66	44	0,0015	0,29	0,19	1,38	Ouvert
Tuyau p80	PEHD	115,05	44	0,0015	0,39	0,26	2,3	Ouvert
Tuyau p90	PEHD	82,4	44	0,0015	0,34	0,22	1,82	Ouvert
Tuyau 2	PVC	1480	220,4	0,0015	34	0,89	2,88	Ouvert
Tuyau p73	PEHD	335,69	141	0,0015	0	0	0	Fermé
Tuyau 4	PEHD	60,31	66	0,0015	2,14	0,63	6,61	Ouvert
Tuyau 7	PEHD	66,86	44	0,0015	0,25	0,16	1,07	Ouvert
Tuyau 8	PEHD	72,62	44	0,0015	0,3	0,2	1,46	Ouvert
Tuyau 10	PEHD	40,2	96,8	0,0015	-11,46	1,56	21,19	Ouvert
Tuyau 11	PEHD	29,63	96,8	0,0015	-12,34	1,68	24,22	Ouvert
Tuyau 12	PVC	111,86	42,6	0,0015	0,46	0,32	3,57	Ouvert

Suite Tableau (VI.13) :

Tuyau 14	PVC	171,19	42,6	0,0015	-1,2	0,84	19,19	Ouvert
Tuyau 15	PVC	151,37	57	0,0015	3,43	1,34	30,88	Ouvert
Tuyau 17	PEHD	79,76	44	0,0015	0,33	0,22	1,72	Ouvert
Tuyau 18	PEHD	61,26	141	0,0015	-24,99	1,6	14,2	Ouvert
Tuyau 19	PEHD	76,55	141	0,0015	-26,21	1,68	15,48	Ouvert
Tuyau 20	PEHD	46,45	176,2	0,0015	39,93	1,64	11,35	Ouvert
Tuyau 22	PEHD	67,73	55,4	0,0015	0,28	0,12	0,44	Ouvert
Tuyau 25	PEHD	111,83	96,8	0,0015	9,18	1,25	14,22	Ouvert
Tuyau 26	PEHD	105,69	55,4	0,0015	0,43	0,18	0,92	Ouvert
Tuyau 27	PEHD	147,59	44	0,0015	0,6	0,39	4,86	Ouvert
Tuyau 28	PEHD	107,72	141	0,0015	14,05	0,9	5,02	Ouvert
Tuyau 29	PEHD	13,39	110,2	0,0015	12,35	1,29	13	Ouvert
Tuyau 30	PEHD	68,59	55,4	0,0015	2,38	0,99	18,43	Ouvert
Tuyau 31	PEHD	81,7	55,4	0,0015	0,33	0,14	0,58	Ouvert
Tuyau 32	PEHD	40,32	44	0,0015	-1,12	0,74	14,58	Ouvert
Tuyau 33	PEHD	289,37	79,2	0,0015	2,92	0,59	4,8	Ouvert
Tuyau 34	PEHD	114,12	44	0,0015	0,47	0,31	3,18	Ouvert
Tuyau 35	PEHD	43,73	220,4	0,0015	45,91	1,2	4,97	Ouvert
Tuyau 36	PEHD	45,72	220,4	0,0015	-47,21	1,24	5,23	Ouvert
Tuyau 37	PEHD	107,33	44	0,0015	0,44	0,29	2,84	Ouvert
Tuyau 38	PEHD	78,34	44	0,0015	0,34	0,22	1,82	Ouvert
Tuyau 41	PEHD	68,62	96,8	0,0015	10,43	1,42	17,9	Ouvert
Tuyau 42	PEHD	157,5	79,2	0,0015	8,63	1,75	33,39	Ouvert
Tuyau 43	PEHD	59,53	176,2	0,0015	25,44	1,04	5,01	Ouvert
Tuyau 44	PEHD	304,9	96,8	0,0015	5,23	0,71	5,18	Ouvert
Tuyau 45	PEHD	72,28	44	0,0015	1,03	0,68	12,56	Ouvert
Vanne 9	PEHD	Sans Valeur	79,2	Sans Valeur	4,48	0,91	40	Actif
Vanne 23	PVC	Sans Valeur	147,6	Sans Valeur	27,13	1,59	60	Actif
Vanne 3	PEHD	Sans Valeur	176,2	Sans Valeur	38,97	1,6	55	Actif
Vanne 6	PEHD	Sans Valeur	141	Sans Valeur	26,84	1,72	40	Actif
Vanne 13	PEHD	Sans Valeur	79,2	Sans Valeur	-4,56	0,93	25	Actif

VI.4.5. Discussion des résultats de la simulation hydraulique du réseau selon la 2eme**variante cas de pointe plus incendie:**

On observe tout d'abord l'état du réseau à un instant donné pendant la période du fonctionnement et comparons les résultats obtenus avec les valeurs de contraintes de vitesse et de pression fixées, on s'intéresse aux zones critiques de réseau, à savoir :

- **La partie haute** dans laquelle les vitesses d'écoulement seront les plus élevées et où les pressions seront les plus faibles.

On observe que la vitesse d'écoulement dans l'adduction est inférieure à 2 m/s ainsi que dans toutes les conduites de distribution sauf une qui connaît une vitesse d'écoulement supérieure à 2 m/s (2,43 m/s), de plus la pression est dans la fourchette des pressions admissibles (figure (VI.10)) (en tout point après avoir ajouté des réducteurs de pression)

- **La partie basse** dans laquelle les vitesses d'écoulements seront les plus faibles et où les pressions seront les plus élevées.

On observe que la vitesse des écoulements est inférieure à 2 m/s dans toutes les canalisations sauf une (2,11 m/s), de plus tous les points reçoivent une pression supérieure à 1 bar (et inférieure à 7 bars après l'ajout des réducteurs pressions) (figure (VI.10))

On regarde ensuite l'évolution de la pression et la vitesse en certains points critiques du réseau :

- Pression au point le plus haut du réseau : c'est aussi le premier point du réseau où la pression est toujours supérieure à 10 mCE (11,18 mCE);
- Pression au point le plus bas : est toujours supérieure à la pression minimale admissible (35,66 mCE);
- Vitesse d'écoulement entre le réservoir et le premier nœud du réseau : elle est inférieure à 2 m/s (1,44 m/s);
- Vitesse entre le piquage et les premiers nœuds du réseau : 0,45 et 1,46 m/s pour les deux conduites liant le réseau aux deux points du piquage;
- Pression au point le plus défavorable (le plus haut et le plus loin du réservoir) : ce point reçoit toujours une pression supérieure à 1 bar (21,25 mCE).

Voyons maintenant les détails de la répartition des vitesses dans les conduites du réseau : figure (VI.8)

- Plus de 60% des canalisations connaît une vitesse d'écoulement admissible (entre 0,5 et 2 m/s)
 - 38% des conduites ont une vitesse d'écoulement inférieure à 0,5 m/s (figure (VI.8)) et 26% ont une vitesse inférieure à 0,3 m/s qui sont illustrés dans la figure (VI.9) ou on voit bien que ce sont bien les conduites impasses qui possèdent cette vitesse faible ce qui est logique et inévitable car ces conduites font circuler tout un petit débit.
- ✓ **Recommandations** : pour les conduites ayant une vitesse supérieure à 2 m/s on peut opter pour des vannes régulatrices de vitesse et des vannes de décharge dans les conduites ayant des vitesses inférieures à 0,3 m/s pour la décharge d'éventuelles dépôts dans les conduites.

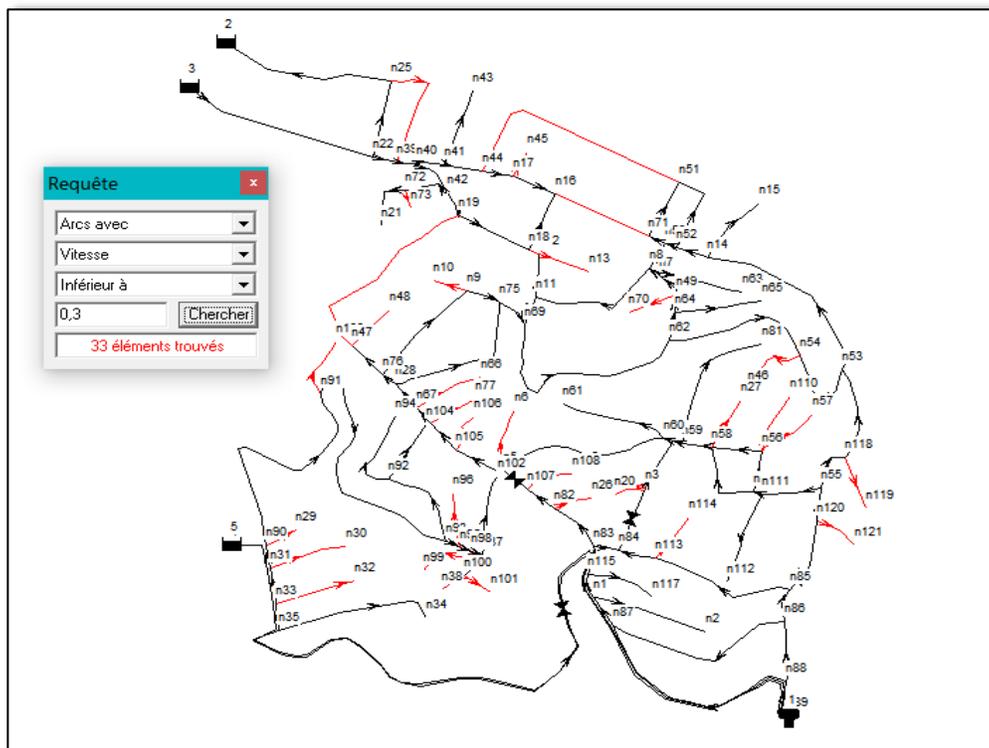


Figure (VI.9) : conduites ayant une vitesse inférieure à 0,3 m/s.

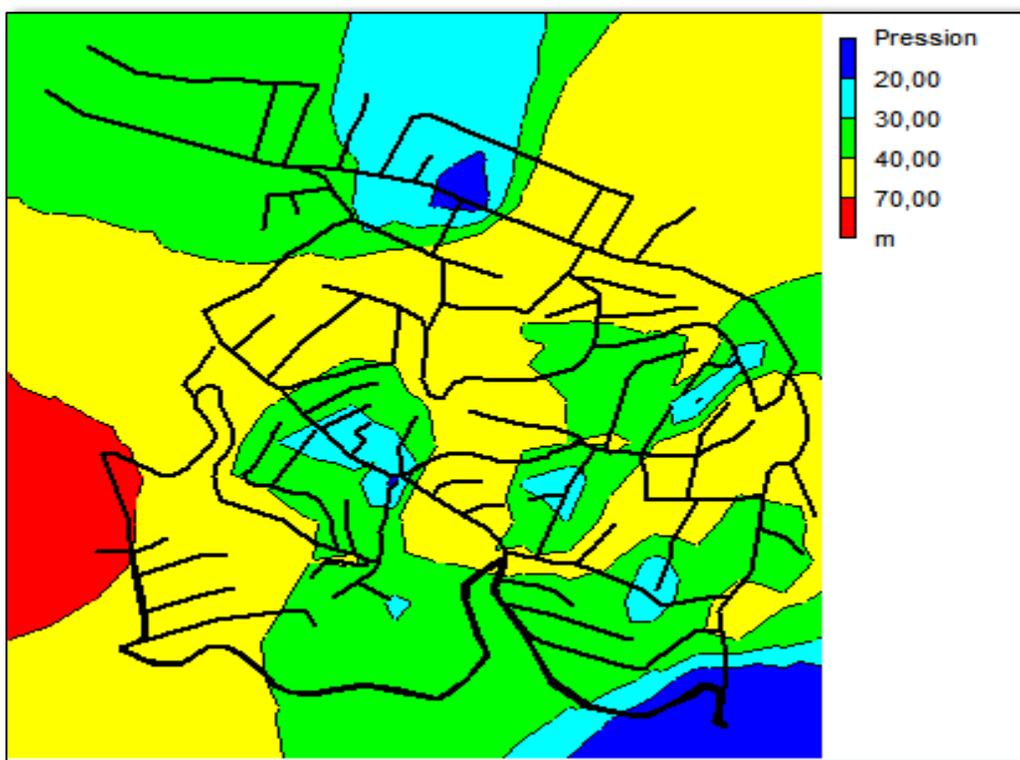


Figure (VI.10) : Carte des pressions dans le réseau selon la 2ème var après modification

Donc, on peut dire que le réseau selon cette variante connaît un équilibre de vitesse et un équilibre de pression. Mais il faut vérifier l'état du réseau selon cette variante en cas de pointe car c'est le cas le plus courant.

VI.4.6. Résultats de la simulation hydraulique du réseau selon la variante 2 en cas de pointe :

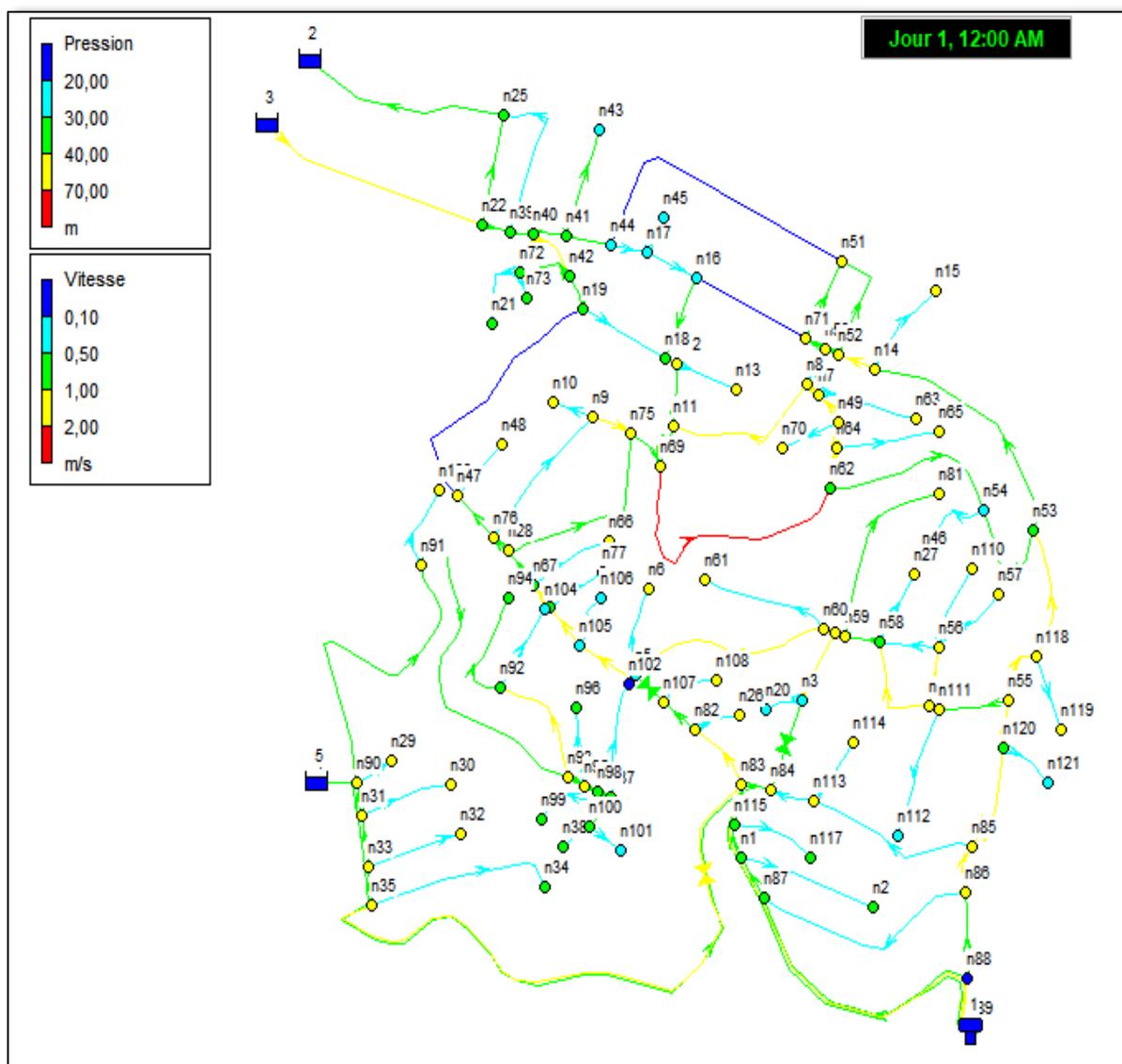


Figure (VI.11) : État du réseau en cas de pointe (variante 2)

Tableau (VI.14) : État des nœuds du réseau cas de pointe (variante 2)

ID Noeud	Altitude m	Demande LPS	Charge mce	Pression mce
Noeud n1	352,92	1,13	386,54	33,62
Noeud n2	346,93	0,72	385,35	38,42
Noeud n3	321,21	1,06	345,92	24,71
Noeud n4	301,4	0,48	343,75	42,35
Noeud n5	307	2,02	330,71	23,71
Noeud n6	288,09	0,43	330,42	42,33
Noeud n7	253,63	0,79	306,46	52,83
Noeud n8	250,63	1,1	306,12	55,49
Noeud n9	265,77	1,21	327,74	61,97
Noeud n10	268,55	0,22	327,7	59,15
Noeud n11	252,82	1,32	301,78	48,96
Noeud n12	239,77	0,69	300,87	61,1
Noeud n13	242,78	0,34	300,72	57,94
Noeud n14	253,77	1,93	307,23	53,46
Noeud n15	248,66	0,49	306,81	58,15
Noeud n16	238,69	2,22	260,73	22,04
Noeud n17	235,54	1,11	260,82	25,28
Noeud n18	223,08	1,6	259,08	36
Noeud n19	229,09	3,37	259,24	30,15
Noeud n21	226,7	0,58	258,53	31,83
Noeud n22	226,02	3,18	261,37	35,35
Noeud n25	224,56	4,06	260,93	36,37
Noeud n28	279,97	1,31	328,09	48,12
Noeud n29	264,62	0,21	327,49	62,87
Noeud n30	266,76	0,49	327,49	60,73
Noeud n31	267,82	0,9	327,61	59,79
Noeud n32	282,33	0,51	327,61	45,28
Noeud n33	275,83	0,94	327,74	51,91
Noeud n34	288,84	1	327	38,16
Noeud n35	282,6	6,77	327,85	45,25
Noeud n36	384,2	5,59	387,85	3,65
Noeud n37	290,91	0,8	325,51	34,6
Noeud n38	291,51	0,17	324,98	33,47
Noeud n39	227,71	1,78	261,24	33,53
Noeud n40	226,33	0,98	261,16	34,83
Noeud n41	228,25	1,55	261,03	32,78
Noeud n42	225,64	1,27	259,37	33,73
Noeud n43	231,57	0,87	259,82	28,25
Noeud n44	232,13	3,28	260,93	28,8
Noeud n45	236,73	0,31	260,74	24,01
Noeud n50	246,38	0,38	305,97	59,59

Suite Tableau (VI.14) :

Noeud n51	246,09	2,54	304,87	58,78
Noeud n52	249,82	0,85	306,16	56,34
Noeud n53	269,32	2,52	308,71	39,39
Noeud n54	281,02	1,99	307,4	26,38
Noeud n55	305,14	0,96	346,53	41,39
Noeud n56	291,31	0,99	344,49	53,18
Noeud n57	280,85	0,4	344,26	63,41
Noeud n58	305,16	0,83	344,13	38,97
Noeud n59	301,34	1,17	343,81	42,47
Noeud n60	301,56	1,8	343,55	41,99
Noeud n61	289,32	0,67	342,57	53,25
Noeud n62	273,96	2,64	309,48	35,52
Noeud n63	262,19	0,54	305,92	43,73
Noeud n64	265,41	0,86	308,03	42,62
Noeud n65	262,19	0,54	307,5	45,31
Noeud n66	286,91	0,45	327,83	40,92
Noeud n67	291,92	0,8	328,16	36,24
Noeud n69	264,66	1,9	326,78	62,12
Noeud n71	246,48	1,15	305,85	59,37
Noeud n72	221,41	1,27	258,92	37,51
Noeud n73	224,42	0,22	258,9	34,48
Noeud n75	269,21	1,45	326,89	57,68
Noeud n76	275,33	1,11	327,96	52,63
Noeud n77	295,63	0,31	328,5	32,87
Noeud n78	296,67	0,78	328,62	31,95
Noeud n81	293,22	0,94	341,35	48,13
Noeud n82	328	0,85	385,91	57,91
Noeud n83	341,76	0,7	386,33	44,57
Noeud n84	341,59	0,78	385,92	44,33
Noeud n85	342,8	1,69	386,83	44,03
Noeud n86	346,34	1,83	387,22	40,88
Noeud n87	355,51	2,82	386,68	31,17
Noeud n88	376,1	2,06	387,55	11,45
Noeud n90	264,32	2,09	327,54	63,22
Noeud n91	261,13	3,85	327,72	66,59
Noeud n93	281,01	2,41	326,04	46,86
Noeud n94	287,92	1,2	318,08	30,16
Noeud n95	284,94	0,54	325,86	40,92
Noeud n96	290,07	0,37	325,64	35,57
Noeud n98	288,12	0,54	325,77	37,65
Noeud n99	285,91	0,4	325,5	39,59
Noeud n100	291,97	0,54	325,01	33,04
Noeud n101	296,16	0,2	324,97	28,81
Noeud n102	307	0,55	324,85	17,85
Noeud n103	262,32	0,42	326,63	64,31

Suite Tableau (VI.14) :

Noeud n20	323,95	0,24	345,87	21,92
Noeud n26	326,16	0,29	385,82	59,66
Noeud n46	298,38	0,39	307,14	8,76
Noeud n27	301,76	0,34	343,98	42,22
Noeud n47	265,75	1,89	327,56	61,81
Noeud n48	270,07	0,25	327,49	57,42
Noeud n49	260,12	0,58	307,31	47,19
Noeud n70	265,28	0,3	307,21	41,93
Noeud n92	282,3	1,77	321,37	39,07
Noeud n104	295,4	0,46	320,97	25,57
Noeud n105	302,3	0,89	329,5	27,2
Noeud n106	300,9	0,33	329,37	28,47
Noeud n107	318,43	0,68	385,71	67,28
Noeud n108	317,8	0,28	385,68	67,88
Noeud n109	298,05	0,79	345,79	47,74
Noeud n110	289,34	0,43	344,4	55,06
Noeud n111	295,83	1,1	345,97	50,14
Noeud n112	322,35	0,6	345,25	22,9
Noeud n113	342,03	1,47	386,01	43,98
Noeud n114	341,33	0,33	385,87	44,54
Noeud n115	347,49	0,83	386,43	38,94
Noeud n117	348,54	0,47	386,06	37,52
Noeud n118	290,16	1,36	345,35	55,19
Noeud n119	299,63	0,44	345,05	45,42
Noeud n120	316,5	1,06	346,83	30,33
Noeud n121	318,67	0,34	346,69	28,02
Bache 2	260	17,01	260	0
Bache 3	262,8	-44,66	262,8	0
Reservoir 1	386,12	-69,19	392,12	6

Tableau (VI.15) : État des conduites du réseau en cas de pointe (variante 2)

	Matériau	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	Pert. Charge Unit.	État
ID Arc	Type	m	mm	mm	LPS	m/s	m/km	
Tuyau p1	PEHD	177,8	44	0,0015	0,72	0,47	6,69	Ouvert
Tuyau p2	PEHD	88,94	55,4	0,0015	2,79	1,16	24,43	Ouvert
Tuyau p3	PEHD	105,4	44	0,0015	0,43	0,28	2,72	Ouvert
Tuyau p4	PEHD	19,66	96,8	0,0015	10,16	1,38	17,05	Ouvert
Tuyau p5	PEHD	53,98	44	0,0015	0,22	0,14	0,86	Ouvert
Tuyau p7	PEHD	82,47	44	0,0015	0,34	0,22	1,82	Ouvert
Tuyau p8	PEHD	121,2	44	0,0015	0,49	0,32	3,42	Ouvert
Tuyau p9	PEHD	70,37	110,2	0,0015	-3,28	0,34	1,22	Ouvert
Tuyau p10	PEHD	119,3	55,4	0,0015	-0,54	0,22	1,36	Ouvert

Suite Tableau (VI.15) :

Tuyau p21	PEHD	129,5	176,2	0,0015	-20,49	0,84	3,39	Ouvert
Tuyau p22	PEHD	196,7	55,4	0,0015	-0,58	0,24	1,55	Ouvert
Tuyau p23	PEHD	37,98	176,2	0,0015	20,99	0,86	3,54	Ouvert
Tuyau p24	PEHD	28,7	176,2	0,0015	18,63	0,76	2,86	Ouvert
Tuyau p25	PEHD	43,34	141	0,0015	10,4	0,67	2,92	Ouvert
Tuyau p26	PEHD	73,07	79,2	0,0015	7,25	1,47	24,38	Ouvert
Tuyau p27	PEHD	129,2	44	0,0015	-0,87	0,57	9,33	Ouvert
Tuyau p28	PEHD	56,38	141	0,0015	7,98	0,51	1,82	Ouvert
Tuyau p29	PEHD	47,87	110,2	0,0015	4,7	0,49	2,31	Ouvert
Tuyau p30	PEHD	46,38	44	0,0015	0,31	0,2	1,55	Ouvert
Tuyau p34	PEHD	141,8	44	0,0015	-0,86	0,57	9,15	Ouvert
Tuyau p35	PEHD	18,83	44	0,0015	-0,91	0,6	10,12	Ouvert
Tuyau p36	PEHD	48,66	55,4	0,0015	-2,62	1,09	21,9	Ouvert
Tuyau p38	PEHD	155,6	44	0,0015	-0,82	0,54	8,38	Ouvert
Tuyau p41	PEHD	97,8	44	0,0015	0,4	0,26	2,4	Ouvert
Tuyau p42	PEHD	75,65	44	0,0015	0,6	0,39	4,8	Ouvert
Tuyau p43	PEHD	45,52	110,2	0,0015	8,83	0,93	7,11	Ouvert
Tuyau p44	PEHD	13	110,2	0,0015	6,72	0,7	4,36	Ouvert
Tuyau p45	PEHD	14,72	96,8	0,0015	9,03	1,23	13,79	Ouvert
Tuyau p46	PEHD	165,3	44	0,0015	0,67	0,44	5,9	Ouvert
Tuyau p47	PEHD	237,6	55,4	0,0015	-1,56	0,65	8,72	Ouvert
Tuyau p48	PEHD	133,1	44	0,0015	0,54	0,36	4,05	Ouvert
Tuyau p50	PEHD	131,9	44	0,0015	0,54	0,36	4,05	Ouvert
Tuyau p51	PEHD	48,86	96,8	0,0015	-13,77	1,87	29,53	Ouvert
Tuyau p56	PEHD	47,92	79,2	0,0015	-2,3	0,47	3,14	Ouvert
Tuyau p58	PEHD	101,3	44	0,0015	-1,06	0,7	16,3	Ouvert
Tuyau p60	PEHD	31,96	44	0,0015	0,22	0,14	0,86	Ouvert
Tuyau p61	PEHD	72,11	66	0,0015	-2,07	0,61	6,23	Ouvert
Tuyau p62	PEHD	42,93	96,8	0,0015	-3,91	0,53	3,09	Ouvert
Tuyau p64	PEHD	55,4	176,2	0,0015	-15,46	0,63	2,04	Ouvert
Tuyau p65	PEHD	53,57	96,8	0,0015	-9,78	1,33	15,94	Ouvert
Tuyau p66	PEHD	188,9	176,2	0,0015	-11,21	0,46	1,15	Ouvert
Tuyau p67	PEHD	23,88	141	0,0015	-14,46	0,93	5,29	Ouvert
Tuyau p68	PEHD	247	110,2	0,0015	7,13	0,75	4,85	Ouvert
Tuyau p72	PEHD	262,5	66	0,0015	6,56	1,92	48,91	Ouvert
Tuyau p75	PEHD	229,5	44	0,0015	0,94	0,62	10,69	Ouvert
Tuyau p76	PEHD	90,02	176,2	0,0015	-24,45	1	4,67	Ouvert
Tuyau p77	PEHD	39,2	79,2	0,0015	4,5	0,91	10,35	Ouvert
Tuyau p81	PEHD	55,09	176,2	0,0015	-30,71	1,26	7,05	Ouvert
Tuyau p82	PEHD	293,3	110,2	0,0015	4,11	0,43	1,82	Ouvert
Tuyau p83	PEHD	54,35	220,4	0,0015	32,8	0,86	2,7	Ouvert

Suite Tableau (VI.15) :

Tuyau p85	PEHD	100,9	220,4	0,0015	-36,65	0,96	3,3	Ouvert
Tuyau p86	PEHD	344,5	220,4	0,0015	31,51	0,83	2,51	Ouvert
Tuyau p87	PEHD	60,59	277,6	0,0015	-70,22	1,16	3,53	Ouvert
Tuyau p88	PEHD	361,5	96,8	0,0015	-17,97	2,44	47,86	Ouvert
Tuyau p89	PVC	424,1	184,6	0,0015	14,22	0,53	1,41	Ouvert
Tuyau p92	PVC	23,51	81,4	0,0015	4,11	0,79	7,73	Ouvert
Tuyau p93	PVC	90,99	42,6	0,0015	0,37	0,26	2,45	Ouvert
Tuyau p95	PVC	17,4	57	0,0015	2,26	0,89	14,67	Ouvert
Tuyau p96	PVC	96,92	42,6	0,0015	0,4	0,28	2,8	Ouvert
Tuyau p98	PVC	49,17	42,6	0,0015	0,2	0,14	0,85	Ouvert
Tuyau p100	PVC	135,7	42,6	0,0015	0,55	0,39	4,87	Ouvert
Tuyau p55	PVC	202,23	79,2	0,0015	6,76	1,37	21,49	Ouvert
Tuyau p11	PVC	85,05	44	0,0015	0,58	0,38	4,59	Ouvert
Tuyau p74	PVC	51,04	220,4	0,0015	-22,9	0,6	1,41	Ouvert
Tuyau p71	PVC	111,11	44	0,0015	0,45	0,3	2,95	Ouvert
Tuyau p102	PVC	51,09	42,6	0,0015	-0,21	0,15	0,92	Ouvert
Tuyau p103	PVC	38,57	184,6	0,0015	-16,52	0,62	1,84	Ouvert
Tuyau p104	PVC	121,05	57	0,0015	0,49	0,19	1	Ouvert
Tuyau p105	PVC	60,32	184,6	0,0015	-17,91	0,67	2,13	Ouvert
Tuyau p106	PVC	125,36	57	0,0015	0,51	0,2	1,08	Ouvert
Tuyau p107	PVC	44,81	184,6	0,0015	-19,36	0,72	2,45	Ouvert
Tuyau p108	PVC	245,34	57	0,0015	1	0,39	3,48	Ouvert
Tuyau p20	PVC	42,67	42,6	0,0015	0,91	0,64	11,78	Ouvert
Tuyau p109	PVC	41,79	42,6	0,0015	0,17	0,12	0,65	Ouvert
Tuyau p16	PEHD	380,8	79,2	0,0015	0	0	0	Fermé
Tuyau p15	PEHD	26,15	79,2	0,0015	-2,83	0,57	4,54	Ouvert
Tuyau p14	PEHD	99,52	55,4	0,0015	-1,68	0,7	9,93	Ouvert
Tuyau p6	PEHD	76,48	44	0,0015	0,31	0,2	1,55	Ouvert
Tuyau p12	PEHD	103,3	42,6	0,0015	0,42	0,29	3,05	Ouvert
Tuyau p13	PEHD	416,5	147,6	0,0015	9,95	0,58	2,17	Ouvert
Tuyau p18	PEHD	18,37	81,4	0,0015	-3,2	0,61	4,95	Ouvert
Tuyau 1	PEHD	100	277,6	0,0015	-70,47	1,16	3,56	Ouvert
Tuyau 5	PEHD	100	220,4	0,0015	-32,72	0,86	2,69	Ouvert
Tuyau p19	PEHD	15,57	96,8	0,0015	0	0	0	Fermé
Tuyau p31	PEHD	34,24	141	0,0015	24,15	1,55	13,35	Ouvert
Tuyau p33	PEHD	155,9	55,4	0,0015	0	0	0	Fermé
Tuyau p39	PEHD	383,99	176,2	0,0015	-17,01	0,7	2,43	Ouvert
Tuyau p40	PEHD	302,1	176,2	0,0015	44,66	1,17	4,73	Ouvert
Tuyau p52	PEHD	47	44	0,0015	0,24	0,16	1	Ouvert
Tuyau p53	PEHD	66	44	0,0015	0,29	0,19	1,38	Ouvert
Tuyau p80	PEHD	115,05	44	0,0015	0,39	0,26	2,3	Ouvert

Suite Tableau (VI.15) :

Tuyau p90	PEHD	82,4	44	0,0015	0,34	0,22	1,82	Ouvert
Tuyau 2	PVC	1480	220,4	0,0015	34	0,89	2,88	Ouvert
Tuyau p73	PEHD	335,69	141	0,0015	0	0	0	Fermé
Tuyau 4	PEHD	60,31	66	0,0015	2,14	0,63	6,61	Ouvert
Tuyau 7	PEHD	66,86	44	0,0015	0,25	0,16	1,07	Ouvert
Tuyau 8	PEHD	72,62	44	0,0015	0,3	0,2	1,46	Ouvert
Tuyau 10	PEHD	40,2	96,8	0,0015	-11,49	1,56	21,29	Ouvert
Tuyau 11	PEHD	29,63	96,8	0,0015	-12,37	1,68	24,32	Ouvert
Tuyau 12	PVC	111,86	42,6	0,0015	0,46	0,32	3,57	Ouvert
Tuyau 14	PVC	171,19	42,6	0,0015	-1,2	0,84	19,19	Ouvert
Tuyau 15	PVC	151,37	57	0,0015	3,43	1,34	30,88	Ouvert
Tuyau 17	PEHD	79,76	44	0,0015	0,33	0,22	1,72	Ouvert
Tuyau 18	PEHD	61,26	141	0,0015	-25,24	1,62	14,46	Ouvert
Tuyau 19	PEHD	76,55	141	0,0015	-26,46	1,69	15,75	Ouvert
Tuyau 20	PEHD	46,45	176,2	0,0015	23,31	0,96	4,28	Ouvert
Tuyau 22	PEHD	67,73	55,4	0,0015	0,28	0,12	0,44	Ouvert
Tuyau 25	PEHD	111,83	96,8	0,0015	9,4	1,28	14,85	Ouvert
Tuyau 26	PEHD	105,69	55,4	0,0015	0,43	0,18	0,92	Ouvert
Tuyau 27	PEHD	147,59	44	0,0015	0,6	0,39	4,86	Ouvert
Tuyau 28	PEHD	107,72	141	0,0015	14,31	0,92	5,19	Ouvert
Tuyau 29	PEHD	13,39	110,2	0,0015	12,61	1,32	13,5	Ouvert
Tuyau 30	PEHD	68,59	55,4	0,0015	2,42	1	18,92	Ouvert
Tuyau 31	PEHD	81,7	44	0,0015	0,33	0,22	1,72	Ouvert
Tuyau 32	PEHD	40,32	44	0,0015	-0,37	0,24	2,11	Ouvert
Tuyau 33	PEHD	289,37	79,2	0,0015	2,17	0,44	2,84	Ouvert
Tuyau 34	PEHD	114,12	44	0,0015	0,47	0,31	3,18	Ouvert
Tuyau 35	PEHD	43,73	220,4	0,0015	29,65	0,78	2,25	Ouvert
Tuyau 36	PEHD	45,72	220,4	0,0015	-30,95	0,81	2,43	Ouvert
Tuyau 37	PEHD	107,33	44	0,0015	0,44	0,29	2,84	Ouvert
Tuyau 38	PEHD	78,34	44	0,0015	0,34	0,22	1,82	Ouvert
Tuyau 41	PEHD	68,62	96,8	0,0015	10,18	1,38	17,13	Ouvert
Tuyau 42	PEHD	1157,5	79,2	0,0015	8,38	1,7	31,66	Ouvert
Tuyau 43	PEHD	59,53	176,2	0,0015	25,45	1,04	5,02	Ouvert
Tuyau 44	PEHD	304,9	96,8	0,0015	5,04	0,69	4,86	Ouvert
Tuyau 45	PEHD	72,28	44	0,0015	1,03	0,68	12,56	Ouvert

VI.4.7. Discussion des résultats de la simulation hydraulique du réseau selon la 2eme variante en cas de pointe :

D’après les résultats de simulation hydraulique du réseau en cas de pointe, on observe un équilibre de pressions et de vitesse dans la zone basse et haute.

A noter que 35 conduites connaissent une vitesse inférieure à 0,3 m/s tandis qu’une seule conduite ait une vitesse supérieure à 2m/s (figure (VI.11)).

VI.5. Comparaison entre les deux variantes de réhabilitation :

De nombreux points de différence entre les deux variantes vu la spécificité de chacune d’eux, et sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau (VI.16) : comparaison entre les deux variantes de réhabilitation.

	Variante 1	Variante 2
La Structuration	Simple (alimentation par un seul point de production RV1000 m ³)	Complexe (alimentation par deux points de production RV1000 m ³ et le piquage)
La gestion	Simple	Complexe
La desserte en eau	Garantie par le RV1000 m ³ (continue et régulière)	N’est pas totalement garantie vue qu’un problème technique sur la conduite d’amené (ou au niveau du piquage) va priver la zone basse d’eau.
Diamètres des conduites	De 50 mm à 500 mm	De 50 mm à 315 mm
Vitesse d’écoulement	Dépasse les 4 m/s dans quelques conduites (déséquilibre de vitesse)	Inférieure à 2m/s (sauf deux conduites).
Pression de service	Dans la fourchette [1-7] bars	Dans la fourchette [1-7] bars
Adduction	Pas de changement de diamètre; vitesse admissible	Pas de changement de diamètre ; Vitesse admissible
Accessoires	+5 réducteurs de pression	+5 réducteurs de pression

VI.6. Choix de la variante adéquate de réhabilitation :

Rappelons que notre objectif de départ est de confirmer si les performances du réseau de distribution de BEN ACHOUR sont suffisantes pour la desserte de la zone en eau de bonne qualité et en quantité suffisante et de le modifier au cas contraire, d’où et d’après le tableau (VI.16) on choisit **la deuxième variante** qui vérifie bien l’objectif.(un équilibre de pression et de vitesse)

VI.6.1. Diamètres et matériaux des conduites choisis pour la réhabilitation :

VI.6.1.1. Matériau des conduites :

Comme c’est déjà cité dans les modifications nécessaires à apporter au réseau, les conduites en amiante ciment et en acier galvanisé seront toutes remplacés par des conduites en PEHD

(76%), par contre quelques conduites en PVC seront remplacées par d'autres de même matériau avec un diamètre adéquat.

Des changements dans l'ancien tracé vont toucher les conduites secondaires du réseau comme c'est montré dans le plan de réhabilitation.

VI.6.1.2. Diamètres des conduites :

Tableau (VI.17) : Réparation des conduites selon le diamètre et le matériau.

Diamètre Ø mm	Type du matériau		Linéaire total ml	Linéaire total en Pourcentage (%)	Linéaire cumulé ml
	PEHD ml	PVC ml			
50	3361,48	894,68	4256,16	26,29	4256,16
63	1270,33	660,52	1930,85	11,93	6187,01
75	407,92	/	407,92	2,52	6594,93
90	2422,24	41,88	2464,12	15,22	9059,05
110	1111,99	/	1111,99	6,87	10171,04
125	671,93	/	671,93	4,15	10842,97
160	911,13	1787,5	2698,63	16,67	13541,6
200	1127,57	567,8	1695,37	10,47	15236,97
250	891,3	/	891,3	5,51	16128,27
315	60,59	/	60,59	0,37	16188,86
Total	12236,48	3952,38	16188,86	100	/
Linéaire en Pourcentage	75,59	24,41	100	/	/

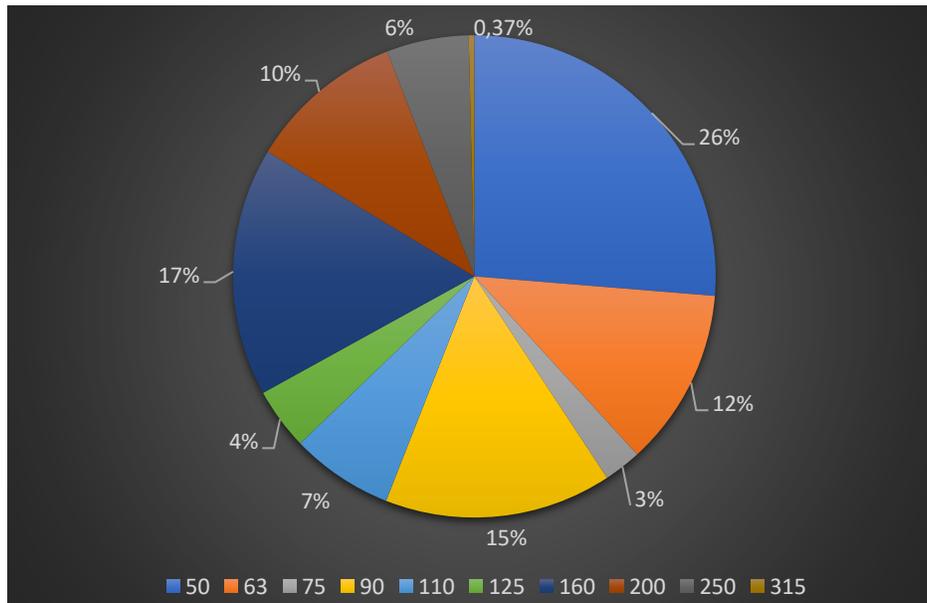


Figure (VI.12) : répartition des conduites selon leurs diamètres.

Le linéaire total du réseau de distribution projeté vaut 16188,86 ml dont presque 76% est en PEHD et le reste en PVC, Les diamètres proposés sont choisis de telle façon à équilibrer le réseau en termes de vitesse.

VI.6.2. Accessoires nécessaires pour le réseau projeté :

V.6.2.1. Réducteur de pression :

Ce sont des organes de vannage qui introduisent une perte de charge variable, de manière à ce que la pression aval soit maintenue à une valeur constante de consigne quel que soit le débit et la pression aval

Afin d'équilibrer le réseau du point de vue de pression de service, on a opté pour des réducteurs de pressions :

Tableau (VI.18) : Accessoires nécessaires pour le réseau projeté.

Conduites	Type de conduite	Diamètre de conduite	Accessoire installé	Valeur modifiée
n3_n84	PEHD	90	Réducteur de pression	40 mCE
n35_n36	PVC	160	Réducteur de pression	60 mCE
n5_n107	PEHD	200	Réducteur de pression	55 mCE
n85_n120	PEHD	160	Réducteur de pression	40 mCE
n11_n69	PEHD	90	Réducteur de pression	25 mCE

VI.6.2.2. Robinets-Vanne :

Sont des appareils de sectionnement qui doivent être complètement ouverts ou fermés, dans notre réseau des robinets-vannes à opercules seront utilisés car les diamètres de toutes les conduites sont inférieurs à 350 mm. Ils seront placés sous des bouches à clé par rapport au sol.

VI.6.2.3. Les robinets de décharge :

Robinet disposé aux points bas pour la vidange des conduites, il sera disposé à l'intérieur d'un regard.

VI.6.2.4. Les ventouses automatiques :

Les ventouses sont installées aux points hauts pour évacuer l'air accumulé suite à un dégazage de l'oxygène dissout. Elles seront disposées dans des regards visitables, dans le réseau projeté on va utiliser les ventouses automatiques, cette dernière en dehors de la surpression des poches d'air en fonctionnement normal, permettent également l'évacuation de l'air lors de la mise en eau de la canalisation et, réciproquement, l'admission de l'air lors de la vidange provoquée de la canalisation, ce qui permet sa mise en dépression.

VI.6.2.5. Poteaux d'incendie :

la disposition du réseau (réserve d'incendie) doit permettre aux pompiers de disposer 120 m³, les bouches d'incendies doivent assurer un débit minimal de 17 l/s et distantes d'au plus 200 m.

Conclusion :

Ce présent chapitre avait pour objectif de réhabiliter le réseau de distribution afin de parer aux différentes anomalies trouvées lors du diagnostic et la simulation hydraulique du réseau.

On a étudié la réhabilitation du réseau selon deux variantes dont on a choisi la plus adéquate celle qui répond aux objectifs recherchés.

Dans le réseau projeté, on a remplacé l'ensemble des conduites en AC par d'autres en PEHD en effectuant un redimensionnement des tronçons du réseau pour aboutir le plus ce que possible a des valeurs de vitesse dans la fourchette [0,5-2] m/s.

En ce qui concerne la pression exercée, elle s'avère excessive pour de nombreux nœuds d'où on a opté pour des réducteurs de pression ce qui a fait régler la pression dans le réseau a des valeurs admissibles

CHAPITRE VII:

POSE DE CANALISATION ET ORGANISATION DE CHANTIER

VII.1. POSE DE CANALISATION : [10]

La réalisation d'un projet constitue la phase la plus importante telle qu'elle transforme l'étude faite sur papier sur terrain, et dans notre projet elle représente la pose de canalisation.

La pose de canalisation suit un certain nombre de règles bien précises et bien détaillées dont on va parler dans ce chapitre dans le cas général.

VII.1.1 Les risques auxquels sont soumises les conduites et leurs conséquences :

Les canalisations sauf cas particulier (pose dans l'eau, pose en élévation) sont enterrées, et l'enterrement requiert une attention aussi profonde que superficielle.

En effet, une fois enfouies dans le sol, elles sont soumises à des forces provoquées par :

- Des tassements irréguliers du sol ;
- Des dissolutions et entrainements de matériaux qui créent des cavités à proximité des tuyaux ;
- Des glissements et effondrements des terrains ;
- Des surcharges dues à la circulation ;

De plus certaines pièces comme les coudes, les tés, les cônes...etc., doivent résister aux poussées dues à la pression de l'eau (des butées en béton comme solution).

Si la pose de canalisations est mal conçue et mal réalisée, il risque s'ensuivre :

- Des ruptures ;
- Des fissures ;
- Des déboitements ;
- Des déformations.

Et toute une série de problèmes qui assurent à coup sûr les fuites des capitaux et la dégradation du service ; ainsi pour une ville de 10000 habitants, les pertes d'eau aux fuites peuvent atteindre des centaines de milles de dinars sans parler des dépenses inutiles :

- Surconsommation d'énergie (pompage) ;
- Surconsommation des réactifs de traitement ;

Et des frais d'investissement pour surdimensionnement des installations.

Une pose parfaite tient compte tout à la fois :

- Des canalisations (souples ou rigides) ;
- Du sol (meuble ou rocheux) ;
- De la sécurité ;
- Des conditions particulières de l'environnement (traversées des routes, voies ferrées, rivière, forte pente, marécage...) et bien sûr de l'hydrogéologie (nappe phréatique, écoulement à proximité de tuyau...).

VII.1.2. La pose des canalisations : cas général

L'enfouissement des canalisations a pour objectif de les protéger contre les dégradations extérieures et de les mettre à l'abri de la gelée.

VII.1.2.1 Ouverture de la tranchée :

VII.1.2.1.1 Le terrassement :

Le terrassement doit être mené de l'aval vers l'amont, cette disposition permet une auto-évaluation de l'eau du fond de la fouille.

VII.1.2.1.2 La largeur de la tranchée :

Elle est évidemment en fonction du diamètre de la conduite. Elle varie aussi selon la nature du sol, le matériau constituant la conduite, le type de joint et les conditions de pose.

La tranchée devra présenter en son fond une largeur entre blindages au moins égale au diamètre extérieure du tuyau avec des surlargeurs de part et d'autre de 0,30 m.

Au droit des joints, il peut être nécessaire de pratiquer dans les parois latérales, des élargissements de la tranchée appelée niches.

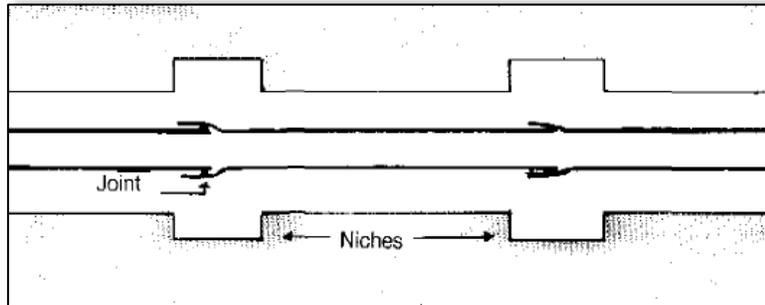


Figure (VII.1) : Aménagement de la tranchée. [10]

VII.1.2.1.3. La profondeur de la tranchée :

La profondeur normale des tranchées est telle que l'épaisseur du remblai ne soit pas inférieure à un mètre au-dessus de la génératrice supérieure du tuyau.

Cette hauteur se justifie par la nécessité d'une protection contre le gel et d'une bonne tenue des canalisations souples aux charges de surface.

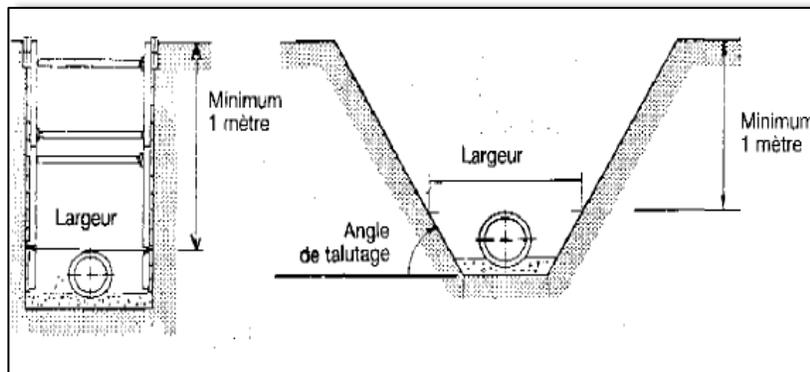


Figure (VII.2) : Caractéristiques dimensionnelles d'une tranchée. [10]

VII.1.2.2 Confection du lit de pose :

Le mode d'appui du tuyau sur le fond de la fouille ou sur une couche de fondation, le contrebutage latéral et le remblai influencent et conditionnent le comportement du tuyau dans le sol, ils interviennent :

- Dans la répartition des réactions du sol sur un angle d'appui plus ou moins défini.
- Dans l'action de l'effet latéral de terres.
- Dans la transmission continue des charges sur le tuyau,
- Dans la protection du tuyau contre l'effet de charges ponctuelles résultats de la présence des corps durs à sa périphérie.

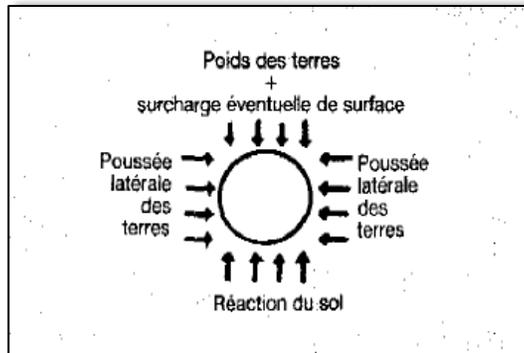


Figure (VII.3) : Contraintes subies par un tuyau enterré. [10]

On comprendra donc aisément le soin particulier à apporter à la confection du lit de pose et aux remblaiements des tranchées.

Le lit de pose a pour fonction permettre d'assurer une répartition uniforme des charges sur la zone d'appui. Il y a donc lieu de poser les tuyaux de manière à ce qu'il n'y ait ni appui linéaire; ni appui ponctuel.

En règle générale, lorsqu'un fond de fouille ne se prête pas à la réalisation in situ du lit de pose, du fait de sa nature, de sa portance, des efforts statiques et dynamiques, il y'a nécessité de de décaisser la tranchée plus profondément afin de rapporter un lit de pose en gravillons concassés, ou en sables. L'épaisseur après damage du lit de pose sous la génératrice inférieure du tuyau sera au minimum égale à 0,10 m.

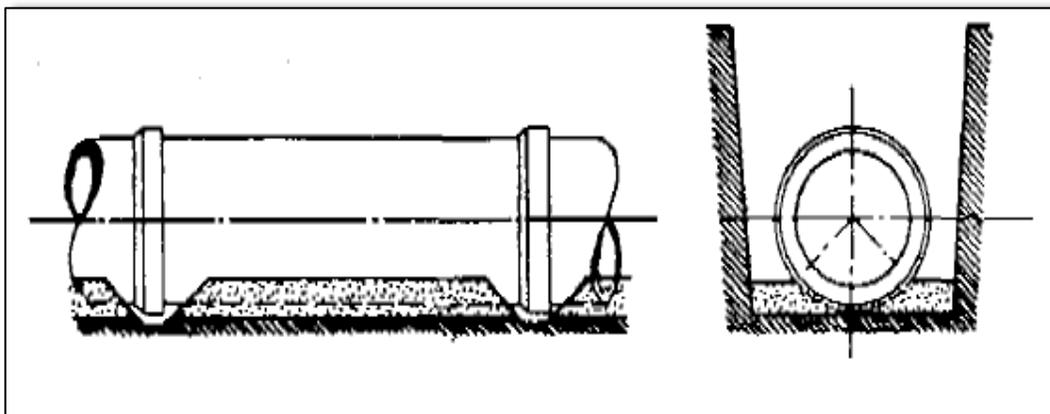


Figure (VII.4) : Lit de pose. [10]

VII.1.2.3 Manutention des tuyaux :

Pour les cas courants de pose, des règles fondamentales de bonne pratique sont à respecter :

- Éviter de poser les tuyaux sur des tasseaux qui concentrent les efforts d'écrasement et les fait travailler en flexion longitudinale ;
- Réaliser un fond de fouille bien rectiligne pour que les tuyaux y reposent sur toute leur longueur;
- Creuser le fond de fouille, au droit de l'emboîtement, de façon à éviter que celui-ci ne porte sur le sol;
- Placer toujours les tuyaux dans des fouilles hors d'eau;
- Éliminer du fond de fouille, tous les points durs qui constituent des tasseaux naturels;
- Réaliser, si possible, dans tous les cas, un appui de manière à ce que le tuyau repose sur un arc égal au moins quart de sa circonférence extérieure. Plus le diamètre est grand plus la surface d'appui doit être soignée.

VII.1.2.4 Reprise des efforts dus à la poussée de l'eau :

Les conduites d'eau sont constituées par une suite de tuyaux réunis par des joints dont le rôle est d'assurer l'étanchéité entre les différentes pièces. En dehors du cas où ces joints sont à brides ou soudés, des déboitements des éléments de canalisation, provoqués par des efforts dus à la poussée de l'eau véhiculée, peuvent se produire :

- A chaque extrémité de conduite (plaques pleines);
- Chaque changement de direction (coudes);
- A chaque changement de diamètre (cônes);
- A chaque dérivation (tés).

Il est donc indispensable de calculer ces forces et de les équilibrer :

- Soit au moyen de massifs en béton correctement dimensionnés qui s'opposeront à ces forces :
 - Par la réaction du sol sur leur surface d'appui;
 - Par le frottement du massif sur le terrain.
- Soit par l'utilisation des joints verrouillés.

Il est parfois nécessaire pour des diamètres importants et des pressions de service élevées, de mettre en place des massifs en béton associés à des fers d'amarrage sur des conduites à joints, soudées ou à brides.

VII.1.2.5 Contrôle de l'étanchéité : Épreuve des canalisations principales et des branchements

L'essai hydraulique d'étanchéité d'un réseau constitue l'examen final : il permet en particulier de vérifier que le montage des joints a bien été fait correctement. Il est réalisé par l'entrepreneur et à ses frais au fur et à mesure de l'avancement des travaux. La longueur des tronçons essayés dépend de la configuration du chantier (tracé, profil du tronçon essayé) plus le tronçon d'essai est grand, plus les recherches des fuites éventuelles sont difficiles.

- **Avant l'essai** : l'aval de la canalisation est obturé avec une plaque d'extrémité munie d'un orifice avec robinet placé en bas pour le raccordement à la pompe et le remplissage.

L'extrémité haute du tronçon est obturée avec une plaque pleine équipée d'un robinet placé vers le haut pour la purge d'air.

On met en place autour de ces deux plaques des butées dont l'assise est réalisée sur des madriers encastrés transversalement dans la tranchée ou sur un dispositif équivalent (rideau de palplanche par exemple)

De plus, pour éviter tout déplacement de la conduite sous l'effet de la pression, on prendra soin de mettre en place des cavaliers, c'est-à-dire : d'effectuer le remblayage des tuyaux sur leur partie médiane.

Pour les canalisations en matière plastique, il est, afin de tenir compte de leur élasticité différée, effectué une mise en pression préalable de 15 min avant l'épreuve proprement dite.

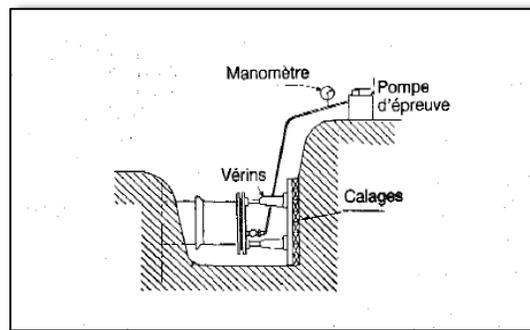


Figure (VII.5) : Butée d'extrémité lors d'un essai d'étanchéité [10]

- **Conduite de l'essai :** La conduite est mise progressivement en eau, en assurant une purge correcte de l'air. Pour que la conduite ne subisse pas d'allongement, il convient de prévoir un rattrapage du jeu, on utilise, pour ce faire, des vérins qui permettent un réglage précis.

La pression d'épreuve devra être supérieure à 8bars et est appliquée pendant une durée de 30 min, sans que la diminution de pression soit supérieure à 0,2 bars.

Après l'essai, l'entrepreneur doit, si nécessaire, remédier, à ses frais, à tout défaut d'étanchéité. Les réparations effectuées, il est procédé à une nouvelle épreuve telle que décrite précédemment.

VII.1.2.6 Enrobage de la canalisation :

L'enrobage est une opération très délicate pour la stabilité du tuyau. Elle assure, calage et transmission régulière de l'effet latéral des terres, particulièrement important pour les tuyaux semi-rigides et souples, cette opération consiste à remblayer par couches successives de 15 cm durement compactées. L'enrobage de la canalisation jusqu'à environ 30 cm au-dessus de sa génératrice est à distinguer du remblaiement qui a lieu au-delà de cette zone.

Le choix des matériaux d'enrobage et leur mise en œuvre ont une grande influence sur la durabilité du réseau. Il convient donc d'insister sur l'importance de la zone d'enrobage au regard de la répartition des charges à la périphérie des tuyaux.

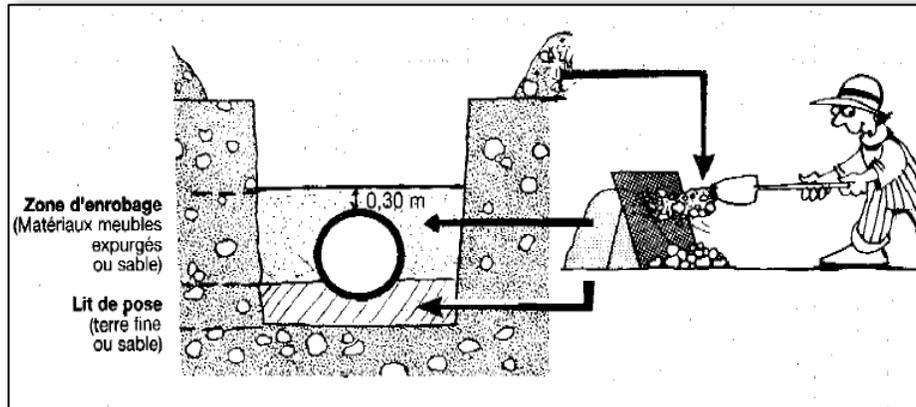


Figure (VII.6) : mise en œuvre des matériaux d'enrobage [10]

VII.1.2.7 Remblaiement :

Un remblayage de qualité est nécessaire pour assurer d'une part, la transmission régulière des charges agissant sur la canalisation et, d'autre part, sa protection contre tout dégât lors de l'exécution des remblais supérieurs.

Le remblaiement est réalisé par couches successives dont l'épaisseur est déterminée en fonction de l'engin de damage (jamais supérieure à 0,3).

Lors du remblaiement et avant compactage, tous les matériaux d'étayage sont à retirer progressivement afin de rétablir une parfaite homogénéité entre le remblai et le terrain naturel.

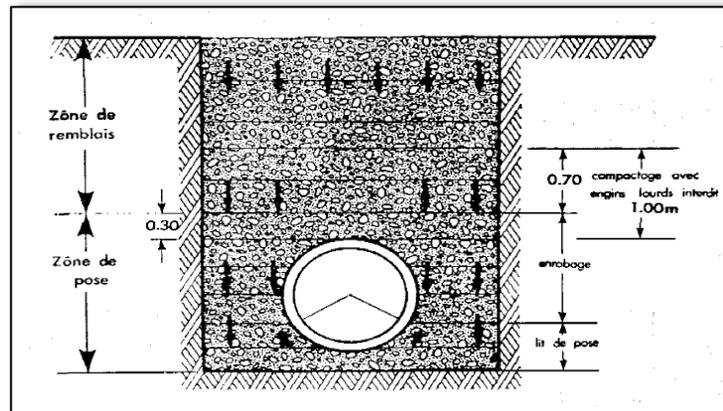


Figure (VII.7) : Enrobage et remblaiement [10]

VII.1.2.8 Mise en service :

La pose est terminée. Grâce au soin apporté aux travaux de pose, la canalisation va devenir un excellent outil de transport, sûre, économique et durable.

Malgré toutes les précautions prises, la propreté de la canalisation est insuffisante. Elle contient toujours de la terre ou des pierres qui, en se déposant dans les appareils de robinetterie ou de fontainerie, peuvent gêner leur manœuvre, détériorer les sièges et clapets

de fermeture. Avant la mise en service définitive du réseau d'eau potable, comme après toute réparations sur une canalisation d'eau, il y'a lieu de procéder à la désinfection du réseau avant de distribuer l'eau aux consommateurs.

La désinfection peut s'effectuer soit au chlore, soit au permanganate de potassium. Il faudra obtenir aux extrémités des canalisations :

- Une coloration violacée pour le permanganate ;
- Une teneur de 5 mg par litre de chlore.

Il est impératif de respecter un temps de contact minimum pour l'opération de désinfection, ce temps de contact dépend du produit utilisé et de la dose introduite.

VII.1.3 Cas particuliers de pose : [10]

On va traiter le cas de ce projet, cas de traversées de routes et de rivière :

VII.1.3.1. Traversé de routes :

En raison des charges supportées, qui peuvent amener des ruptures et, par conséquent, des infiltrations nuisibles à la conduite comme à la route, les traversées de route doivent être limitées dans la mesure du possible. Une autorisation d'occupation du domaine public doit être demandée; elle fixe les conditions de pose et d'entretien. Elle prescrit la pose des conduites dans une gaine dans le double but de protéger la canalisation des chocs et vibrations et d'évacuer les fuites éventuelles hors de la chaussée.

D'autres part, la profondeur d'enfouissement doit être au minimum d'un mètre sous la chaussée; le remblaiement et la reconstitution de la chaussée doivent être exécutés avec soin.

VII.1.3.2. Traversé de rivière :

La pose de canalisation à la traversée d'une rivière demande certains travaux confortatifs en fonction de l'état de la traversée et de l'importance de l'adduction.

L'existence d'un pont route servira également de support de canalisation, ou celle-ci sera accrochée sur tablier. Dans le cas où le pont routier n'existe pas, la canalisation pourra suivre le lit de la rivière, elle sera posée sur des ouvrages spéciaux (tasseaux par exemple) et couverte de tout-venant contre les chocs. Les tronçons immergés doivent être convenablement dimensionnés (à vide) pour éviter leur soulèvement par l'eau. Dans certains cas on dispose des contrepoids disposés sur la génératrice supérieure de la conduite pour la maintenir au contact au fond.

VII.2 Organisation de chantier :

L'organisation de chantier consiste à prévoir toutes les ressources nécessaires en moyens humains, matériels et latéraux, et demande et impose un rythme de travail pour une bonne utilisation de ses moyens dans le but de rechercher : la rapidité, la qualité et l'économie. [11]

VII.2.1 Travaux préliminaires :

VII.2.1.1 Matérialisation :

Avant de commencer le chantier de pose, l'entrepreneur, sur directives du maître d'œuvre, doit procéder aux opérations de piquetage et de jalonnement qui permettent :

- De matérialiser sur le terrain le tracé et le profil en long des canalisations.
- De reporter la position de tous les ouvrages enterrés existants tels que réseaux d'assainissement, câbles électriques et PTT, canalisations de gaz. Pour un repérage précis. L'entrepreneur peut exécuter des sondages de reconnaissance, perpendiculairement aux tracés des canalisations indiqués sur les plans du projet.

L'entrepreneur doit s'assurer de la concordance entre les hypothèses définies au niveau du projet et les conditions d'exécution des travaux. Dans le cas où certains paramètres tels que la nature du sol, les conditions de pose, la pente du terrain, etc. sont en dis concordance avec les directives du projet, il convient d'en informer le maître d'œuvre. [10]

VII.2.1.2 Nivellement :

Pour tout chantier de pose de canalisations d'eau potable, il est indispensable de niveler soigneusement le fond de la fouille afin que la pente soit constante entre les points de changement de pente prévus et que les cotes des tuyaux après pose soient en conformité avec celles inscrites en profil en long.

On substituera, pour les tracés comportant un profil horizontal (quitte à avoir des surprofondeurs), un profil comportant des montées lentes et des descentes rapides, ceci afin de localiser l'air aux points hauts d'où il pourra être évacué par une ventouse. [10]

VII.2.2 Calcul du volume des travaux :

VII.2.2.1 Exécution de la tranchée :

VII.2.2.1.1 La profondeur de la tranchée : Elle est donnée par la relation suivante :

$$H_{tr} = D + h + h_s \dots \textcircled{1} \text{ Avec : } H_{tr} : \text{profondeur de la tranchée (m).}$$

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.

h_s : épaisseur du lit de pose (sable) : $h_s = 0,1$ m.

Donc : $H_{tr} = 1,1 + d$ (m).

VII.2.2.1.2 La largeur de la tranchée : elle est donnée par la relation :

$$b = D + 0,6 \text{ (m)} \dots \textcircled{2} \text{ avec } b : \text{largeur de la tranchée (m).}$$

D : diamètre de la conduite (m).

VII.2.2.1.3 Choix du coefficient du talus :

Pour garder la stabilité du talus de la trachée durant les travaux de pose des conduites on définit le coefficient du talus, qui est en fonction de la profondeur de la tranchée et de la nature du sol.

Tableau (VII.1) : Choix du coefficient de talutage

sols	profondeur de la tranchée	
	jusqu'à 1,5 m	jusqu'à 3m
sable	m=0,5	m=1
limon sableux	m=0,25	m=0,67
limon argileux	m=0	m=0,5

Dans notre cas le sol est limon argileux, d'où le coefficient de talus $m = 0$.

VII.2.2.1.4 Distance de la mise du cavalier :

- **Section transversale de la tranchée (S_{tr}) :** elle est donnée par la relation :

$$S_{tr} = H_{tr} \times b + m \times H_{tr}^2 \dots\dots\dots \textcircled{3}$$
 et comme $m = 0$, on aura : $S_{tr} = H_{tr} \times b$
- **Section du cavalier (S_c) :** Elle est donnée par la relation suivante :

$$S_c = S_{tr} \times K_f \dots\dots\dots \textcircled{4}$$
 Avec : S_{tr} : section transversale de la tranchée (m^2).
 K_f : coefficient de foisonnement.

Tableau (VII.2) : coefficient de foisonnement.

Type de sol	k_f
sable, matériaux fins	1,08-1,17
Limon argileux	1,14-1,28
Argileux	1,25-1,3

Puisque notre sol est limon argileux on prend $K_f = 1,2$.

- **hauteur du cavalier (H_c):**

On a :
$$S_c = \frac{B \times H_c}{2} \dots\dots\dots \textcircled{5}$$
 Avec : B : largeur du cavalier (m).

H_c : hauteur du cavalier (m).

Aussi :
$$B = \frac{2 \times S_c}{H_c} \dots\dots\dots (1)$$
 Et:
$$B = 2mH_c \dots\dots\dots (2)$$

Avec : m : talus du sol de cavalier $m = 1,5$.

De (1) et (2) $H_c = \sqrt{\frac{S_c}{m}}$

- Distance de la mise du cavalier (A) :

C'est la distance qui sépare l'axe de la tranchée à celui du cavalier. Elle est donnée par

la formule suivante : $A = \frac{b}{2} + L + \frac{B}{2} + mH_{tr}$ ⑥

Puisque $m = 0$, Alors : $A = \frac{b}{2} + L + \frac{B}{2}$ Avec : L : longueur de la berme en (m) varie entre 2 et 3 m. on prend : $L = 2$ m.

VII.2.2.1.5 Choix de l'excavateur:

On va choisir une pelle mécanique pour les travaux d'excavation, en se basant sur le champ d'application et l'exigence du chantier, d'où le choix se porte sur une pelle mécanique équipée en rétro dont les caractéristiques sont :

- Creuser en dessous de la surface d'appui à son niveau.
- Peut excaver dans la direction de la machine.
- Creuser avec grande précision et rapidité des tranchées à talus verticaux.

La pelle en rétro choisie doit satisfaire les conditions suivantes :

- Rayon de dischargement $R_{déch} \geq A$.
- Hauteur de chargement $H_{ch} \geq H_{tr_{max}}$.
- Hauteur de déchargement $H_{déch} \geq H_c$.
- Largeur du godet $b_g \leq b_{min}$.

Pour choisir la pelle en rétro satisfaisant les conditions ci-dessus, on passe par le calcul des différents paramètres de la tranchée dont les résultats sont présentés dans le tableau :

Tableau (VII.3) : Calcul des paramètres de la tranchée.

D mm	L m	bff m	H _{tr} m	S _{tr} m ²	S _c m ²	H _c m	A m	V _i =S _{tr} ×L m ³
50	4256,16	0,65	1,15	0,748	0,897	0,773	3,985	3181,480
63	1439,1	0,663	1,163	0,771	0,925	0,785	4,010	1109,645
75	407,92	0,675	1,175	0,793	0,952	0,797	4,032	323,532
90	2464,12	0,69	1,19	0,821	0,985	0,810	4,061	2023,289
110	1111,99	0,71	1,21	0,859	1,031	0,829	4,099	955,311
125	671,93	0,725	1,225	0,888	1,066	0,843	4,127	596,758
160	1327,2	0,76	1,26	0,958	1,149	0,875	4,193	1270,927
200	1127,78	0,8	1,3	1,040	1,248	0,912	4,268	1172,886
250	891,3	0,85	1,35	1,148	1,377	0,958	4,362	1022,767
315	60,59	0,915	1,415	1,295	1,554	1,018	4,484	78,447
Volume total du déblai (m3)								11735,041

On retire d'après ce tableau : $A_{\max} = 4,484 \text{ m}$

$$H_{\text{tr max}} = 1,415 \text{ m}$$

$$H_{\text{c max}} = 1,018 \text{ m}$$

$$b_{\min} = 0,65 \text{ m}$$

D'où pour notre projet, l'excavateur sera une pelle mécanique en rétro à roues pneumatiques. Il reste à déterminer la capacité du godet à choisir, cette dernière est en fonction du volume de terrassement à effectuer.

Tableau (VII.4) : Capacité du godet en fonction du volume de terrassement.

volume du terrassement par une pelle (m ³)	≤10000	≥10000	>20000	>100000
capacité du godet (m ³)	0,25-0,35	0,5-0,65	1-1,25	1,5

Comme le volume total d'excavation (volume du déblai) est de 11735,041 m³ et est supérieur à 10000 m³, on va choisir une pelle de capacité du godet **0,65 m³**.

VII.2.2.1.6 Rendement d'exploitation de la pelle choisie :

Le rendement de la pelle est donné par la relation :

$$R_p = \frac{3600 \times q \times K_R \times K_t}{T_c \times K_f} \quad (\text{m}^3/\text{h}) \dots\dots\dots \textcircled{7}$$

Avec : q : capacité du godet = 0,65 m³.

K_R : coefficient de remplissage du godet $K_R = 0,8-0,9$ on prend : $K_R = 0,8$

K_t : coefficient d'utilisation du temps dépend de la nature du sol et de l'habilité du conducteur :

$$K_t = 0,7 \div 0,9 \text{ prenons } K_t = 0,8.$$

K_f : coefficient de foisonnement du sol : $K_f = 1,2$.

T_c : la durée d'un cycle de remplissage du gobet

$$T_c = (15-30) \text{ s}, \text{ on prend } T_c = 25 \text{ s. donc } R_p = \frac{3600 \times 0,65 \times 0,8 \times 0,8}{25 \times 1,2} = 50 \text{ m}^3/\text{h}$$

Si on prend une durée de travail de 8 heures par jour $R_p = 400 \text{ m}^3/\text{j.}$

VII.2.2.1.7 Calcul du temps d'exécution :

Connaissant le volume de terre à excaver et le rendement de l'engin, le temps

d'exploitation sera : $T = \frac{V}{R_p}$ (Heure) Avec : V : volume du sol excavé (m³)

$$\text{D'où : } T = \frac{11735,041}{400} = 30 \text{ jours.}$$

VII.2.2.2 Aménagement du lit de pose :

En suivant le procédé expliqué dans la partie pose de canalisation, Le volume total du sable pour le lit de pose est calculé d'après le tableau (VII.4).

Le volume total du sable utilisé pour le lit de pose sera : 969,682 m³

Tableau (VII.5) : Calcul du volume total du lit de sable.

D	L	b	S=0,1×b	Vs=S×L
mm	m	m	m ²	m ³
50	4256,16	0,65	0,065	276,650
63	1439,1	0,663	0,066	95,412
75	407,92	0,675	0,068	27,535
90	2464,12	0,69	0,069	170,024
110	1111,99	0,71	0,071	78,951
125	671,93	0,725	0,073	48,715
160	1327,2	0,76	0,076	100,867
200	1127,78	0,8	0,080	90,222
250	891,3	0,85	0,085	75,761
315	60,59	0,915	0,092	5,544
Volume total du sable				969,682

VII.2.2.3 Remblaiement des tranchées :

Une fois la pose des canalisations est faite et les épreuves réussies (détaillés en première partie du chapitre), la mise en place du remblai est effectuée à l'aide d'un bulldozer.

VII.2.2.3.1 Le volume total du remblai : est donné par la relation suivante :

$$V_r = V_d - V_c \cdot V_s \quad (\text{m}^3) \quad \text{Où :} \quad V_d : \text{volume des déblais ; } (\text{m}^3)$$

$$V_c : \text{volume occupé par les conduites. } (\text{m}^3)$$

$$V_s : \text{volume du lit du sable. } (\text{m}^3)$$

Tableau (VII.6) : calcul du volume total du remblai

D	L	V _d	V _c	V _s	V _r
Mm	m	m ³	m ³	m ³	m ³
50	4256,16	3181,480	8,357	276,650	2896,472
63	1439,1	1109,645	4,486	128,015	977,144
75	407,92	323,532	1,802	27,535	294,195
90	2464,12	2023,289	15,676	170,024	1837,589
110	1111,99	955,311	10,567	78,951	865,792
125	671,93	596,758	8,246	48,715	539,797
160	1327,2	1270,927	26,684	205,096	1039,147
200	1127,78	1172,886	35,429	135,630	1001,827
250	891,3	1022,767	43,750	75,761	903,256
315	60,59	78,447	4,722	5,544	68,182
Volume total du remblaiement					10423,402

VII.2.2.3.2 Choix du bulldozer :

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

Tableau (VII.7) : Classes de puissance du bulldozer.

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

Pour une capacité du godet de la pelle égale à 0,65 m³, nous prenons un bulldozer ayant les caractéristiques suivantes: - Puissance $P_b = 60$ KW.

- Largeur de la lame : $b_L = (2 \div 3)$ m.
- Hauteur de la lame : $H_L = (1 \div 1,5)$ m.

VII.3 Précautions particulières à chaque matériau de conduite : [10]

On va détailler dans cette parties les précautions particulières pour les matières plastiques utilisées pour la réhabilitation du réseau de notre projet.

En ce qui concerne les conduites d'alimentation en eau potable, il y'a lieu, du point de vue de la nature du matériau, de distinguer trois catégories :

- Tuyau en polychlorure de vinyle : PVC;
- Tuyau en polyéthylène haute densité : PEHD;
- Tuyau composite en stratifié verre-résine : PRV.

Les tuyaux en PVC et PEHD (utilisés dans notre projet) sont obtenus par extrusion de matière chauffée sous pression entre une filière chaude et un poinçon.

La tenue à la corrosion des tuyaux en matière plastique est excellente. C'est le point fort de ces canalisations, qui offrent cependant une plus faible résistance mécanique que celles dans matériaux : amiante-ciment, fonte et acier, résistance mécanique qui va s'atténuer avec le vieillissement des canalisations. Il est donc impératif que leur mise en œuvre soit effectuée dans le respect des prescriptions des fabricants, à savoir : lit de pose et enrobage soignés.

VII.3 Tuyaux PVC :

Les conduites PVC destinés à la distribution d'eau sont des éléments de longueur 4m à 6m dont l'une des extrémités, appelée emboiture, est modifiée géométriquement afin d'assurer l'assemblages des tubes entre eux.

Cet assemblage peut être réalisé par collage ou par l'intermédiaire d'une bague de joint en forme d'anneau, logée dans l'une des cavités de l'emboiture.

VII.3.1.1 Assemblage :

VII.3.1.1.1 Joint collé : il s'agit en réalité d'une soudure à froid; cependant, ce procédé est très peu employé sur les réseaux d'eau potable, car il a posé de problèmes lorsque les nombreuses précautions de pose n'étaient pas respectées, et que celle-ci n'était pas effectuée par une main d'œuvre spécialisée.

VII.3.1.1.2 Joint automatique : le joint comprend une bague en élastomère qui, comprimée lors de l'emboîtement, assure l'étanchéité. Le montage s'effectue à l'aide d'une barre à mine, après avoir intercalé une cale de bois entre le tube et la barre. Il convient, lors de cette opération de respecter la profondeur d'emboîture.

VII.3.1.1.3 Perspectives spéciales :

Il est conseillé de poser les canalisations avec semaine sinuosité afin de contenir les dilatations thermiques qui peuvent être importantes.

En cas de pose par températures inférieure à 0°C, il convient de prendre les plus grandes précautions pour les manipulations des canalisations et les protéger des chutes des matériaux divers. En cas de pose pendant les journées chaudes, il y a lieu de procéder au serrage des assemblages des raccordements sur des points fixes.

Les tubes PVC doivent être stockés à l'abri du soleil (sous bâche, par exemple) et approchés, au fur et à mesure des besoins, de l'aire des stockages au lieu de l'utilisation.

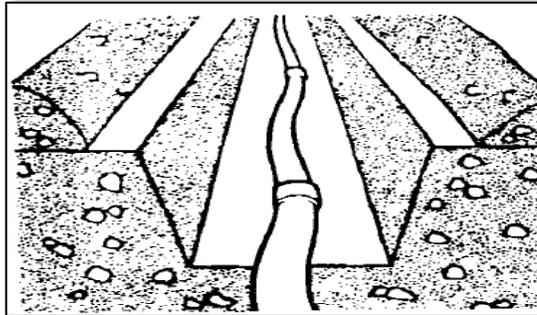


Figure (VII.8) : pose de tubes PVC[10]

VII.3.2 Tuyaux PEHD :

Ces tuyaux peuvent être livrés en barres de 5, 6 ou 12 m ou en couronnes par longueurs de 5 à 100 m.

VII.3.2.1 Assemblage :

Pour le raccordement des tuyaux, deux procédés sont utilisés :

- Jusqu'au diamètre 63 mm, raccordement mécanique à serrage extérieur.
- Raccords électrosoudables : les raccords électrosoudables en polyéthylène à emboîtement femelle sont munis sur leur diamètre intérieur d'une résistance chauffante. Les deux extrémités de cette résistance sont reliées à des plots situés à l'entrée de chaque emboîtement.

Chapitre VII: Pose de canalisation et organisation de chantier

Ce procédé d'assemblage des tuyaux présente l'avantage d'éviter la mise en place de butées, d'où une économie d'exécution, à laquelle s'ajoute celle d'encombrement du sous-sol.

VII.3.2.2 Prescriptions spéciales :

Il est déconseillé de poser les canalisations en polyéthylène

- À proximité de réseaux de chauffage urbain et d'égouts industriels ou la température dépasse 25°C. lorsque l'éloignement n'est pas possible, il convient de protéger la canalisation par un matériau isolant.
- À proximité d'une zone fortement imprégnée d'hydrocarbures, auquel cas la conduite doit être placée dans un fourreur afin d'éviter tout risque de pollution des eaux.

Comme pour le PVC, les tubes polyéthylènes doivent être stockés à l'abri du soleil; ils ne doivent pas être posés lorsqu'ils sont portés à une température élevée, afin d'éviter de les soumettre sous des efforts de rétraction.

La mise en place des tuyaux doit être réalisée en large ondulations destinées à compenser le retrait et la dilatation.

Aux traversées des routes, les tuyaux doivent être placés dans un fourreur de protection rigide et solide, au-delà de 1,2 m de couverture, cette protection ne s'impose plus.

VII.4 Devis estimatif et quantitatif :

Tableau (VII.8) : Devis quantitatif et estimatif

Cout des Canalisations d'eau potable				
Type		Quantité (m)	Prix.unit TTC (DA)	Prix total TTC (DA)
PEHD	Ø50PN10	3361,48	150,53	506 003,58
	Ø63PN10	1270,33	238,48	302 948,30
	Ø75PN10	407,92	338,61	138 125,79
	Ø90PN10	2422,24	446,80	1 082 256,83
	Ø110PN10	1111,99	665,64	740 185,02
	Ø125PN10	671,93	843,99	567 102,20
	Ø160PN10	911,13	1 382,45	1 259 591,67
	Ø200PN10	1127,57	2 162,92	2 438 843,70
	Ø250PN10	891,3	3 357,81	2 992 816,05
	Ø315PN10	60,59	5 057,83	306 453,92
PVC	Ø50PN10	894,68	116,04	103 818,67
	Ø63PN10	660,52	188,66	124 613,70
	Ø90PN10	41,88	369,62	15 479,69
	Ø160PN10	1787,5	928,32	1 659 372,00
	Ø200PN10	567,8	1 431,17	812 618,33

Chapitre VII: Pose de canalisation et organisation de chantier

prix total				13 050 229,46
Cout des Travaux				
Type		Quantité(m3)	Prix.unit TTC (DA)	Prix total TTC (DA)
Excavation	Déblai	11735	450	5280768,45
Remblaiement	Remblai compacté	10423,4	500	5211701
lit de pose	Sable	969,682	1200	1163618,4
Grillage	Grillage avertisseur 300 mm bleu	13758,1	9,15	125886,5235
Prix total				11781974,37
Cout des pièces spéciales d'AEP				
		Quantité	Prix.unit TTC (DA)	Prix total TTC (DA)
Vannes de sectionnement (en fonte)	Vanne DN 40 Ø 50 PN16	44	8552,58	376313,65
	Vanne DN 50 Ø 63 PN16	13	8964,81	116542,52
	Vanne DN 65 Ø 75 PN16	4	10613,69	42454,76
	Vanne DN 80 Ø 90 PN16	13	10921,86	141984,13
	Vanne DN 100 Ø 110 PN16	12	12984,96	155819,57
	Vanne DN 125 Ø 125 PN16	5	17727,51	88637,56
	Vanne DN 150 Ø 160 PN16	11	19582,50	215407,51
	Vanne DN 200 Ø 200 PN16	11	34730,63	382036,94
	Vanne DN 250 Ø 250 PN16	7	49379,44	345656,08
	Vanne DN 300 Ø 315 PN16	1	75796,43	75796,43
Vannes de vidange	Vannes de vidange	11	10000,00	110000,00
Réducteur de pression	R.d.p DN90 1,5 à 6 bars	2	368886,6	737773,2
	R.d.p DN160 1,5 à 6 bars	2	722647,8	1445295,6
	R.d.p DN200 1,5 à 6 bars	1	1249322,4	1249322,4
Ventouses	Ventouse Ø 50 PN 16 Triple fonction	2	16559,31	33118,62
	Ventouse Ø 65 PN 16 Triple fonction	2	19730,24	39460,48
	Ventouse Ø 80 PN 16 Triple fonction	2	20787,22	41574,44
	Ventouse Ø 100 PN 16 Triple fonction	8	22020,36	176162,88
Lutte contre l'incendie	Poteaux d'incendie	8	199188	1593504
Prix total				7366860,77
Cout total du projet				32199064,60

Ce devis reste estimatif, on a essayé de rapprocher des prix réels d'où on a trouvé un cout total de presque **33000000,00 DA**.

VII.5 Planification des travaux :

2VII.5.1 Définitions des tâches et leurs durées :

A : Exécution des tranchées	→ 30 jrs	B : Pose de lit de sable	→ 12 jrs
C : Blindage des tranchées	→ 12 jrs	D : Pose des conduites	→ 60 jrs
E : Essais d'étanchéité	→ 7 jrs	F : Remblayage des tranchées	→ 15 jrs
G : Compactage.	→ 12 jrs		

VII.5.2 Élaboration du réseau :

Tableau (VII.9) : Tableau des taches.

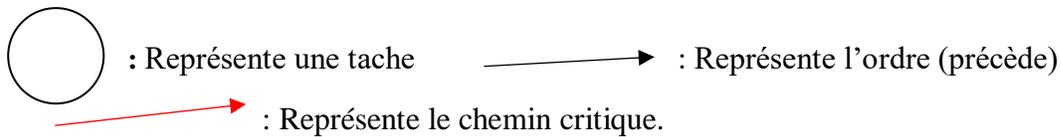
Operations	Precede	Succeed
A	B	/
B	C, D	A
C	E	B
D	E	B
E	F	C,D
F	G	E
G	/	F

Chapitre VII: Pose de canalisation et organisation de chantier

Le réseau à nœuds est représenté sur le schéma ci-dessous, ainsi que les dates de commencement et de finitions au plutôt, les dates de commencement et de finitions au plus tard, les marges totales et les temps de réalisation Avec :

Date de commencement au plutôt (DCP)	Temps de réalisation (TR)
Date de finition au plutôt (DFP)	Date de commencement au plus tard (DCPP)
Date de finition au plutôt (DFPP)	La marge totale (MT)

- Schéma d'une grille du réseau à nœuds -



Procédé de calcul :

Calcul aller :

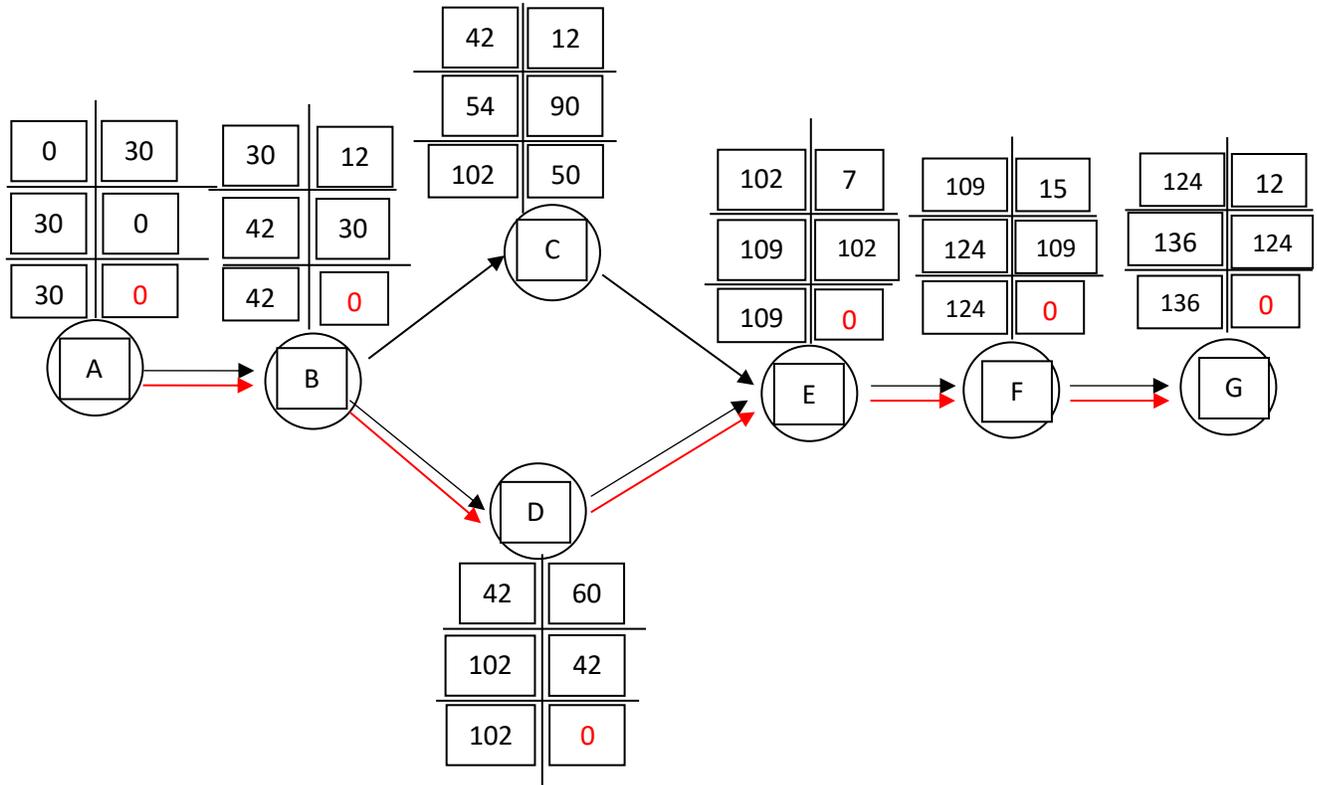
-temps de commencement du projet égale à 0

- $DFP_i = DCP_i + TR$

Calcul retour : - pour la dernière opération $DFP = DFPP$

- $DCPP_i = DFPP_i - TR$

- $DCPP_j = DFPP$



-Schéma du réseau à nœuds -

La durée du projet est 136 jours plus 1 mois de retard pour des raisons non commandées.

Donc, on apte à une durée totale de 5 mois et 2 jours disons 5 mois et demi.

Conclusion :

Dans ce chapitre, on a pu déterminer le cout total du projet ainsi que sa durée en passant par énumération des techniques de pose de canalisations et les précautions à prendre pour les conduites utilisées, calcul des volumes des travaux ou on a envisagé les engins nécessaires, estimation du devis pour le financement du projet du projet et finalement le calcul de la durée par réseau à nœuds.

D'où : Cout total du projet : **33.000.000 DA**

Durée du projet : **5 mois et demi.**

Conclusion générale

Alimenter une zone en eau potable se base sur la présence d'un réseau de distribution performant qui assure la desserte en quantité suffisante d'une eau de bonne qualité avec une pression convenable.

Dans le cadre de ce mémoire; on a étudié le réseau de distribution de BEN ACHOUR afin de vérifier sa performance et remédier aux anomalies trouvées.

Le diagnostic physique des différents constituants du réseau et le diagnostic hydraulique basé sur les résultats de la simulation hydraulique du réseau par le logiciel Epanet; ont permis d'identifier certaines spécificités telles que :

- La majorité des conduites du réseau sont vétustes dont 62% sont en amiante-ciment;
- Les conduites sont surdimensionnées par rapport à un réseau de distribution (39% des conduites ont un diamètre supérieur à 160 mm);
- Présence d'un grand nombre de branchement illicite au réseau;
- Mauvais équilibre de vitesse et de pression (la pression dépasse les 13 bars en quelques nœuds et la vitesse est faible voire nulle dans la majorité des conduites);

D'où la décision de le réhabiliter en proposant deux variantes de réhabilitation liées directement à l'autonomie de desserte de la zone basse et la zone haute, mais avant tout chose il fallait opter pour des modifications nécessaires quelle que soit la variante choisie :

- Enlever toutes les conduites en AC et en AG et les remplacer par des conduites en PEHD.
- Changer les diamètres des conduites du réseau afin de l'équilibrer en termes de pression et de vitesse.

En faisant simuler le réseau selon les deux variantes de réhabilitation sur Epanet en utilisant les débits calculés à long terme (2050); on a choisi la plus convenable, celle qui assure un équilibre de vitesse et de pression en même temps. Donc le réseau projeté aura les caractéristiques suivantes :

- Réseau alimenté par deux ressources :
 - Piquage sur le réseau de Blida pour la zone basse ;
 - Réservoir RV1000 m³ alimenté par STP 4*5000 m³ .
- Diamètres des conduites entre 50 et 315 mm;
- Pression dans la fourchette [1-7] bars et ceci après l'ajout des réducteurs de pression;
- Vitesse de l'eau dans les conduites dans la fourchette [0,5-2] m/s sauf pour :
 - Les conduites impasses dont la majorité ont une vitesse inférieure à 0,5 m/s d'où on opte pour des vannes de vidange à leurs extrémités pour la décharge d'éventuels dépôts solides ;
 - Deux conduites (P88 et P29) ayant une vitesse de 2,43 m/s et 2,11 m/s successivement d'où on recommande l'installation des vannes de régulation de vitesse.

Ce réseau projeté; peut répondre aux besoins en eau potable de BEN ACHOUR au moins jusqu'à 2050 avec un fonctionnement beaucoup plus fiable.

ANNEXES

Annex n° 1

Tableau (II.34) : Coefficient de Variation horaire de consommation en % en fonction de nombre d'habitants.

Heures	Nombre d'habitants				
	Moins de 10000	De 10001 à 50000	De 50001 à 100000	Plus de 100000	Agglomération de type rurale
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

Annex n° 2

Tableau (VI.18) : État des nœuds du réseau en cas de pointe selon la variante 1 avant modification.

	Altitude	Demande	Charge	Pression
ID Nœud	m	LPS	m	m
Noeud n1	352,92	1,68	385,97	33,05
Noeud n2	346,93	0,93	384,11	37,18
Noeud n3	321,21	1,79	385,02	63,81
Noeud n4	301,4	0,61	384,56	83,16
Noeud n5	307	3,15	385,46	78,46
Noeud n6	288,09	0,55	385,02	96,93
Noeud n7	253,63	1,16	382,74	129,11
Noeud n8	250,63	1,41	382,78	132,15
Noeud n9	265,77	1,54	383,46	117,69
Noeud n10	268,55	0,28	383,39	114,84
Noeud n11	252,82	1,69	381,82	129
Noeud n12	239,77	0,89	381,4	141,63
Noeud n13	242,78	0,43	381,17	138,39
Noeud n14	253,77	2,47	385,1	131,33
Noeud n15	248,66	0,63	384,46	135,8
Noeud n16	238,69	1,71	382,4	143,71
Noeud n17	235,54	0,86	381,05	145,51
Noeud n18	223,08	1,23	381,4	158,32
Noeud n19	229,09	2,91	381,8	152,71
Noeud n21	226,7	0,44	380,6	153,9
Noeud n22	226,02	2,45	376,17	150,15
Noeud n23	217,65	1,57	373,51	155,86
Noeud n24	218,73	1,43	374,07	155,34
Noeud n25	224,56	3,12	376,11	151,55
Noeud n28	279,97	1,68	385,11	105,14
Noeud n29	264,62	0,27	384,76	120,14
Noeud n30	266,76	0,63	384,72	117,96
Noeud n31	267,82	1,15	384,91	117,09
Noeud n32	282,33	0,65	384,24	101,91
Noeud n33	275,83	1,2	385,05	109,22
Noeud n34	288,84	1,28	383,86	95,02
Noeud n35	282,6	8,66	385,18	102,58
Noeud n36	379,76	7,14	387,74	7,98
Noeud n37	290,91	1,02	366,54	75,63
Noeud n38	291,51	0,22	365,71	74,2
Noeud n39	227,71	1,37	378,07	150,36
Noeud n40	226,33	0,76	378,54	152,21
Noeud n41	228,25	1,19	379,54	151,29
Noeud n42	225,64	0,98	381,49	155,85
Noeud n43	231,57	0,67	378,78	147,21
Noeud n44	232,13	2,53	380,29	148,16
Noeud n45	236,73	0,24	381,05	144,32
Noeud n50	246,38	0,48	384,8	138,42

Suite **Tableau (VI.19) :**

Noeud n51	246,09	3,24	383,96	137,87
Noeud n52	249,82	1,09	384,87	135,05
Noeud n53	269,32	3,58	385,73	116,41
Noeud n54	281,02	3,21	385,28	104,26
Noeud n55	305,14	3,1	386,69	81,55
Noeud n56	291,31	1,89	384,98	93,67
Noeud n57	280,85	0,51	384,86	104,01
Noeud n58	305,16	1,79	384,15	78,99
Noeud n59	301,34	1,5	383,96	82,62
Noeud n60	301,56	2,31	383,7	82,14
Noeud n61	289,32	0,86	382,19	92,87
Noeud n62	273,96	3,38	383,45	109,49
Noeud n63	262,19	0,69	381,92	119,73
Noeud n64	265,41	1,31	382,75	117,34
Noeud n65	262,19	0,69	381,93	119,74
Noeud n66	286,91	0,58	384,67	97,76
Noeud n67	251,92	1,02	385,18	133,26
Noeud n69	264,66	2,43	381,83	117,17
Noeud n71	246,48	1,47	384,74	138,26
Noeud n72	221,41	0,98	380,84	159,43
Noeud n73	224,42	0,17	380,82	156,4
Noeud n75	269,21	1,85	384,09	114,88
Noeud n76	275,33	3,17	385,1	109,77
Noeud n77	295,63	0,4	385,05	89,42
Noeud n78	296,67	1,29	385,23	88,56
Noeud n81	293,22	1,2	380,18	86,96
Noeud n82	328	1,73	385,66	57,66
Noeud n83	341,76	1,14	385,89	44,13
Noeud n84	341,59	2,24	385,46	43,87
Noeud n85	342,8	2,69	387,03	44,23
Noeud n86	346,34	2,34	387,17	40,83
Noeud n87	355,51	3,61	386,15	30,64
Noeud n88	376,1	2,68	387,26	11,16
Noeud n89	379,76	0,32	387,38	7,62
Noeud n90	264,32	2,68	384,83	120,51
Noeud n91	260,35	4,92	384,18	123,83
Noeud n93	281,18	3,83	367,99	86,81
Noeud n94	287,92	1,54	365,8	77,88
Noeud n95	284,94	0,69	367,73	82,79
Noeud n96	290,07	0,47	367,39	77,32
Noeud n98	288,12	0,69	366,95	78,83
Noeud n99	285,91	0,51	366,53	80,62
Noeud n100	291,97	0,7	365,75	73,78
Noeud n101	296,16	0,26	365,68	69,52
Noeud n102	307	0,71	365,51	58,51
Noeud n103	262,32	0,54	383,69	121,37
Réservoir 1	386,12	-145,05	388,12	2

Tableau (VI.19) : État des conduites du réseau en cas de pointe selon la variante 1 avant modification.

	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.	État
ID Arc	m	mm	mm	LPS	m/s	m/km	
Tuyau p1	177,8	44	0,0015	0,93	0,61	10,49	Ouvert
Tuyau p2	88,94	96,8	0,0015	5,21	0,71	5,14	Ouvert
Tuyau p3	105,4	44	0,0015	0,55	0,36	4,18	Ouvert
Tuyau p4	19,66	79,2	0,0015	-1,78	0,36	2	Ouvert
Tuyau p5	53,98	44	0,0015	0,28	0,18	1,3	Ouvert
Tuyau p6	72,28	55,4	0,0015	1,25	0,52	5,92	Ouvert
Tuyau p7	82,47	44	0,0015	0,43	0,28	2,72	Ouvert
Tuyau p8	121,2	44	0,0015	0,63	0,41	5,3	Ouvert
Tuyau p9	70,37	96,8	0,0015	10,85	1,47	19,21	Ouvert
Tuyau p10	119,3	44	0,0015	-0,49	0,32	3,34	Ouvert
Tuyau p12	302,1	55,4	0,0015	1,57	0,65	8,81	Ouvert
Tuyau p13	273,5	55,4	0,0015	-1,43	0,59	7,47	Ouvert
Tuyau p19	1371	237,6	0,0015	-32,62	0,74	1,86	Ouvert
Tuyau p21	129,5	44	0,0015	-0,15	0,1	0,43	Ouvert
Tuyau p22	196,7	79,2	0,0015	-4,4	0,89	9,97	Ouvert
Tuyau p23	37,98	55,4	0,0015	-4,17	1,73	50,19	Ouvert
Tuyau p24	28,7	96,8	0,0015	-9,94	1,35	16,4	Ouvert
Tuyau p25	43,34	79,2	0,0015	-7,02	1,42	22,97	Ouvert
Tuyau p26	73,07	55,4	0,0015	-3,68	1,53	40,3	Ouvert
Tuyau p27	129,2	44	0,0015	-0,67	0,44	5,9	Ouvert
Tuyau p28	56,38	96,8	0,0015	-8,88	1,21	13,37	Ouvert
Tuyau p29	47,87	96,8	0,0015	-9,75	1,32	15,84	Ouvert
Tuyau p30	46,38	79,2	0,0015	0,24	0,05	0,06	Ouvert
Tuyau p34	141,8	79,2	0,0015	-3,43	0,7	6,37	Ouvert
Tuyau p35	18,83	176,2	0,0015	-20,57	0,84	3,42	Ouvert
Tuyau p36	48,66	176,2	0,0015	-25,09	1,03	4,89	Ouvert
Tuyau p38	155,6	141	0,0015	-10,3	0,66	2,87	Ouvert
Tuyau p41	97,8	55,4	0,0015	0,51	0,21	1,23	Ouvert
Tuyau p42	75,65	55,4	0,0015	1,78	0,74	10,96	Ouvert
Tuyau p43	45,52	44	0,0015	0,55	0,36	4,22	Ouvert
Tuyau p44	13	44	0,0015	-2,15	1,41	46,25	Ouvert
Tuyau p45	14,72	44	0,0015	2,45	1,61	58,48	Ouvert
Tuyau p46	165,3	44	0,0015	0,86	0,57	9,14	Ouvert
Tuyau p47	237,6	96,8	0,0015	6,52	0,89	7,7	Ouvert
Tuyau p48	133,1	44	0,0015	0,69	0,45	6,21	Ouvert
Tuyau p49	69,87	44	0,0015	-0,07	0,05	0,1	Ouvert
Tuyau p50	131,9	44	0,0015	0,69	0,45	6,21	Ouvert
Tuyau p51	48,86	55,4	0,0015	-2,07	0,86	14,4	Ouvert
Tuyau p54	49,52	176,2	0,0015	-2,35	0,1	0,07	Ouvert
Tuyau p56	47,92	55,4	0,0015	3,78	1,57	42,13	Ouvert
Tuyau p58	101,3	44	0,0015	-0,81	0,53	9,93	Ouvert
Tuyau p60	31,96	44	0,0015	0,17	0,11	0,55	Ouvert

Suite Tableau (VI.19) :

Tuyau p61	72,11	55,4	0,0015	-1,59	0,66	9,01	Ouvert
Tuyau p62	42,93	96,8	0,0015	6,25	0,85	7,15	Ouvert
Tuyau p64	55,4	55,4	0,0015	-3,71	1,54	40,74	Ouvert
Tuyau p65	53,57	44	0,0015	0,99	0,65	11,62	Ouvert
Tuyau p66	188,9	44	0,0015	-0,83	0,55	8,67	Ouvert
Tuyau p67	23,88	220,4	0,0015	-13,65	0,36	0,56	Ouvert
Tuyau p68	247	110,2	0,0015	6,55	0,69	4,16	Ouvert
Tuyau p70	137,8	220,4	0,0015	25,17	0,66	1,68	Ouvert
Tuyau p71	262,5	44	0,0015	-0,72	0,47	6,72	Ouvert
Tuyau p74	222,2	44	0,0015	0,57	0,37	5,1	Ouvert
Tuyau p75	229,5	44	0,0015	1,2	0,79	16,45	Ouvert
Tuyau p76	90,02	220,4	0,0015	-31,89	0,84	2,57	Ouvert
Tuyau p77	39,2	44	0,0015	0,95	0,63	10,85	Ouvert
Tuyau p79	280,1	110,2	0,0015	-7,71	0,81	5,58	Ouvert
Tuyau p81	55,09	277,6	0,0015	-59,75	0,99	2,64	Ouvert
Tuyau p82	293,3	96,2	0,0015	4,11	0,57	3,48	Ouvert
Tuyau p83	54,35	220,4	0,0015	36,59	0,96	3,29	Ouvert
Tuyau p84	89,49	277,6	0,0015	33,98	0,56	0,95	Ouvert
Tuyau p85	100,9	363,7	0,0015	-66,2	0,64	0,86	Ouvert
Tuyau p86	344,5	220,4	0,0015	36,09	0,95	3,21	Ouvert
Tuyau p87	60,59	363,7	0,0015	-104,97	1,01	2	Ouvert
Tuyau p88	361,5	55,4	0,0015	1,07	0,44	4,5	Ouvert
Tuyau p89	424,1	190,2	0,0015	16,1	0,57	1,52	Ouvert
Tuyau p91	294,8	57	0,0015	1,54	0,6	7,43	Ouvert
Tuyau p92	23,51	83	0,0015	5,27	0,97	10,99	Ouvert
Tuyau p93	90,99	42,6	0,0015	0,47	0,33	3,71	Ouvert
Tuyau p95	17,4	57	0,0015	2,91	1,14	23,02	Ouvert
Tuyau p96	96,92	42,6	0,0015	0,51	0,36	4,27	Ouvert
Tuyau p98	49,17	42,6	0,0015	0,26	0,18	1,33	Ouvert
Tuyau p100	135,7	42,6	0,0015	0,71	0,5	7,62	Ouvert
Tuyau p55	202,23	44	0,0015	0,59	0,39	4,74	Ouvert
Tuyau p11	85,05	44	0,0015	0,44	0,29	2,84	Ouvert
Tuyau p32	396	110,2	0,0015	-9,65	1,01	8,34	Ouvert
Tuyau p31	51,04	220,4	0,0015	-21,88	0,57	1,3	Ouvert
Tuyau p33	111,11	44	0,0015	0,58	0,38	4,59	Ouvert
Tuyau p102	51,09	42,6	0,0015	-0,27	0,19	1,42	Ouvert
Tuyau p103	38,57	190,2	0,0015	-19,05	0,67	2,06	Ouvert
Tuyau p104	121,05	57	0,0015	0,63	0,25	1,55	Ouvert
Tuyau p105	60,32	190,2	0,0015	-20,83	0,73	2,42	Ouvert
Tuyau p106	125,36	42,6	0,0015	0,65	0,46	6,52	Ouvert
Tuyau p107	44,81	190,2	0,0015	-22,68	0,8	2,82	Ouvert
Tuyau p108	245,34	57	0,0015	1,28	0,5	5,36	Ouvert
Tuyau p20	42,67	42,6	0,0015	1,18	0,83	18,63	Ouvert
Tuyau p109	41,79	42,6	0,0015	0,22	0,15	1	Ouvert
Tuyau p16	380,8	55,4	0,0015	-1,66	0,69	9,64	Ouvert
Tuyau p15	26,15	176,2	0,0015	-16,31	0,67	2,25	Ouvert
Tuyau p14	99,52	55,4	0,0015	-1,47	0,61	7,83	Ouvert

Suite Tableau (VI.19) :

Tuyau p17	76,48	44	0,0015	0,4	0,26	2,4	Ouvert
Tuyau p18	143,7	44	0,0015	-0,57	0,37	4,46	Ouvert
Tuyau p53	103,3	42,6	0,0015	0,54	0,38	4,72	Ouvert
Tuyau p69	416,5	83	0,0015	10,64	1,97	38,88	Ouvert
Tuyau p72	18,37	57	0,0015	-4,11	1,61	42,71	Ouvert
Tuyau p73	111	110,2	0,0015	6,43	0,67	4,02	Ouvert
Tuyau p78	15,57	96,8	0,0015	-0,07	0,01	0	Ouvert
Tuyau p90	188,7	79,2	0,0015	4,18	0,85	9,07	Ouvert
Tuyau p94	34,24	220,4	0,0015	23,48	0,62	1,48	Ouvert
Tuyau p39	226,3	220,4	0,0015	42,07	1,1	4,24	Ouvert
Tuyau p97	304,9	220,4	0,0015	28,19	0,74	2,06	Ouvert
Tuyau p99	155,9	110,2	0,0015	13,37	1,4	15,01	Ouvert
Tuyau p110	180,56	277,6	0,0015	49,34	0,82	1,86	Ouvert
Tuyau p111	87,27	220,4	0,0015	29,59	0,78	2,25	Ouvert

Tableau (VI.20) : État des nœuds du réseau en cas de pointe selon la variante 1 après modification.

	Altitude	Demande	Charge	Pression
ID Noeud	m	LPS	m	m
Noeud n1	352,92	1,68	386,99	34,07
Noeud n2	346,93	0,93	386,36	39,43
Noeud n3	321,21	1,79	383,34	62,13
Noeud n4	301,4	0,61	353,34	51,94
Noeud n5	307	3,15	326,07	19,07
Noeud n6	288,09	0,55	325,92	37,83
Noeud n7	253,63	1,16	287,72	34,09
Noeud n8	250,63	1,41	283,76	33,13
Noeud n9	265,77	1,54	320,48	54,71
Noeud n10	268,55	0,28	320,45	51,9
Noeud n11	252,82	1,69	318,43	65,61
Noeud n12	239,77	0,89	287,47	47,7
Noeud n13	242,78	0,43	287,39	44,61
Noeud n14	253,77	2,47	278,71	24,94
Noeud n15	248,66	0,63	278,5	29,84
Noeud n16	238,69	1,71	283,49	44,8
Noeud n17	235,54	0,86	283,77	48,23
Noeud n18	223,08	1,23	287,09	64,01
Noeud n19	229,09	2,91	295,03	65,94
Noeud n21	226,7	0,44	290,05	63,35
Noeud n22	226,02	2,45	287,45	61,43
Noeud n23	217,65	1,57	287,35	69,7
Noeud n24	218,73	1,43	284,4	65,67
Noeud n25	224,56	3,12	286,44	61,88
Noeud n28	279,97	1,68	323,06	43,09
Noeud n29	264,62	0,27	327,69	63,07

Suite **Tableau (VI.20) :**

Noeud n30	266,76	0,63	327,61	60,85
Noeud n31	267,82	1,15	327,8	59,98
Noeud n32	282,33	0,65	327,76	45,43
Noeud n33	275,83	1,2	327,97	52,14
Noeud n34	288,84	1,28	326,8	37,96
Noeud n35	282,6	8,66	328,11	45,51
Noeud n36	379,76	7,14	388,11	8,35
Noeud n37	290,91	1,02	319,37	28,46
Noeud n38	291,51	0,22	319,16	27,65
Noeud n39	227,71	1,37	287,48	59,77
Noeud n40	226,33	0,76	287,56	61,23
Noeud n41	228,25	1,19	287,49	59,24
Noeud n42	225,64	0,98	290,78	65,14
Noeud n43	231,57	0,67	287,24	55,67
Noeud n44	232,13	2,53	284,25	52,12
Noeud n45	236,73	0,24	283,77	47,04
Noeud n50	246,38	0,48	280,86	34,48
Noeud n51	246,09	3,24	280,8	34,71
Noeud n52	249,82	1,09	280,26	30,44
Noeud n53	269,32	3,58	338,71	69,39
Noeud n54	281,02	3,21	338,63	57,61
Noeud n55	305,14	3,1	338,08	32,94
Noeud n56	291,31	1,89	349,84	58,53
Noeud n57	280,85	0,51	349,72	68,87
Noeud n58	305,16	1,79	351,5	46,34
Noeud n59	301,34	1,5	352,92	51,58
Noeud n60	301,56	2,31	352,94	51,38
Noeud n61	289,32	0,86	352,44	63,12
Noeud n62	273,96	3,38	326,35	52,39
Noeud n63	262,19	0,69	287,44	25,25
Noeud n64	265,41	1,31	307,5	42,09
Noeud n65	262,19	0,69	307,23	45,04
Noeud n66	286,91	0,58	324,17	37,26
Noeud n67	251,92	1,02	324,21	72,29
Noeud n69	264,66	2,43	318,91	54,25
Noeud n71	246,48	1,47	281,19	34,71
Noeud n72	221,41	0,98	290,13	68,72
Noeud n73	224,42	0,17	290,12	65,7
Noeud n75	269,21	1,85	320,47	51,26
Noeud n76	275,33	3,17	322,83	47,5
Noeud n77	295,63	0,4	324,93	29,3
Noeud n78	296,67	1,29	325	28,33
Noeud n81	293,22	1,2	351,66	58,44
Noeud n82	328	1,73	386,07	58,07
Noeud n83	341,76	1,14	386,75	44,99
Noeud n84	341,59	2,24	384,74	43,15

Suite **Tableau (VI.20) :**

Noeud n85	342,8	2,69	388,08	45,28
Noeud n86	346,34	2,34	388,06	41,72
Noeud n87	355,51	3,61	387,12	31,61
Noeud n88	376,1	2,68	388,06	11,96
Noeud n89	379,76	0,32	388,11	8,35
Noeud n90	264,32	2,68	327,71	63,39
Noeud n91	260,35	4,92	326,96	66,61
Noeud n93	281,18	3,83	320,84	39,66
Noeud n94	287,92	1,54	318,65	30,73
Noeud n95	284,94	0,69	320,56	35,62
Noeud n96	290,07	0,47	320,47	30,4
Noeud n98	288,12	0,69	319,77	31,65
Noeud n99	285,91	0,51	319,67	33,76
Noeud n100	291,97	0,7	319,17	27,2
Noeud n101	296,16	0,26	319,16	23
Noeud n102	307	0,71	319,11	12,11
Noeud n103	262,32	0,54	326,84	64,52
Noeud 2	270	-34	391,54	121,54
Bâche 3	0	0	0	0
Réservoir 1	386,12	-111,05	392,12	6

Tableau (VI.21) : État des conduites du réseau en cas de pointe selon la variante 1 après modification.

	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	Pert. Charge Unit.	État
ID Arc	m	mm	mm	LPS	m/s	m/km	
Tuyau p1	177,8	55,4	0,0015	0,93	0,39	3,5	Ouvert
Tuyau p3	105,4	55,4	0,0015	0,55	0,23	1,4	Ouvert
Tuyau p4	19,66	55,4	0,0015	8,99	3,73	201,38	Ouvert
Tuyau p5	53,98	55,4	0,0015	0,28	0,12	0,44	Ouvert
Tuyau p6	72,28	55,4	0,0015	13,6	5,64	428,41	Ouvert
Tuyau p7	82,47	55,4	0,0015	0,43	0,18	0,92	Ouvert
Tuyau p8	121,2	55,4	0,0015	0,63	0,26	1,78	Ouvert
Tuyau p9	70,37	110,2	0,0015	-6,43	0,67	4,03	Ouvert
Tuyau p10	119,3	110,2	0,0015	-30,38	3,18	66,53	Ouvert
Tuyau p12	302,1	110,2	0,0015	1,57	0,16	0,33	Ouvert
Tuyau p13	273,5	55,4	0,0015	-1,43	0,59	7,47	Ouvert
Tuyau p21	129,5	55,4	0,0015	-1,46	0,61	7,77	Ouvert
Tuyau p22	196,7	79,2	0,0015	-3,09	0,63	5,3	Ouvert
Tuyau p23	37,98	141	0,0015	-5,48	0,35	0,93	Ouvert
Tuyau p24	28,7	141	0,0015	-9,94	0,64	2,7	Ouvert
Tuyau p25	43,34	176,2	0,0015	13,52	0,55	1,61	Ouvert

Suite **Tableau (VI.21) :**

Tuyau p26	73,07	110,2	0,0015	-24,22	2,54	44,03	Ouvert
Tuyau p27	129,2	55,4	0,0015	-0,67	0,28	1,98	Ouvert
Tuyau p28	56,38	79,2	0,0015	11,66	2,37	57,5	Ouvert
Tuyau p29	47,87	96,8	0,0015	7,53	1,02	9,96	Ouvert
Tuyau p30	46,38	79,2	0,0015	0,24	0,05	0,06	Ouvert
Tuyau p34	141,8	55,4	0,0015	0,97	0,4	3,77	Ouvert
Tuyau p35	18,83	176,2	0,0015	70,42	2,89	31,92	Ouvert
Tuyau p36	48,66	176,2	0,0015	70,3	2,88	31,82	Ouvert
Tuyau p38	155,6	110,2	0,0015	-2,01	0,21	0,51	Ouvert
Tuyau p41	97,8	55,4	0,0015	0,51	0,21	1,23	Ouvert
Tuyau p42	75,65	220,4	0,0015	-103,81	2,72	21,98	Ouvert
Tuyau p43	45,52	220,4	0,0015	-125,55	3,29	31,15	Ouvert
Tuyau p44	13	220,4	0,0015	-128,25	3,36	32,39	Ouvert
Tuyau p45	14,72	96,8	0,0015	13,04	1,77	26,76	Ouvert
Tuyau p46	165,3	55,4	0,0015	0,86	0,36	3,05	Ouvert
Tuyau p47	237,6	96,8	0,0015	18,75	2,55	51,71	Ouvert
Tuyau p48	133,1	55,4	0,0015	0,69	0,29	2,08	Ouvert
Tuyau p49	69,87	55,4	0,0015	-10,84	4,5	283,12	Ouvert
Tuyau p50	131,9	55,4	0,0015	0,69	0,29	2,08	Ouvert
Tuyau p51	48,86	55,4	0,0015	-12,84	5,33	385,67	Ouvert
Tuyau p54	49,52	176,2	0,0015	-36,54	1,5	9,66	Ouvert
Tuyau p56	47,92	110,2	0,0015	-28,83	3,02	60,5	Ouvert
Tuyau p58	101,3	141	0,0015	41,42	2,65	35,58	Ouvert
Tuyau p60	31,96	55,4	0,0015	0,17	0,07	0,19	Ouvert
Tuyau p61	72,11	55,4	0,0015	-1,59	0,66	9,01	Ouvert
Tuyau p62	42,93	96,8	0,0015	26,79	3,64	99,04	Ouvert
Tuyau p64	55,4	141	0,0015	-36,44	2,33	28,17	Ouvert
Tuyau p65	53,57	55,4	0,0015	-0,09	0,04	0,04	Ouvert
Tuyau p66	188,9	55,4	0,0015	-1,91	0,79	12,49	Ouvert
Tuyau p67	23,88	220,4	0,0015	-65,16	1,71	9,39	Ouvert
Tuyau p68	247	176,2	0,0015	38,2	1,57	10,47	Ouvert
Tuyau p70	137,8	277,6	0,0015	108,33	1,79	7,78	Ouvert
Tuyau p71	262,5	66	0,0015	9,87	2,88	102,38	Ouvert
Tuyau p74	222,2	96,8	0,0015	-19,95	2,71	57,9	Ouvert
Tuyau p75	229,5	55,4	0,0015	1,2	0,5	5,48	Ouvert
Tuyau p76	90,02	277,6	0,0015	-106,31	1,76	7,52	Ouvert
Tuyau p77	39,2	66	0,0015	6,72	1,96	51,1	Ouvert
Tuyau p79	280,1	277,6	0,0015	-136,79	2,26	11,92	Ouvert
Tuyau p81	55,09	277,6	0,0015	20,44	0,34	0,38	Ouvert
Tuyau p82	293,3	110,2	0,0015	5,66	0,59	3,21	Ouvert

Suite **Tableau (VI.21)** :

Tuyau p83	54,35	363,7	0,0015	116,78	1,12	2,42	Ouvert
Tuyau p84	89,49	352,6	0,0015	114,17	1,17	2,7	Ouvert
Tuyau p85	100,9	363,7	0,0015	12,43	0,12	0,04	Ouvert
Tuyau p86	344,5	352,6	0,0015	114,73	1,17	2,72	Ouvert
Tuyau p87	60,59	440,6	0,0015	-104,97	0,69	0,79	Ouvert
Tuyau p88	361,5	55,4	0,0015	2,53	1,05	20,56	Ouvert
Tuyau p89	424,1	184,6	0,0015	16,1	0,6	1,76	Ouvert
Tuyau p91	294,8	57	0,0015	1,54	0,6	7,43	Ouvert
Tuyau p92	23,51	81,4	0,0015	5,27	1,01	12,06	Ouvert
Tuyau p93	90,99	57	0,0015	0,47	0,18	0,93	Ouvert
Tuyau p95	17,4	57	0,0015	2,91	1,14	23,02	Ouvert
Tuyau p96	96,92	57	0,0015	0,51	0,2	1,08	Ouvert
Tuyau p98	49,17	57	0,0015	0,26	0,1	0,34	Ouvert
Tuyau p100	135,7	57	0,0015	0,71	0,28	1,91	Ouvert
Tuyau p55	202,23	79,2	0,0015	-21,25	4,31	171,45	Ouvert
Tuyau p11	85,05	55,4	0,0015	0,44	0,18	0,95	Ouvert
Tuyau p31	51,04	220,4	0,0015	-105,04	2,75	22,46	Ouvert
Tuyau p33	111,11	79,2	0,0015	0,58	0,12	0,28	Ouvert
Tuyau p102	51,09	57	0,0015	-0,27	0,11	0,36	Ouvert
Tuyau p103	38,57	184,6	0,0015	-19,05	0,71	2,38	Ouvert
Tuyau p104	121,05	57	0,0015	0,63	0,25	1,55	Ouvert
Tuyau p105	60,32	184,6	0,0015	-20,83	0,78	2,79	Ouvert
Tuyau p106	125,36	57	0,0015	0,65	0,25	1,64	Ouvert
Tuyau p107	44,81	184,6	0,0015	-22,68	0,85	3,26	Ouvert
Tuyau p108	245,34	57	0,0015	1,28	0,5	5,36	Ouvert
Tuyau p20	42,67	57	0,0015	1,18	0,46	4,65	Ouvert
Tuyau p109	41,79	57	0,0015	0,22	0,09	0,25	Ouvert
Tuyau p16	380,8	55,4	0,0015	1,6	0,66	9,07	Ouvert
Tuyau p15	26,15	176,2	0,0015	42,06	1,73	12,47	Ouvert
Tuyau p14	99,52	79,2	0,0015	-2,61	0,53	3,94	Ouvert
Tuyau p17	76,48	55,4	0,0015	0,4	0,17	0,81	Ouvert
Tuyau p18	143,7	55,4	0,0015	-2,42	1	19	Ouvert
Tuyau p53	103,3	57	0,0015	0,54	0,21	1,19	Ouvert
Tuyau p69	416,5	101,6	0,0015	10,64	1,31	14,69	Ouvert
Tuyau p72	18,37	57	0,0015	-4,11	1,61	42,71	Ouvert
Tuyau p73	111	277,6	0,0015	141,27	2,33	12,65	Ouvert
Tuyau p78	15,57	96,8	0,0015	12,28	1,67	24,02	Ouvert
Tuyau p90	188,7	176,2	0,0015	-101,41	4,16	62,29	Ouvert
Tuyau p94	34,24	220,4	0,0015	106,64	2,8	23,09	Ouvert
Tuyau p99	155,9	176,2	0,0015	-46,15	1,89	14,76	Ouvert

Suite **Tableau (VI.21) :**

Tuyau p39	226,3	277,6	0,0015	-61,61	1,02	2,79	Ouvert
Tuyau p32	396	141	0,0015	60,07	3,85	70,21	Ouvert
Tuyau 8	1481	230,8	0,0015	34	0,81	2,31	Ouvert
Vanne 2	Sans Valeur	184,6	Sans Valeur	32,62	1,22	60	Actif
Vanne 3	Sans Valeur	277,6	Sans Valeur	141,89	2,34	30	Actif
Vanne 4	Sans Valeur	220,4	Sans Valeur	-159,91	4,19	50	Actif
Vanne 6	Sans Valeur	79,2	Sans Valeur	-67,2	13,64	60	Actif
Vanne 7	Sans Valeur	277,6	Sans Valeur	102,16	1,69	60	Actif

Tableau (VI.22) : État des nœuds du réseau en cas de pointe selon la variante 2 avant modification.

	Altitude	Demande	Charge	Pression
ID Noeud	m	LPS	m	m
Noeud n1	352,92	1,13	384,92	32
Noeud n2	346,93	0,72	383,73	36,8
Noeud n3	321,21	1,06	383,9	62,69
Noeud n4	301,4	0,48	383,48	82,08
Noeud n5	307	19,02	381,37	74,37
Noeud n6	288,09	0,43	381,08	92,99
Noeud n7	253,63	0,79	371,37	117,74
Noeud n8	250,63	1,1	371,37	120,74
Noeud n9	265,77	1,21	377,64	111,87
Noeud n10	268,55	0,22	377,6	109,05
Noeud n11	252,82	1,32	374,77	121,95
Noeud n12	239,77	0,69	373,86	134,09
Noeud n13	242,78	0,34	373,71	130,93
Noeud n14	253,77	1,93	369,81	116,04
Noeud n15	248,66	0,49	369,4	120,74
Noeud n16	238,69	19,22	255,21	16,52
Noeud n17	235,54	1,11	257,16	21,62
Noeud n18	223,08	1,6	255,57	32,49
Noeud n19	229,09	3,37	257,28	28,19
Noeud n21	226,7	0,58	256,68	29,98
Noeud n22	226,02	3,18	260,68	34,66
Noeud n25	224,56	4,06	260,42	35,86
Noeud n28	279,97	1,31	378,09	98,12
Noeud n29	264,62	0,21	369,64	105,02
Noeud n30	266,76	0,49	369,64	102,88
Noeud n31	267,82	0,9	369,76	101,94
Noeud n32	282,33	0,51	369,76	87,43
Noeud n33	275,83	0,94	369,89	94,06
Noeud n34	288,84	1	369,15	80,31
Noeud n35	282,6	6,77	370	87,4

Suite **Tableau (VI.22) :**

Noeud n36	384,2	5,59	388,11	3,91
Noeud n37	290,91	0,8	367,66	76,75
Noeud n38	291,51	0,17	367,13	75,62
Noeud n39	227,71	1,78	260,3	32,59
Noeud n40	226,33	0,98	260,04	33,71
Noeud n41	228,25	1,55	259,38	31,13
Noeud n42	225,64	1,27	257,52	31,88
Noeud n43	231,57	0,87	258,18	26,61
Noeud n44	232,13	3,28	258,67	26,54
Noeud n45	236,73	0,31	257,08	20,35
Noeud n50	246,38	0,38	370,66	124,28
Noeud n51	246,09	2,54	369,23	123,14
Noeud n52	249,82	0,85	369,89	120,07
Noeud n53	269,32	2,52	370,06	100,74
Noeud n54	281,02	1,99	369,18	88,16
Noeud n55	305,14	0,96	385,24	80,1
Noeud n56	291,31	0,99	383,76	92,45
Noeud n57	280,85	0,4	383,52	102,67
Noeud n58	305,16	0,83	383,69	78,53
Noeud n59	301,34	1,17	383,51	82,17
Noeud n60	301,56	1,8	383,42	81,86
Noeud n61	289,32	0,67	382,44	93,12
Noeud n62	273,96	2,64	371,65	97,69
Noeud n63	262,19	0,54	370,84	108,65
Noeud n64	265,41	0,86	371,47	106,06
Noeud n65	262,19	0,54	370,93	108,74
Noeud n66	286,91	0,45	377,86	90,95
Noeud n67	291,92	0,8	378,19	86,27
Noeud n69	264,66	1,9	376,29	111,63
Noeud n71	246,48	1,15	370,52	124,04
Noeud n72	221,41	1,27	257,07	35,66
Noeud n73	224,42	0,22	257,05	32,63
Noeud n75	269,21	1,45	376,45	107,24
Noeud n76	275,33	1,11	377,93	102,6
Noeud n77	295,63	0,31	378,65	83,02
Noeud n78	296,67	0,78	378,76	82,09
Noeud n81	293,22	0,94	381,06	87,84
Noeud n82	328	0,85	382,88	54,88
Noeud n83	341,76	0,7	384,36	42,6
Noeud n84	341,59	0,78	384,28	42,69
Noeud n85	342,8	1,69	386,68	43,88
Noeud n86	346,34	1,83	386,96	40,62
Noeud n87	355,51	2,82	385,3	29,79
Noeud n88	376,1	2,06	387,28	11,18
Noeud n89	384,2	0,25	387,59	3,39

Suite **Tableau (VI.22) :**

Noeud n90	264,32	2,09	369,69	105,37
Noeud n91	260,35	3,85	369,09	108,74
Noeud n93	281,18	2,41	368,19	87,01
Noeud n94	287,92	1,2	360,23	72,31
Noeud n95	284,94	0,54	368,01	83,07
Noeud n96	290,07	0,37	367,79	77,72
Noeud n98	288,12	0,54	367,92	79,8
Noeud n99	285,91	0,4	367,65	81,74
Noeud n100	291,97	0,54	367,16	75,19
Noeud n101	296,16	0,2	367,12	70,96
Noeud n102	307	0,55	367	60
Noeud n103	262,32	0,42	368,78	106,46
Noeud n20	323,95	0,24	383,86	59,91
Noeud n26	326,16	0,29	382,79	56,63
Noeud n46	298,38	0,39	368,91	70,53
Noeud n27	301,76	0,34	383,54	81,78
Noeud 4	270	-34	391,54	121,54
Noeud n47	265,75	1,89	377,54	111,79
Noeud n48	270,07	0,25	377,46	107,39
Noeud n49	260,12	0,58	371,41	111,29
Noeud n70	265,28	0,3	371,31	106,03
Noeud n92	282,3	1,77	363,52	81,22
Noeud n104	295,4	0,46	363,12	67,72
Noeud n105	302,3	0,89	379,87	77,57
Noeud n106	300,9	0,33	379,74	78,84
Noeud n107	318,43	0,68	382,15	63,72
Noeud n108	317,8	0,28	382,12	64,32
Noeud n109	298,05	0,79	384,73	86,68
Noeud n110	289,34	0,43	383,66	94,32
Noeud n111	295,83	1,1	384,85	89,02
Noeud n112	322,35	0,6	384,13	61,78
Noeud n113	342,03	1,47	385,09	43,06
Noeud n114	341,33	0,33	384,95	43,62
Noeud n115	347,49	0,83	384,63	37,14
Noeud n117	348,54	0,47	384,27	35,73
Noeud n118	290,16	1,36	384,67	94,51
Noeud n119	299,63	0,44	384,36	84,73
Noeud n120	316,5	1,06	385,43	68,93
Noeud n121	318,67	0,34	385,29	66,62
Bâche 2	260	10,9	260	0
Bâche 3	262,8	-55,55	262,8	0
Bâche 5	0	0	0	0
Réservoir 1	386,12	-86,19	388,12	2

Tableau (VI.23) : État des conduites du réseau en cas de pointe selon la variante 2 avant modification.

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Rugosité mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit. m/km	État
Tuyau p1	177,8	44	0,0015	0,72	0,47	6,69	Ouvert
Tuyau p2	88,94	55,4	0,0015	1,1	0,46	4,71	Ouvert
Tuyau p3	105,4	44	0,0015	0,43	0,28	2,72	Ouvert
Tuyau p4	19,66	96,8	0,0015	0,7	0,1	0,15	Ouvert
Tuyau p5	53,98	44	0,0015	0,22	0,14	0,86	Ouvert
Tuyau p7	82,47	44	0,0015	0,34	0,22	1,82	Ouvert
Tuyau p8	121,2	44	0,0015	0,49	0,32	3,42	Ouvert
Tuyau p9	70,37	110,2	0,0015	-18,75	1,97	27,67	Ouvert
Tuyau p10	119,3	55,4	0,0015	-2,07	0,86	14,35	Ouvert
Tuyau p21	129,5	176,2	0,0015	-15,3	0,63	2	Ouvert
Tuyau p22	196,7	55,4	0,0015	0,34	0,14	0,6	Ouvert
Tuyau p23	37,98	176,2	0,0015	37,07	1,52	9,92	Ouvert
Tuyau p24	28,7	176,2	0,0015	35,63	1,46	9,23	Ouvert
Tuyau p25	43,34	141	0,0015	25,87	1,66	15,12	Ouvert
Tuyau p26	73,07	79,2	0,0015	8,78	1,78	34,42	Ouvert
Tuyau p27	129,2	44	0,0015	-0,87	0,57	9,33	Ouvert
Tuyau p28	56,38	141	0,0015	23,45	1,5	12,65	Ouvert
Tuyau p29	47,87	110,2	0,0015	20,17	2,11	31,59	Ouvert
Tuyau p30	46,38	44	0,0015	0,31	0,2	1,55	Ouvert
Tuyau p34	141,8	44	0,0015	-0,58	0,38	4,65	Ouvert
Tuyau p35	18,83	44	0,0015	2,01	1,32	41,08	Ouvert
Tuyau p36	48,66	55,4	0,0015	0,57	0,24	1,51	Ouvert
Tuyau p38	155,6	44	0,0015	-0,66	0,43	5,69	Ouvert
Tuyau p41	97,8	44	0,0015	0,4	0,26	2,4	Ouvert
Tuyau p42	75,65	44	0,0015	0,23	0,15	0,93	Ouvert
Tuyau p43	45,52	110,2	0,0015	6,31	0,66	3,9	Ouvert
Tuyau p44	13	110,2	0,0015	4,2	0,44	1,89	Ouvert
Tuyau p45	14,72	96,8	0,0015	4,82	0,66	4,48	Ouvert
Tuyau p46	165,3	44	0,0015	0,67	0,44	5,9	Ouvert
Tuyau p47	237,6	55,4	0,0015	-1,72	0,72	10,39	Ouvert
Tuyau p48	133,1	44	0,0015	0,54	0,36	4,05	Ouvert
Tuyau p50	131,9	44	0,0015	0,54	0,36	4,05	Ouvert
Tuyau p51	48,86	96,8	0,0015	-4,31	0,59	3,68	Ouvert
Tuyau p56	47,92	79,2	0,0015	-5,49	1,12	14,82	Ouvert
Tuyau p58	101,3	44	0,0015	0,47	0,31	3,59	Ouvert
Tuyau p60	31,96	44	0,0015	0,22	0,14	0,86	Ouvert
Tuyau p61	72,11	66	0,0015	-2,07	0,61	6,23	Ouvert
Tuyau p62	42,93	96,8	0,0015	-5,44	0,74	5,56	Ouvert
Tuyau p64	55,4	176,2	0,0015	-18,82	0,77	2,91	Ouvert
Tuyau p65	53,57	96,8	0,0015	-11,77	1,6	22,24	Ouvert
Tuyau p66	188,9	176,2	0,0015	-13,2	0,54	1,54	Ouvert
Tuyau p67	23,88	141	0,0015	-16,45	1,05	6,66	Ouvert

Suite **Tableau (VI.23) :**

Tuyau p68	247	110,2	0,0015	8,5	0,89	6,64	Ouvert
Tuyau p72	262,5	66	0,0015	2,35	0,69	7,8	Ouvert
Tuyau p75	229,5	44	0,0015	0,94	0,62	10,69	Ouvert
Tuyau p76	90,02	176,2	0,0015	-49,02	2,01	16,48	Ouvert
Tuyau p77	39,2	79,2	0,0015	1,84	0,37	2,11	Ouvert
Tuyau p81	55,09	176,2	0,0015	-25,81	1,06	5,15	Ouvert
Tuyau p82	293,3	110,2	0,0015	7,79	0,82	5,68	Ouvert
Tuyau p83	54,35	220,4	0,0015	54,7	1,43	6,83	Ouvert
Tuyau p85	100,9	220,4	0,0015	-35,42	0,93	3,11	Ouvert
Tuyau p86	344,5	220,4	0,0015	49,74	1,3	5,75	Ouvert
Tuyau p87	60,59	277,6	0,0015	-87,22	1,44	5,24	Ouvert
Tuyau p88	361,5	96,8	0,0015	-8,68	1,18	12,84	Ouvert
Tuyau p89	424,1	184,6	0,0015	14,22	0,53	1,41	Ouvert
Tuyau p92	23,51	81,4	0,0015	4,11	0,79	7,73	Ouvert
Tuyau p93	90,99	42,6	0,0015	0,37	0,26	2,45	Ouvert
Tuyau p95	17,4	57	0,0015	2,26	0,89	14,67	Ouvert
Tuyau p96	96,92	42,6	0,0015	0,4	0,28	2,8	Ouvert
Tuyau p98	49,17	42,6	0,0015	0,2	0,14	0,85	Ouvert
Tuyau p100	135,7	42,6	0,0015	0,55	0,39	4,87	Ouvert
Tuyau p55	202,23	79,2	0,0015	-5,89	1,2	16,8	Ouvert
Tuyau p11	85,05	44	0,0015	0,58	0,38	4,59	Ouvert
Tuyau p74	51,04	220,4	0,0015	-26,26	0,69	1,81	Ouvert
Tuyau p71	111,11	44	0,0015	0,45	0,3	2,95	Ouvert
Tuyau p102	51,09	42,6	0,0015	-0,21	0,15	0,92	Ouvert
Tuyau p103	38,57	184,6	0,0015	-16,52	0,62	1,84	Ouvert
Tuyau p104	121,05	57	0,0015	0,49	0,19	1	Ouvert
Tuyau p105	60,32	184,6	0,0015	-17,91	0,67	2,13	Ouvert
Tuyau p106	125,36	57	0,0015	0,51	0,2	1,08	Ouvert
Tuyau p107	44,81	184,6	0,0015	-19,36	0,72	2,45	Ouvert
Tuyau p108	245,34	57	0,0015	1	0,39	3,48	Ouvert
Tuyau p20	42,67	42,6	0,0015	0,91	0,64	11,78	Ouvert
Tuyau p109	41,79	42,6	0,0015	0,17	0,12	0,65	Ouvert
Tuyau p16	380,8	79,2	0,0015	0	0	0	Fermé
Tuyau p15	26,15	79,2	0,0015	-3,11	0,63	5,35	Ouvert
Tuyau p14	99,52	55,4	0,0015	-1,96	0,81	12,99	Ouvert
Tuyau p6	76,48	44	0,0015	0,31	0,2	1,55	Ouvert
Tuyau p12	103,3	42,6	0,0015	0,42	0,29	3,05	Ouvert
Tuyau p13	416,5	147,6	0,0015	9,95	0,58	2,17	Ouvert
Tuyau p18	18,37	81,4	0,0015	-3,2	0,61	4,95	Ouvert
Tuyau 1	100	277,6	0,0015	-87,47	1,45	5,27	Ouvert
Tuyau 5	100	220,4	0,0015	-5,59	0,15	0,11	Ouvert
Tuyau p19	15,57	96,8	0,0015	0	0	0	Fermé
Tuyau p31	34,24	141	0,0015	27,51	1,76	16,9	Ouvert
Tuyau p33	155,9	55,4	0,0015	0	0	0	Fermé
Tuyau p39	383,99	176,2	0,0015	-10,9	0,45	1,09	Ouvert
Tuyau p40	302,1	220,4	0,0015	55,55	1,46	7,02	Ouvert

Suite **Tableau (VI.23) :**

Tuyau p52	47	44	0,0015	0,24	0,16	1	Ouvert
Tuyau p53	66	44	0,0015	0,29	0,19	1,38	Ouvert
Tuyau p80	115,05	44	0,0015	0,39	0,26	2,3	Ouvert
Tuyau p90	82,4	44	0,0015	0,34	0,22	1,82	Ouvert
Tuyau 2	1481	230,8	0,0015	34	0,81	2,31	Ouvert
Tuyau p73	335,69	141	0,0015	0	0	0	Fermé
Tuyau 4	60,31	66	0,0015	2,14	0,63	6,61	Ouvert
Tuyau 7	66,86	44	0,0015	0,25	0,16	1,07	Ouvert
Tuyau 8	72,62	44	0,0015	0,3	0,2	1,46	Ouvert
Tuyau 10	40,2	96,8	0,0015	-2,03	0,28	0,97	Ouvert
Tuyau 11	29,63	96,8	0,0015	-2,91	0,4	1,83	Ouvert
Tuyau 12	111,86	42,6	0,0015	0,46	0,32	3,57	Ouvert
Tuyau 14	171,19	42,6	0,0015	-1,2	0,84	19,19	Ouvert
Tuyau 15	151,37	57	0,0015	3,43	1,34	30,88	Ouvert
Tuyau 17	79,76	44	0,0015	0,33	0,22	1,72	Ouvert
Tuyau 18	61,26	141	0,0015	-28,6	1,83	18,13	Ouvert
Tuyau 19	76,55	141	0,0015	-29,82	1,91	19,56	Ouvert
Tuyau 20	46,45	176,2	0,0015	47,88	1,96	15,79	Ouvert
Tuyau 22	67,73	55,4	0,0015	0,28	0,12	0,44	Ouvert
Tuyau 25	111,83	96,8	0,0015	7,25	0,98	9,3	Ouvert
Tuyau 26	105,69	55,4	0,0015	0,43	0,18	0,92	Ouvert
Tuyau 27	147,59	44	0,0015	0,6	0,39	4,86	Ouvert
Tuyau 28	107,72	141	0,0015	11,79	0,75	3,66	Ouvert
Tuyau 29	13,39	110,2	0,0015	10,09	1,06	9,03	Ouvert
Tuyau 30	68,59	55,4	0,0015	2,05	0,85	14,14	Ouvert
Tuyau 31	81,7	44	0,0015	0,33	0,22	1,72	Ouvert
Tuyau 32	40,32	44	0,0015	-1,35	0,89	20,15	Ouvert
Tuyau 33	289,37	79,2	0,0015	3,15	0,64	5,48	Ouvert
Tuyau 34	114,12	44	0,0015	0,47	0,31	3,18	Ouvert
Tuyau 35	43,73	220,4	0,0015	51,55	1,35	6,13	Ouvert
Tuyau 36	45,72	220,4	0,0015	-52,85	1,39	6,42	Ouvert
Tuyau 37	107,33	44	0,0015	0,44	0,29	2,84	Ouvert
Tuyau 38	78,34	44	0,0015	0,34	0,22	1,82	Ouvert
Tuyau 41	68,62	96,8	0,0015	6,82	0,93	8,34	Ouvert
Tuyau 42	1157,5	79,2	0,0015	5,02	1,02	12,62	Ouvert
Tuyau 43	59,53	176,2	0,0015	19,57	0,8	3,12	Ouvert
Tuyau 44	304,9	96,8	0,0015	1,85	0,25	0,82	Ouvert
Tuyau 45	72,28	44	0,0015	1,03	0,68	12,56	Ouvert
Tuyau 9	111	79,2	0,0015	2,4	0,49	3,39	Ouvert
Tuyau 16	50,89	176,2	0,0015	46,92	1,92	15,22	Ouvert
Tuyau 21	121,03	141	0,0015	20,97	1,34	10,33	Ouvert
Tuyau 24	49,52	79,2	0,0015	8,24	1,67	30,73	Ouvert
Tuyau 39	1371	147,6	0,0015	27,13	1,59	13,22	Ouvert

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET WEB-GRAPHIQUES.

- [1] : site web : www.dsp-blida.dz ;
- [2] : APC de la commune de Blida ;
- [3] : Agence Nationale des ressources Hydriques;
- [4] : Rapport « Étude et diagnostic du réseau d'AEP de Hai Ben Achour », PROJETHAL CONSULT, Juin 2005;
- [5] : site web : <https://www.algerie360.com> ;
- [6] : site web : <https://www.ruralm.hypotheses.org/1254> ;
- [7] : Document « outil d'aide au diagnostic du réseau d'eau potable pour la ville de Chisinau par analyse spatiale et temporelle des dysfonctionnements hydrauliques. » I.Blindu,2004.
- [8] : Mémoire de fin d'étude « Alimentation en eau potable de l'agglomération de Béni-Tamou Blida » Mr KAFIZ Mohand-Laid, année 1986;
- [9] : Cours d'AEP de Mr B.Salah;
- [10] : Document « La pose de canalisation pour l'adduction et la distribution de l'eau » Fondation de l'eau 1990, France;
- [11] : site web : www.algerie-ancienne.com .
- [12] : Isolation Sismique des Ponts en Algérie: Règles et Perspectives, Lotfi Guizani, 2015.
Disponible sur :
https://www.researchgate.net/publication/328132800_Isolation_Sismique_des_Ponts_en_Algerie_Regles_et_Perspectives