

UNIVERSITÉ SAAD DAHALAB – BLIDA 1
Faculté de Technologie
Département des Sciences de l'Eau et Environnement



MÉMOIRE DE MASTER

Filière : **Hydraulique**

Spécialité : **Ressources Hydrauliques**

Thème :

Diagnostic et réadaptation du réseau d'AEP du chef-lieu de la ville d'Ouled Khelouf (Wilaya de Mila)

Présenté par :

TEMBE Lurdes Wilson

RAFAEL Géssica Cleide

Devant un jury composé de :

Président de jury : M. KHOULI M.R.

Examineur : M. FILLALI M.

Promoteur : M. OULARBI. A

Promotion 2021-2022

REMERCIEMENTS

Avant tous et au terme de ce travail nous adressons remerciement à Dieu le tout puissant pour la volonté et le courage qu'il nous a donné pour bien mener ce travail.

Nous tenons remercier notre promoteur Monsieur Oularbi pour nous avoir aidés dès le début de ce travail, pour l'encouragement, pour le temps qu'il nous a consacré et pour ses précieux conseils.

Nous remercions à notre co-promoctrice, Mademoiselle Maddi Fatma Zahra ingénieur à la DRE de Blida pour sa patience, pour son dévouement è notre égard lors de la réalisation de nos travaux.

Nous adressons également nous respect aux membres du jury qui nous feront l'honneur d'apprécier nous travail.

Nous remercions également nous professeurs de département de science de l'eau et l'environnement qui ont bien réussie à nous transmettre tous leurs savoir-faire.

DÉDICACE

A ma maman Elsa Esau Muianga qu'est déjà décédée, je sais que là où elle est, elle est fière de ce que sa fille est devenue aujourd'hui, et qu'elle m'accompagne durant mon parcours.

MERCI mon ange.

À mon grand-père Sábado Tembe qui aussi est déjà décédé, pour m'avez encouragé quand je quitter le pays.

À moi-même pour la force que cherchée tout au long de ma vie d'étudiante, pour ne pas avoir renoncé à la première chute.

Pour avoir fait confiance avant tout à Dieu.

TEMBE Lurdes Wilson

DÉDICACE

Je dédie ce modeste travail avec toute mon affection à mes chers parents, Angélica Fernando et João Rafael pour leurs sacrifices, leur soutien et leur amour, sans lesquelles je ne serais jamais arrivé à ce niveau.

A mes frères et sœurs, Décio, Eloise, Neide, Cinthia et Amelyse pour leurs encouragements.

A Dieu pour sa grâce et sa miséricorde.

A mes chers frères et sœurs dans la foi.

RAFAEL Gessica Cleide

Résumé

La commune d'Ouled Khelouf se situe au sud-est de la wilaya de Mila et s'étend sur une superficie de **252.78 km²**. Elle est composée d'une agglomération principale occupant le chef-lieu dans la partie nord, et de deux agglomérations secondaires sous forme de hameaux dont l'une est située à 15 km au sud, nommé Hassi Bergoug.

La commune d'Ouled Khelouf a engagé un diagnostic et un schéma directeur d'AEP. Cette commune de type rural aggloméré rattachée administrativement à la daïra de Tadjenanet de la wilaya de Mila, accuse une augmentation démographique moyenne de 1.2 % sur la période 1998 - 2008 et comptabilise un total 11396 habitants en 2008 répartis sur deux types d'agglomération, celle du chef-lieu qualifiée de principale et le reste considéré comme des agglomérations secondaires.

Le réseau d'eau potable, soit 17.2 km de canalisation alimente trois secteurs, le réseau de l'agglomération secondaire AS1, celui de l'agglomération secondaire AS2 et enfin le réseau du chef-lieu (Agglomération principale).

L'alimentation en eau potable de la commune est assurée par un forage dit DE6 équipé d'une station de pompage et d'une bache de reprise et de deux réservoirs de stockage dont l'un est surélevé d'une capacité de 40 m³ et l'autre semi enterré d'une capacité de 500 m³.

Le diagnostic porte sur l'ensemble du système de distribution en eau potable pour ainsi identifier des possibles dysfonctionnements pour l'horizon 2020 à 2040.

Pour pallier à ces dysfonctionnements nous avons proposé une réadaptation du réseau en redimensionnant le diamètre des conduites, pour ainsi stabiliser les deux paramètres les plus importants, la pression et la vitesse.

Mot clés :

AEP, Diagnostic, adaptation, Ouled Khelouf, Réseau d'eau potable, Dysfonctionnement, Epanet, Simulation, Pression, Vitesse.

ملخص

تقع بلدة أولاد خلوف جنوب شرق ولاية ميلة وتبلغ مساحتها 252.78 كيلومتر مربع. وتتكون من تكتل رئيسي يحتل العاصمة في الجزء الشمالي ، وتكتلين ثانويين على شكل قرى ، تقع إحداها على بعد 15 كم إلى الجنوب ، تسمى حاسي بروج.

شرعت بلدية ولاد خلوف في إجراء تشخيص وخطة رئيسية لإمدادات مياه الشرب. هذه المدينة من النوع الريفي المتكامل الملحقة إدارياً بدائرة تاجينانيت دي لا (ولاية ميلة) تظهر زيادة ديموغرافية في المتوسط بنسبة 1.2٪ خلال الفترة 1998 - 2008 ويبلغ مجموع سكانها 11396 نسمة في عام 2008 موزعين على نوعين من التكتل ، أن المدينة الرئيسية مؤهلة على أنها رئيسية والباقي تعتبر تكتلات ثانوية.

شبكة مياه الشرب ، أي 17.2 كم من الأنابيب ، تزود ثلاثة قطاعات ، شبكة التكتل الثانوي AS1 ، شبكة التكتل الثانوي AS2 وأخيراً شبكة المدينة الرئيسية (التكتل الرئيسي).

يتم توفير مياه الشرب في المدينة من خلال ما يسمى بئر DE6 المجهز بمحطة ضخ وخزان استرجاع وخزائين تخزين القصير والطويل ، مع ضغوط وسرعات غير كافية لتشغيل الشبكة.

وإدراكاً لاختلالاتها ، اقترحنا إعادة تأهيل الشبكة من خلال تغيير حجم قطر الأنابيب ، من أجل تثبيت أهم معاملين ، وهما الضغط والسرعة.

كلمات مفاتيح :

AEP ، التشخيص ، إعادة تأهيل، Ouled Khelouf , بكة مياه الشرب ، عطل ، Epanet ، محاكاة ، ضغط ، سرعة

Abstract:

The town of Ouled Khelouf is located southeast of the wilaya of Mila and covers an area of 252.78 km². It is composed of a main agglomeration occupying the capital in the northern part, and two secondary agglomerations in the form of hamlets, one of which is located 15 km to the south, named Hassi Bergoug.

The municipality of Ouled Khelouf has initiated a diagnosis and a master plan for drinking water supply. This town of agglomerated rural type administratively attached to the daïra of Tadjenanet de la (wilaya of Mila) shows an average demographic increase of 1.2% over the period 1998 - 2008 and has 11,396 inhabitants in 2008 spread over two types of agglomeration, that of the chief town qualified as main and the rest considered as secondary agglomerations.

The drinking water network, a 17.2 km of pipeline, supplies three sectors, the network of the secondary agglomeration AS1, that of the secondary agglomeration AS2 and finally the network of the main town (main agglomeration).

The town's drinking water supply is provided by a so-called DE6 borehole equipped with a pumping station, a recovery tank, and two storage tanks, one of which is raised with a capacity of 40 m³ and the other semi buried with a capacity of 500 m³.

The diagnosis covers the entire drinking water distribution system to identify possible malfunctions, from 2020 to 2040.

Aware of its dysfunctions, we proposed a rehabilitation of the network by resizing the diameter of the pipes, in order to stabilize the two most important parameters, the pressure and the speed.

Keywords:

AEP, Diagnostic, Rehabilitation, Ouled Khelouf, drinking water network, malfunction, Epanet, simulation, pressure, speed.

Abréviations :

AEP : Alimentation d'Eau Potable

$\alpha_{moy}(\%)$: taux d'accroissement

AS1 /2 : Agglomération Secondaire 1 /2

A.P.C : Assemblée Populaire Communale

ADE : Algérie Des Eaux

CAO : Conception Assistée par Ordinateur

CERED : Centre d'Étude et de Recherche Démographique

C.T.N : Côte de Terrain Naturel

CEM : Collège d'Enseignement Moyen

CR : Côte Radier

CTP : Côte do Terrain Plan

CTH : Contrôle Techniques Hydrauliques

C_u^{th} : Capacité utile théorique

C_t^{Norm} : Capacité total normal

C_R : Capacité do Réservoir

DAO : Dessin Assisté par Ordinateur

DN : Diamètre Nominal

Dot : Dotation

DW : Darcy Weisbach

GAPS : Génie Parasismique, Gestion et Catastrophique

HW : Hazen Williams

Hab. : habitants

Hmin : Hauteur minimum

Hmax : Hauteur maximale

HMT : Hauteur Manométrique du Terrain

K_p^h : Coefficient de pointe horaire

Li : Longueurs relatives

MS : Manning Strickler

NS : Niveau statistique

ODC : Organisation de Chantier

PDAU : Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme

POS : Plan d'Occupation du Sol

PN : Pression Nominal

PEHD : Polythène Haute Densité

PNE : Plan National d'Eau

PDCU : Perde de Charge Unité

PVC : Polychlorure de Vinyle

P.T.T. : Poste Télégraphe et Téléphone

Qr : Débit en Route

Qconc : Débit Concentré

Qinc : Débit d'incendie

Qequip : Besoins des équipements

Qsp : Débit spécifique

Qn : Débit en nœud

Qr : Débit en route

Qmax : Débit maximale

Qexp : Débit explore

Q_{moy}^j : Débit moyen journalier

Q_p^j : Débit de pointe journalière

R_a : Rendement adduction

R_d : Rendement de distribution

R_{prod} : Rendement de production

RV : Réservoir

RGPH : Recensement Générale de la Population et de l'habitat

SPE : Statut Particulier de Délégation

SDAEP : Schéma Directeur d'AEP

SPE : Statut Particulier de Délégation

USTHB : Université des Sciences et de la Technologie Houari-Boumediene

VRD : Voiries et Réseaux Divers

Sommaire

Introduction générale	01
-----------------------------	----

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude.

Introduction	02
I.1 Situation géographique	02
I.2 Situation géologique	04
I.3 Situation topographique	04
I.4 Situation climatologique	05
I.4.1 Climat.....	05
I.4.2 Température	05
I.4.3 Pluviométrie.....	06
I.4.3 Les vents.....	06
I.5 Situation sismique.....	07
I.6 Rappel historique sur l'évolution démographique	07
I.7 Description des activités socio-économiques et éducatives	08
I.8 Description urbanistique de la ville et de la typologie de ses habitations	10
Conclusion	11

Chapitre II : Estimation des besoins en eau potable.

Introduction	12
II.1 Etat de la production actuelle et future.....	12
II.2 Estimation actuelle et prévisionnelle de la population.....	14
II.3 Estimation des besoins actuels et futur.....	16
II.3.1 Evolution de la dotation unitaire	17

II.3.2 Calcul des différents ratios hydrauliques	19
II.4 Estimation des rendements (adduction et distribution)	24
II.4.1 Rendement de distribution R_d	25
II.4.2 Rendement d’adduction et traitement R_a	26
II.5 Bilan entre production et consommation (horizon 2040)	27
Conclusion	29

Chapitre III : Etude de diagnostic du réseau actuel d’AEP

Introduction.....	30
III.1 Description de l’ouvrage de stockage.....	30
III.1.1 Calcul de la capacité utile totale C_u^T du réservoir pour l’horizon actuelle 2020.....	32
III.1.2 Bilan Capacité / Besoins en stockage	35
III.2 Organisation générale et état actuel du réseau.....	39
III.2.1 Description du réseau d’adduction.....	40
III.2.2 Station de pompage dite de reprise.....	41
III.2.3 Description du réseau de distribution.....	41
III.3 Simulation dynamique du fonctionnement du réseau à l’aide du logiciel EPANET	44
III.3.1 Le logiciel AutoCAD	44
III.3.2 Le logiciel COVADIS.....	45
III.3.3 Description de l’EPANET 2.0.....	45
III.3.3.1 Objectif du logiciel EPANET.....	45
III.3.3.2 Principe de calcul du logiciel de simulation EPANET	46
III.3.3.3 Données de saisies	46
III.3.4 Simulation du réseau existant	48
III.3.4.1 Détermination des débits en route et des débits nodaux	48

III.3.4.2 Simulation du réseau de distribution actuel du chef-lieu	53
III.3.4.3 Interprétation des résultats de la simulation pour l’horizon 2020	59
III.3.4.4 Interprétation des résultats de la simulation en cas de pointe avec incendie pour l’horizon 2020	61
III.3.4.5 Interprétation des résultats de la simulation en cas de pointe sans incendie pour l’horizon 2040	64
III.3.4.6 Interprétation des résultats de la simulation en cas de pointe avec incendie pour l’horizon 2040	65
Conclusion	67

CHAPITRE – IV – PROJET DE RÉADAPTATION A ÉNVISAGÉ DU RÉSEAU D’AEP

Introduction.....	68
IV.1 Schéma du réseau de distribution projeté	70
IV.2 Simulations du comportement du réseau projeté à l’horizon 2040.....	71
IV.2.1 : Interprétation des résultats de la simulation sans incendie à l’horizon 2040	79
IV.2.2 : Interprétation des résultats de la simulation avec incendie à l’horizon 2040	90
Conclusion.....	92
Conclusion générale.....	93

Liste des figures

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude.

Figure I.1 : Limites géographiques de la commune.....	2
Figure I.2 : Localisation de la commune dans la wilaya de Mila	3
Figure I.3 : Situation géographique d'Ouled Khelouf	3
Figure I.4 : Photo satellitaire de la commune d'Ouled Khelouf.....	4
Figure I.5 Illustration de la situation topographique d'Ouled Khelouf.....	5
Figure I.6 : Classification sismique (carte de zonage sismique de l'Algérie)	7
Figure I.7 Evolution du taux démographique sur la période 1892 – 2008.....	8
Figure I.8 Evolution du taux d'accroissement sur la période 1998- 2005.....	9

Chapitre II : Estimation des besoins en eau potable.

Figure II.1 : Point de captage du Forage Chebka III	13
Figure II.2 : Forage de remplacement de Chebka III scellé.....	14
Figure II.3 : Point de captage Forage DE6	14
Figure II.4 : Diminution progressive du taux démographique.....	15
Figure II.5 : Evolution de la consommation journalière en fonction de la taille de la population.....	24
Figure II.6 : Bilan entre production et consommation pour différents horizons.....	28

Chapitre III : Etude de diagnostic du réseau actuel d'AEP.

Figure III.1 : Exemple d'un réservoir avec cuve cylindrique	31
Figure III.2 : Photo du réservoir semi enterré R1 (RV500 m3)	32

Figure III.3 : Réservoir surélevé R2 (RV40 m3)	32
Figure III.4 : Graphe du bilan de la capacité de stockage du réservoir R1 (RV500 m3) pour les différents horizons.....	36
Figure III.5 : Schéma synoptique du système d'alimentation de l'agglomération secondaire AS2(Mechtat lié au forage)	37
Figure III 6: Schéma synoptique du système d'adduction de la commune d'Ouled Khelouf.....	40
Figure III.7 : Photo de travaux de réalisation de la Tranché de la conduite d'adduction projetée reliant le Forage DE6 au réservoir R1.....	41
Figure III.8 : Linéaire en pourcentage du réseau de distribution par diamètre.....	42
Figure III.9: Schéma synoptique du système de distribution de la commune d'Ouled Khelouf.....	43
Figure III.10 : Photo des regards de visite des vannes sur la conduite d'amenée à l'entrée du réseau de distribution du centre.....	43
Figure III.11: Photo satellitaire du réseau de distribution du centre d'Ouled Khelouf.....	44
Figure III.12 : Réseau actuelle et projeté (en bleu l'actuel et en rouge le projeté) du centre d'Ouled Khelouf sous Auto CAD.....	46
Figure III.13 : Éditeur de propriétés des conduites.....	47
Figure III.14 : Éditeur de propriétés des nœuds.....	47
Figure III.15 : Éditeur de courbe de modulation.....	48
Figure III.16 : Etat du réseau de distribution sans incendie pour l'horizon actuel 2020.....	54
Figure III.17 : Surface piézométrique dans le réseau de distribution sans incendie pour l'horizon actuel 2020.....	54
Figure III.18: Courbe de modulation pour l'horizon actuel 2020.....	56
Figure III.19 : Etat des pressions aux nœuds à l'heure de pointe	57

Figure III.20 : Marnage du réservoir sans la production.....	58
Figure III.21 : Etat du réseau lié à la production.....	58
Figure III .22 : Marnage du réservoir lié à la production.....	58
Figure III.23 : Etat du réseau de distribution en heure de pointe avec incendie pour l’horizon 2020.....	61
Figure III.24 : Etat des pressions aux nœuds à l’heure de pointe avec incendie.....	61
Figure III.25 : Etat des pressions aux nœuds en période pleine avec incendie.....	62
Figure III.26 : Courbe de modulation pour l’horizon 2040.....	62
Figure III.27 : Etat des pressions aux nœuds en période pleine avec incendie.....	64
Figure III.28 : État de pression aux nœuds à l’heure de pointe avec incendie à l’horizon 2040.....	65

Chapitre IV : Projet de réadaptation a envisagée du réseau d’AEP

Figure IV.1 : Configuration du réseau projetée pour l’horizon 2040.....	71
Figure IV.2 Etat des pressions en période creuse à l’horizon 2040.....	80
Figure IV.3 Etat des pressions cas de pointe à l’horizon 204.....	81
Figure IV.4 Distribution des vitesses en période creuse à l’horizon 2040.....	81
Figure IV.5 : Distribution des vitesses en période creuse à l’horizon 2040.....	82
Figure IV.6 Configuration du réseau avec le réservoir à l’horizon 2040.....	82
Figure IV.7 : Etat des pressions en période creuse avec incendie à l’horizon 2040.....	92
Figure IV.8 : Etat des pressions en cas de pointe avec incendie à l’horizon 2040.....	92
Figure IV.9 Etat des pressions en cas de point avec incendie, à une charge de réservoir de 900 m.....	93
Figure IV.10 Etat des pressions en période creuse avec incendie, à une charge de réservoir de 900 m.....	93

Liste des tableaux

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude.

Tableau I.1 : Coordonnées de limites la commune d'Ouled Khelouf.....	3
Tableau I.2 Relief topographique.....	4
Tableau I.3 : Températures relevées de la Station de Fdoules.....	5
Tableau I.4 : Températures relevées de la Station de Beni-Guecha.....	6
Tableau I.5 : Répartition des pluies moyennes mensuelles de la wilaya de Mila	6
Tableau I.6 Rappel historique de l'évolution de la démographie (Source Wikipédia).....	8
Tableau I.7 : Variation du taux d'accroissement de 1998 à 2005.....	9
Tableau I.8 : Inventaires des équipements existants	10
Tableau I.9 : Typologie agglomération/ strates de population	11

Chapitre II : Estimation des besoins en eau potable.

Tableau II.1 : Caractéristique hydrodynamique des forages	13
Tableau II.2 : Description des sites des forages.....	13
Tableau II.3 : Répartition du taux d'accroissement démographique	15
Tableau II.4 : Répartition de la population en nombre d'habitants	16
Tableau II.5 Evolution de la dotation domestique.....	17
Tableau II.6: Evolution de la dotation domestiques et d'autres usages en l/j/hab.....	18
Tableau II.7 : Taux d'accroissement moyen de la dotation.....	19
Tableau II.8 Consommation moyenne actuelle et prévisionnelle (CL).....	20
Tableau II.9 Consommation moyenne actuelle et prévisionnelle (AS1).....	20
Tableau II.10 Consommation moyenne actuelle et prévisionnelle (AS2).....	20

Tableau II.11 : Consommation moyenne actuelle et prévisionnelle pour les populations liées au réservoir (C.L et AS1)	21
Tableau II.12 : Consommation moyenne actuelle et prévisionnelle de la population totale (CL+AS1+AS2)	21
Tableau II.13 : Evolution des rendements selon le PNE (2010)	22
Tableau II.14 : Résultats de calculs des différents ratios de production pour la population globale (CL+AS1+AS2)	23
Tableau II.15 : Résultats de calculs des différents ratios de production pour la population liée au réservoir (CL+AS1)	24
Tableau II.16 : Résultats de calculs des ratios de la distribution pour le Chef-Lieu (CL).	26
Tableau II .17 : Résultats de calculs des ratios de l'adduction pour le Chef-Lieu (CL).	27
Tableau II.18 : Adéquation entre production et consommation	28
 Chapitre III : Etude de diagnostic du réseau actuel d'AEP.	
Tableau III.1 : Caractéristiques des réservoirs existants	31
Tableau III.2 Coordonnées géodésiques des réservoirs existants.....	32
Tableau III.3 Calcul analytique du volume théorique du réservoir pour 2020, avec un temps de pompage de 8h/24h	33
Tableau III.4 : Calcul analytique du volume du réservoir pour l'horizon 2040, avec un temps de pompage de 10h/24h	34
Tableau III.5 Bilan capacité disponible/Besoin en stockage	35
Tableau III.6 Calcul analytique du volume du réservoir pour horizon actuel (2020), avec un temps de pompage 10h/24h	37
Tableau III.7 Calcul analytique du volume du réservoir pour 2040, avec un temps de pompage 10h/24h	38
Tableau III.8 : Conduites du réseau d'adduction par refoulement.....	40
Tableau III.9 : Conduites du réseau de distribution	42
Tableau III.10 : Calcul des débits nodaux pour l'horizon actuel 2020 sans incendie.....	50

Tableau III.11 : Calcul des débits nodaux pour l’horizon actuel 2020 avec incendie.....	51
Tableau III.12 Calcul des débits nodaux pour l’horizon futur 2040 sans incendie.....	52
Tableau III.13 Calcul des débits nodaux pour l’horizon futur 2040 avec incendie	53
Tableau III.14 : Coefficients de rugosité absolue pour les tuyaux neufs (source : Général des eaux ,2009)	54
Tableau III.15 Résultats aux nœuds pour l’horizon 2020 en période creuse.....	55
Tableau III.16 Débits et vitesses dans les tronçons du réseau à l’état actuel en 2020.....	55
Tableau III.17 Résultats aux nœuds pour l’horizon actuel 2020 en cas de pointe.....	56
Tableau III.18 Débits et vitesses dans les tronçons du réseau à l’état actuel (2020) en cas de pointe.....	57
Tableau III.19 Résultats aux nœuds pour l’horizon 2020 en cas de point avec incendie.....	60
Tableau III.20 Débits et vitesses dans les tronçons du réseau à l’état actuel en 2020 en cas de pointe avec incendie.....	60
Tableau III.21 Résultats aux nœuds pour l’horizon 2040 en cas de pointe sans incendie.....	63
Tableau III.22 : Débits et vitesses dans les tronçons du réseau pour l’horizon 2040 en cas de pointe sans incendie.....	63
Tableau III.23 Résultats aux nœuds pour l’horizon 2040 en cas de pointe avec incendie...	64
Tableau III.24 Débits et vitesses dans les tronçons du réseau en cas de pointe avec incendie pour l’horizon en 2040.....	65
 Chapitre IV : Projet de réadaptation à envisagée du réseau d’AEP	
Tableau IV.1 Diamètres des conduites redimensionnée.....	68
Tableau IV.2 : Etat des pressions en période creuse à l’horizon 2040.....	71
Tableau IV.3 : Etat des débits et vitesses en période creuse à l’horizon 2040.....	73
Tableau IV.4 : Etat des pressions cas de pointe à l’horizon 2040.....	76

Tableau IV.5 Etat débits et vitesses cas de pointe à l’horizon 2040	78
Tableau IV.6 Etat des pressions en période creuse avec incendie à l’horizon 2040.....	83
Tableau IV.7 : Etat des débits et vitesses en période creuse avec incendie à l’horizon 2040...	85
Tableau IV 8 : Etat des pressions en cas de pointe avec incendie à l’horizon 2040	87
Tableau IV 9 : Etat des débits et vitesses en cas de pointe avec incendie à l’horizon 2040 ...	89

Introduction générale :

La commune d'Ouled Khelouf souhaite une mise au point sur les conditions générales de fonctionnement de son réseau potable à l'état actuel et prévisionnel.

Dans ce but, elle a décidé d'engager un diagnostic et un possible schéma directeur (SDAEP) de son réseau d'eau potable visant au final, à définir un programme de travaux de restructuration et de réadaptation nécessaire pour les horizons 2020 à 2040.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre mémoire de fin d'étude, l'optimisation de fonctionnement du système d'alimentation en eau potable de la commune d'Ouled Khelouf, et l'établissement du bilan entre les besoins et l'offre aussi bien au niveau de la production que dans la capacité de stockage.

Notre travail consiste donc à procéder dans un premier temps à un diagnostic minutieux pour déceler d'éventuelles dysfonctionnement et les réparés par réadaptations ou restructuration du réseau d'AEP.

Pour aboutir aux objectifs visés, le présent mémoire est scindé en quatre chapitres, précédés d'une introduction générale et suivis d'une conclusion générale. Le présent rapport sera structuré de la manière suivante :

Le premier chapitre est consacré à la présentation de zone d'étude ;

Le deuxième chapitre décrira la situation actuelle et prévisionnelle de l'alimentation en eau potable.

Le troisième chapitre est dédié à l'étude diagnostic du réseau actuel d'AEP.

Le quatrième et dernier chapitre présente le projet de réadaptation à envisagée du réseau d'AEP à partir d'une série de simulation numérique à l'aide du logiciel Epanet.

Une conclusion générale et quelques perspectives achèveront notre étude.

CHAPITRE I
PRESENTATION
DE LA ZONE
D'ETUDE

Introduction :

Pour un projet d'alimentation en eau potable, l'étude des caractéristiques géographiques, géologique, topographiques, climatologique, et démographiques, associées aux activités des secteurs socio-économiques, la description urbanistique de la ville et de la typologie de ses habitations, sont des démarches très importante, qui influencent directement la nature et la quantité des besoins en eau à satisfaire.

Dans ce chapitre, nous allons présenter la zone d'étude de la ville d'Ouled Khelouf située dans la Wilaya de Mila.

I.1 Situation géographique

La commune d'Ouled Khelouf se situe au sud-est de la wilaya de Mila. Elle est constituée de deux agglomération principale, le chef-lieu à Oued Khelouf dans la partie nord et la seconde à 15 km au sud, Hassi Bergoug.

Située à l'extrémité Sud de la wilaya de Mila, la commune d'Ouled Khelouf dépend de la daïra de Tadjenanet et occupe une superficie totale de 25278 ha. Elle est limitrophe aux communes suivantes:

- Au Nord : CHELGHOUM LAID.
- Au Sud : AIN DJASSER et ZENAT EL BEIDA.
- A l'Est : EL MECHIRA
- Sud-est BIR CHOUHADA (Oum el Bouaghi)
- A l'Ouest: TADJENANET.
- Sud-ouest : Ain Djasser (Batna)

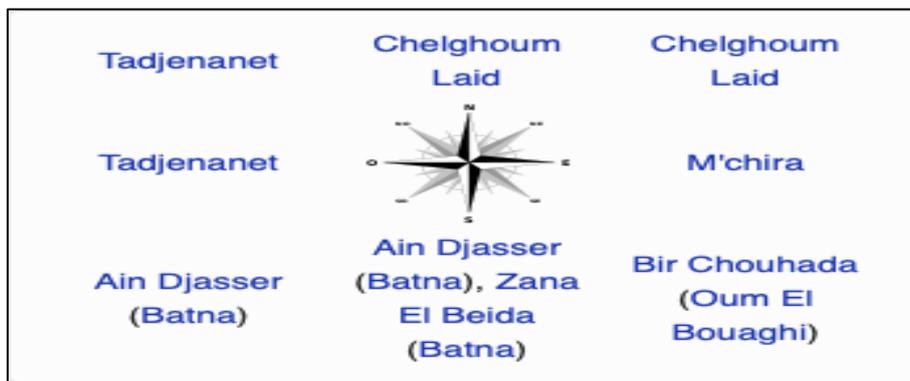


Figure I.1 : Limites géographiques de la commune [11]



Figure I.2 : Localisation de la commune dans la wilaya de Mila [10]



Figure I.3 : Situation géographique d'Ouled Khelouf [11]

Tableau I.1 : Coordonnées de limites la commune d'Ouled Khelouf

Orientations	X	Y
Nord-est	36°03'32"	6°08'19"



Figure I.4 : Photo satellitaire de la commune d'Ouled Khelouf (source : Google earth)

I.2 Situation géologique :

La commune est constituée de deux plaines, une au nord, et une autre au sud, séparées au centre par un petit massif montagneux où l'on trouve deux forêts d'une surface totale de 5600 hectares au niveau du Djebel Tafrent situé à 1290 m d'altitude et Djebel Chebka situé à une altitude de 1072 m.

Hameaux et lieux dits se présentent comme suit :

Sept Hameaux : Mechtat El Arbi, Mechta Daya, Sidi Hamana, Mechtat Lahbal, Ain El Kebch, Chouf, Hassi Bergoug.

Le sol de la wilaya de Mila est connu pour ses couches de sol argileuses et marneuse à caractère détritique, épaisses de 40 à 50 m et entrecoupées de minces passées sableuses dont l'épaisseur varie de 10 à 20 cm.

I.3 Situation topographique

La commune Ouled Khelouf se situe au sud de la wilaya de Mila, qui est caractérisé par une plaine inséparable des hautes Plaines Constantinoises. Elle s'ouvre vers le sud marqué par la céréaliculture et l'élevage. Cette aptitude topographique favorise un développement urbain et économique dans l'avenir.

Tableau I.2 Relief topographique

Altitude	Minimale	Maximale	Moyenne
Valeurs (m)	850	1290	1070

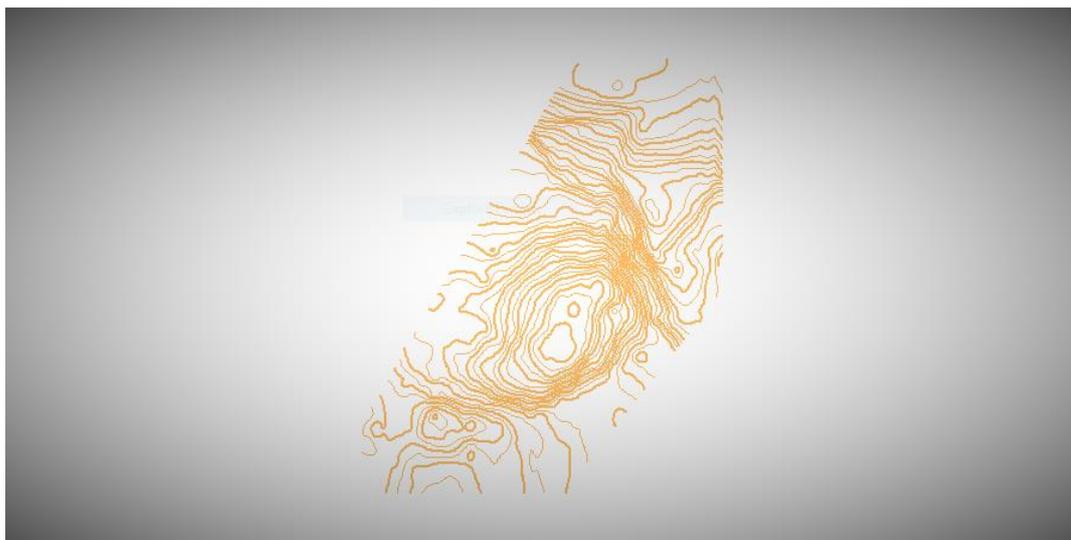


Figure I.5 : Illustration de la situation topographique d'Ouled Khelouf [8]

I.4 Situation climatologique

Les données climatologiques sont des facteurs primordiaux pour la durée de vie du réseau, elles permettent d'orienter, entre autre, les techniques de pose des conduites, le choix de leurs matériaux.

I.4.1 Climat

La commune d'Ouled Khelouf se caractérise par un climat de type méditerranéen avec un été chaud, selon la classification de Koppen-Geiger (Csa).

I.4.2 Température

L'analyse de la situation climatique est réalisée à partir de relevés fournis par deux stations météorologiques celle de Fdoules et celle de Beni-Guecha. Ces deux stations ont des positions géographiques différentes ; la première est perchée sur les hauteurs des monts du nord de Zouagha, la deuxième se trouve dans la dépression de Beni Guecha près de Ferdjioua.

Tableau I.3 : Températures relevées de la Station de Fdoules

Températures	Janvier	Août
Températures moyennes des maxima	15.52°C	27.92°C
Températures moyennes de minima	7.61°C	18.51°C
Températures moyennes	7.49°C	24.91°C

Tableau I.4 : Températures relevées de la Station de Beni-Guecha

Températures	Janvier	Août
Températures moyennes des maxima	12.09°C	32.7°C
Températures moyennes de minima	2.9°C	17.12°C
Températures moyennes	7.49°C	24.91°C

I.4.3 Pluviométrie

Pour une période d'observation d'une durée de 9 ans (du 2014 jusqu'à 2022),

La période pluvieuse de l'année dure 10 mois, du 16 d'Août au 23 juin, avec une chute de pluie d'au moins 13 millimètres sur une période glissante de 31 jours. Le mois le plus pluvieux à Mila est janvier, avec une chute de pluie moyenne de 71 millimètres.

La période sèche de l'année dure 1,8 mois, du 23 juin au 16 août. Le mois le moins pluvieux à Mila est Juillet, avec une chute de pluie moyenne de 6 millimètres.

Ses données interviennent dans l'organisation de chantier (ODC) et en particulier dans l'élaboration du planning des travaux tels que l'extension d'un réseau, afin d'éviter les périodes pluvieuses ou que peuvent gêner l'avancement des travaux.

Tableau I.5 : Répartition des pluies moyennes mensuelles de la wilaya de Mila

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	O	Annuel
Moyenne mensuel (mm)	36,6	45,4	58,8	70,6	70	59,3	54,3	50,7	39,5	18,5	6,2	12,9	524

(Source: weatherspark France)

I.4.3 Les vents

Le maximum de force des vents se situe durant la période hivernale, s'étalant du 2 Novembre au 25 Avril et un minimum pendant l'été, du 25 Avril au 2 Novembre.

La connaissance de l'intensité de vitesse du vent et de sa direction est cruciale, elle intervient au niveau du calcul de la stabilité des ouvrages hydraulique en particulier dans le cas des réservoirs surélevés. Il est à noter que le vent est considéré comme une sollicitation dynamique transitoire au même titre qu'un séisme.

I.5 Situation sismique

Dans la famille des risques naturels, les séismes occupent un problème d'actualité provoquant assez systématiquement des dégâts dans les ouvrages de génie civil (ponts, bâtiments, réservoirs de stockage d'eau etc.). C'est la raison pour laquelle les études de la vulnérabilité sismique des constructions ont été développées, pour évaluer les dommages dans les différentes constructions suite à un tremblement de terre.

Les réservoirs à ossatures en béton armé sont aujourd'hui très répandus à travers le parc Algérien. Étant donné que ces structures s'élèvent à des hauteurs bien plus élevées que les bâtiments pour pouvoir assurer des pressions convenables dans les réseaux d'eau potables, et compte tenu de l'effet hydrodynamique lorsque les cuves des réservoirs sont entièrement ou partiellement remplies, leur défaillance peut conduire à des dégâts catastrophiques.

Dans cette étude, le concept de vulnérabilité sismique est utilisé afin de prédire le niveau moyen des dégâts pouvant survenir à l'échelle d'un réservoir surélevé sous l'action d'une secousse sismique d'une intensité connue.

D'après le Pr Abdelkrim Chelghoum (directeur de recherche à l'USTHB et directeur du cabinet GPDS (Génie parasismique, gestion des risques et catastrophes) et président du club des risques majeurs, la dernière classification des zones sismiques en Algérie, établie après le tremblement de terre du 21 mai 2003 de Boumerdès, présente toute la région de Mila comme zone à sismicité modérée (**zone II a**) sans aucune justification scientifique.

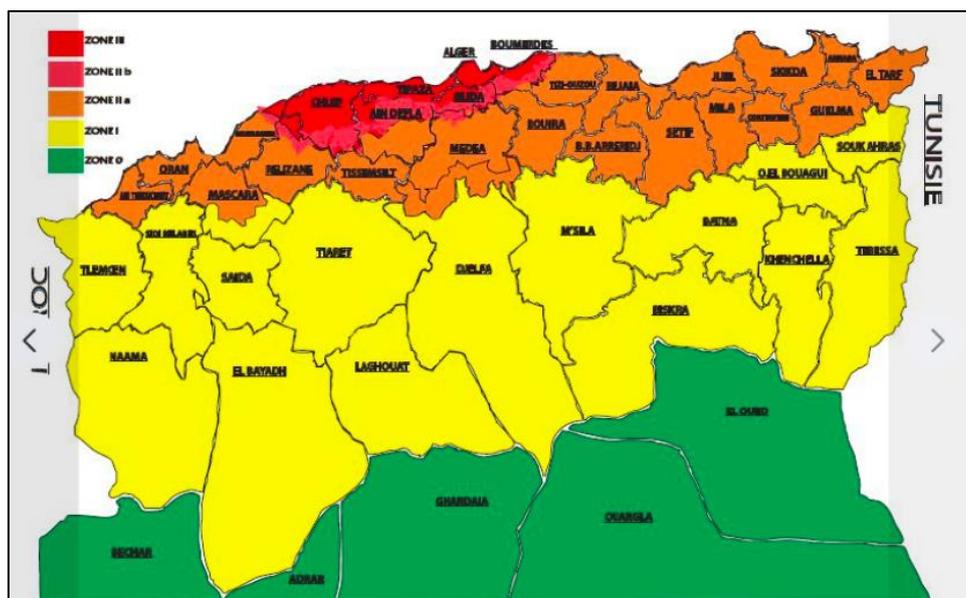


Figure I.6 : Classification sismique (carte de zonage sismique de l'Algérie). [3]

I.6 Rappel historique sur l'évolution démographique

Ouled Khelouf se trouve sur l'ancien territoire de Douar El Brana qui faisait partie de la commune de Châteaudun-du-Ruhmel pendant la période coloniale. En 1956 la commune d'Ouled Khelouf est créée, et en 1963 elle est intégrée à la commune nouvellement créée de Bir Chouhada. Elle est recréée en 1984.

Nous présentons, dans le tableau ci-joint, un rappel historique de l'évolution démographique et le taux d'accroissement de l'Ouled Khelouf. Nous relevons une augmentation exceptionnelle sur la période 1884 à 1892 ensuite une stabilité sur la période entre 1902 jusqu'à 2008.

Tableau I.6 Rappel historique de l'évolution de la démographie (Source Wikipédia)

Années	1884	1892	1902	1987	1998	2008
Population (hab.)	1746	3673	4320	8884	10058	11396
Taux (%)	***	9.7	1.6	0.8	1.13	1.3

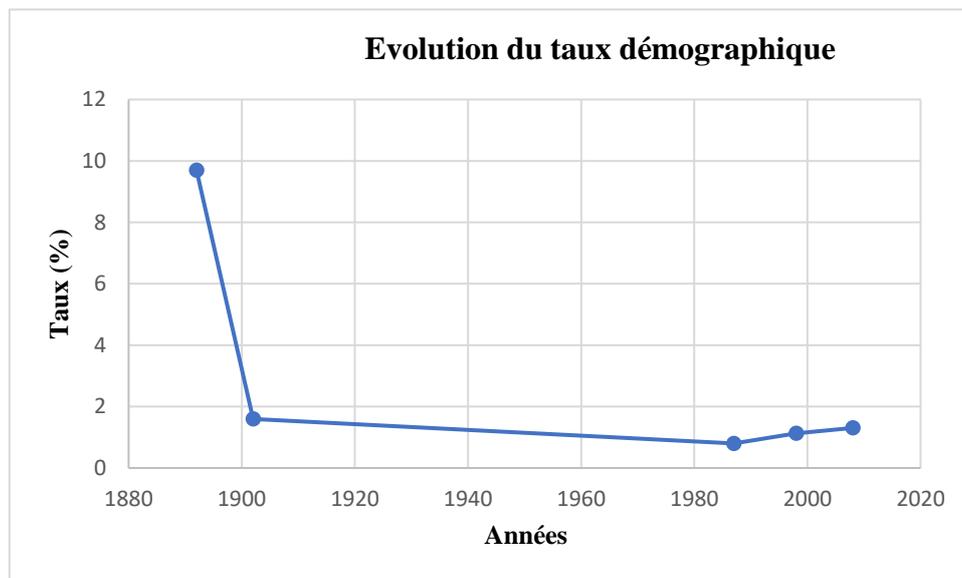
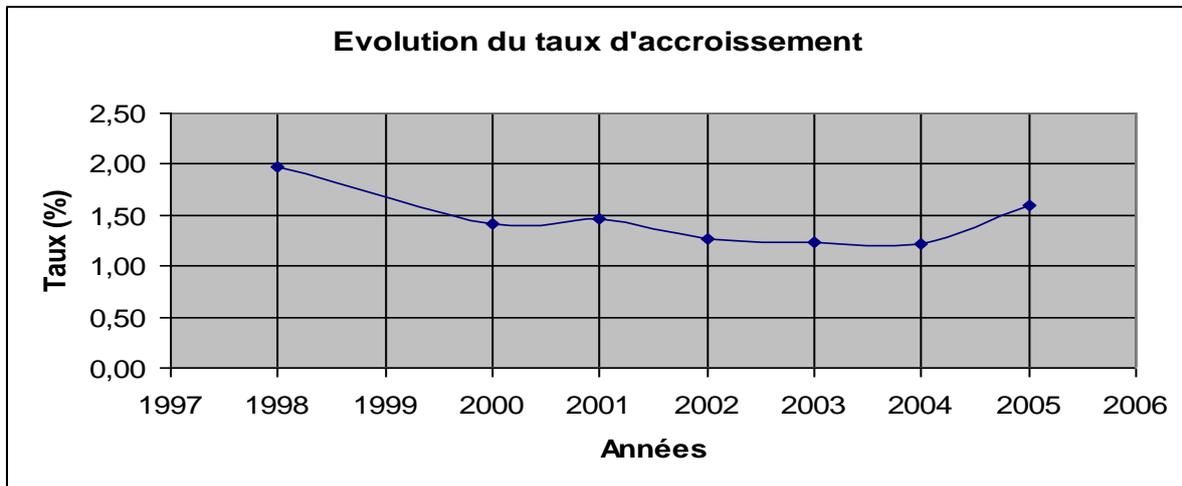


Figure I.7 : Evolution du taux démographique sur la période 1892 – 2008

L'analyse de la courbe démographique révèle une baisse brutale de la population sur la période 1880-1900 suivi d'une baisse progressive sur la période 1900-190 ensuite une stabilisation de la tendance sur la période allant 1990 à 2000.

Tableau I.7: Variation du taux d'accroissement de 1998 à 2005

Années	1998	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Moyenne
Population (hab.)	11290	11621	11629	11777	11923	12062	12261	11773
Taux(%)	1.98	1.42	1.47	1.27	1.24	1.22	1.59	1.48

**Figure I.8 :** Evolution du taux d'accroissement sur la période 1998- 2005

Nous constatons une diminution importante du taux d'accroissement sur la période 1892 et 2004 et une légère augmentation entre 2005 et 2006.

A travers la lecture de ces données nous pouvons mieux appréhender le comportement ou l'évolution de la population et ainsi faire des calculs actuels et prévisionnels concernant les besoins domestiques et autres secteurs socio-économiques, industriels et éducatifs en termes d'équivalent habitants.

I.7 Description des activités socio-économiques et éducatives

L'accroissement de la population exige un développement socio-économique de la zone d'étude et la réalisation d'infrastructures et d'équipements qui répondent aux besoins de la population.

La commune d'Ouled Khelouf est une agglomération dont la principale et unique artère carrossable abrite le siège de l'A.P.C, le centre de santé, le bureau de poste et un quai à ciel ouvert faisant office de relais pour voyageurs.

L'ensemble des équipements existants a été recensé auprès des services de la commune de Ouled Khelouf, ces équipements ont été classés par catégorie en fonction des leurs besoins en eau, une dotation unitaire normative a été affectée à chaque catégorie afin d'évaluer les besoins globaux de ces équipements.

Tableau I.8 : Inventaires des équipements existants :

N°	Equipements	Quantité	Unité	Capacité Unitaire
1	Siege A.P.C.	1	Employé	77
2	Recette P.T.T.	1	Employé	3
3	Gendarmerie	1	Brigade	1
4	Ecoles primaires	1	Elève	421
5	CEM	1	Elève	712
6	Centres de santé	1	Patient	100
7	Mosquées	1	Fidel	300
8	Maison de jeune	1	Adhèrent	400
9	Restaurants	1	Repas	50
10	Cafés	6	Clients	100
11	Boutiques	15	M ²	10
12	Boucheries	3	Unité	1
13	Tueries	1	Têtes/Jour	3
14	Lavages	1	Véhicules/Jour	10
15	Pharmacies	3	m ²	15

I.7 Description urbanistique de la ville et de la typologie de ses habitations

L'Algérie, avant la colonisation était un pays à dominante rurale avec une population à majorité nomade et semi-nomade. Les actions politiques et militaires coloniales successives, le développement de l'économie et son organisation ont été à l'origine de mutations profondes dans la répartition spatiale de sa population.

La commune aux 13 mechtas qualifiés d'agglomérations secondaires, dont les plus dominantes sont Hassi Bargoug et Dhaya, à la vocation typiquement agricole, pâtit même de développer ce créneau qui est pu aussi dire son véritable cheval de bataille.

Tableau I.9 : Typologie agglomération/ strates de population :

Désignation	Caractéristiques
Les métropoles à statut particulier de délégation (SPE) :	Alger ; Oran ; Constantine ; Annaba
Les métropoles	Villes de plus de 300.000 habitants
L'urbain dit supérieur	100.000 < pop. < 300.000 habitants
L'urbain	20.000 < pop. < 100.000 habitants
Semi urbain	5.000 < pop. < 20.000 habitants
Semi-rural	3.000 < pop. < 5.000 habitants
Rurale agglomérée	600 (100 unités d'habitation) < pop. < 3.000 habitants
Rural épars	Population inférieur à 600 habitants (100 unités habitation)

(Source : P.N.E-2010)

Compte tenu des résultats du tableau I.9, l'agglomération de la commune d'Ouled Khelouf est classée comme une agglomération **rurale agglomérée**. Il est important de préciser que la typologie de l'agglomération varie dans le temps avec l'accroissement de la population et le développement de commune.

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons procéder à la collecte des données essentielle à notre zone d'étude et ce du point de vue topographique, géologique, géographique, hydraulique...etc.

Les données géologiques, topographiques et urbanistiques (PDAU et POS) serviront au cas d'un projet d'une possible extension du schéma directeur et dans la restructuration du réseau. Les données concernant les sollicitations dynamiques (vents et séismes) seront importantes dans le calcul de la stabilité des ouvrages hydrauliques comme des réservoirs ou les abris des stations de pompage.

A l'appui des données climatiques et des données géologiques un planning rationnel du déroulement travaux sur chantier peut être établi.

Et enfin les données relatives à l'évolution de la population nous serons d'un grand intérêt dans le prochain chapitre pour le calcul prévisionnel des populations.

CHAPITRE II
Estimation des
besoins en eau
potable

Introduction

La satisfaction des besoins en eau d'une agglomération donnée exige une évaluation minutieuse des débits demandés, qui doit essentiellement passer par l'estimation de la population occupant le périmètre d'étude.

Il faut rappeler, à cet effet, qu'une bonne évaluation des besoins en eau se répercute sur la précision de la demande en eau.

L'estimation en eau dépend, par ailleurs, de plusieurs facteurs : elle dépend entre autres de l'évolution de la population, des équipements sanitaires, du niveau de vie de la population...etc. Elle diffère aussi d'une période à une autre et d'une agglomération à une autre.

Dans ce chapitre nous allons décrire les ressources destinées à l'alimentation de la commune, au calcul des différents ratios et à différents horizons, ensuite nous établirons le bilan entre les volumes produits et consommés.

II.1 Etat de la production actuelle et future

L'alimentation de notre zone d'étude était effectuée à partir du forage CHABKA III vers le réservoir principal RV500 m³ à l'aide d'une conduite par refoulement en PVC de diamètre Ø110, ce forage est actuellement à sec à cause du tarissement, un forage de remplacement a été projeté et réalisé juste à côté mais il s'est avéré infructueux. Avec un débit très insuffisant, le puits situé au centre chef-lieu de commune ne peut constituer une ressource fiable.

Après le tarissement du forage de Chebka III, le forage DE6 (situé sur le territoire de Chelghoum laid) a été attribué au centre d'Ouled Khelouf où une partie de sa ressource est allouée à l'alimentation en eau potable du centre à partir du réservoir RV500 m³ par refoulement dont la conduite en cours de réalisation. La capacité totale de production du forage DE6 est de 14 L/s soit 1210 m³/j depuis 2006 et ce débit sera supposé constant jusqu'à 2040.

L'agglomération secondaire AS1 de mechta Mellaha, Cité Regroupement ainsi que la cité cimetièrè Chouhada sont liées à l'ouvrage de production en tête du système de distribution RV500 m³, et que l'agglomération secondaire AS2 des Mechtas Sidi Hamana, Dhaya et Ouskout partagent la même ressource.

Les tableaux et les figures suivants présentent les principales caractéristiques des forages, néanmoins il faut signaler que le forage Chebka III est actuellement à sec.

Tableau II.1 : Caractéristique hydrodynamique des forages

Désignation	Coordonnées		Diamètres	Profondeurs (m)				Débits (l/s)	
	X (m)	Y(m)	Ø (mm)	Total	Toit	Mur	NS	Qmax	Qexp
Forage DE 6	806090	316500	340	160	66.18	156	66.18	14	10
Chebka III	811750	310800	340	100	85.00	100	/	5	/

(Source DHW)

Tableau II.2 : Description des sites des forages

Désignation	Forages et puits Ouled Khelouf		
	DE6 Bis	Chebka III	Puits
Surface totale (m ²)	120	90	-
Surface bâtie (m ²)	12	9	5
Clôture	Maçonnerie	Maçonnerie endommagée	Inexistante

**Figure II.1** : Point de captage du Forage Chebka III [10].



Figure II.2 : Forage de remplacement de Chebka III scellé [10]



Figure II.3 : Point de captage Forage DE6. [10]

II.2 Estimation actuelle et prévisionnelle de la population

L'objectif de notre étude est de répondre aux besoins de la population en eau potable à long terme fixé à l'horizon **2040**.

L'analyse de l'évolution de la population du chef-lieu de la commune montre une augmentation des habitants entre 1987 et 2006, le nombre d'habitants passe de 1373 à 2242.

Dans la suite de nos calculs nous allons estimer la population future de la zone d'étude avec le modèle mathématique des accroissements géométrique exprimé par :

$$P_n = P_0 \times (1 + \tau)^n \dots \dots \dots \text{II} - 1$$

P₀: Nombre d'habitants de l'année de référence (2006) ;

P_n: Nombre d'habitants à l'horizon de l'étude n ;

τ: Taux d'accroissement de la population en (%).

n: Nombre d'années séparant la population de référence et la population future.

• **Taux démographique τ :**

Le taux démographique est par définition l'augmentation du nombre d'habitants d'une région donnée au cours d'une période donnée.

Le taux d'accroissement spécifique de la commune d'Ouled Khelouf est égal à 1,64 selon au dernier recensement réalisé par les services de la commune (RGPH 2006). Pour l'estimation de la population à différents horizons, nous adoptons une réduction de 1% chaque année du taux d'accroissement, sachant que, les projections démographiques et les tendances de réduction du taux d'accroissement sont établies sur la base des données des recensements et des estimations établies par le Centre d'Etude et de Recherche Démographiques (**CERED**).

La répartition du taux d'accroissement pour les différents horizons est représentée ci-joint :

Tableau II.3 : Répartition du taux d'accroissement démographique

Horizons (Années)	Données statistiques				Prévisionnelle			
	2006	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Taux démographique (%)	1,64	1,59	1,51	1,44	1,37	1,30	1,24	1,19

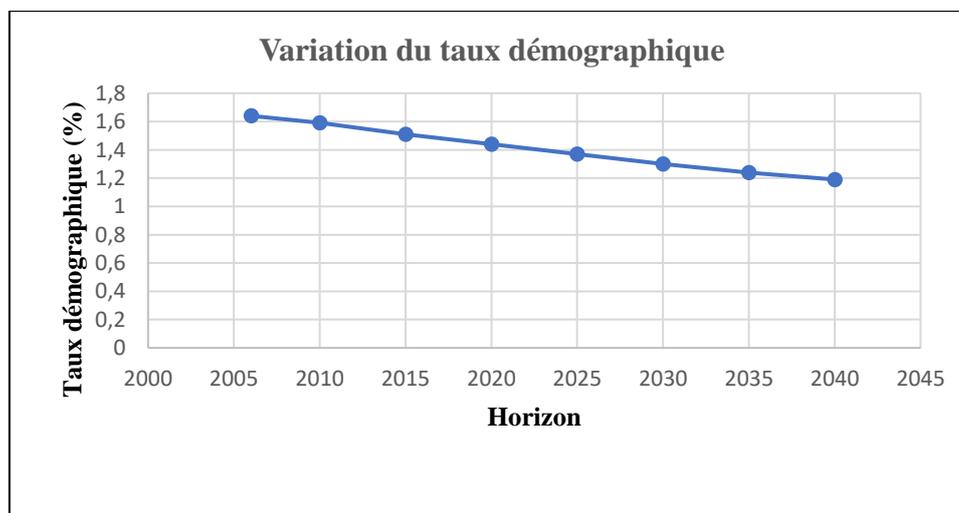


Figure II.4 : Diminution progressive du taux démographique.

Estimation de la population future du centre d'Ouled Khelouf pour les divers horizons :

Tableau II.4 : Répartition de la population en nombre d'habitants

Horizons (Années)	Données statistiques				Prévisionnelle			
	2006	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Taux d'accroissement (%)	1,64	1,59	1,51	1,44	1,37	1,30	1,24	1,19
Chef-lieu de la commune (hab.)	2242	2393	2589	2790	2997	3208	3422	3640
Mechtats liés au réservoir (hab.)	1082	1155	1250	1347	1447	1549	1652	1757
Mechtats liés au forage (hab.)	2368	2527	2734	2947	3165	3388	3614	3844
Population liée au réservoir (hab.)	3324	3548	3839	4137	4444	4757	5074	5397
Population total (hab.)	5692	6075	6573	7084	7609	8145	8688	9241

L'évolution de la population du chef-lieu, tel qu'indiqué dans le tableau **II.4**, montre que la typologie de l'agglomération change selon l'horizon considéré : sur la période comprise entre 2006 et 2025, elle correspond à une agglomération de type rurale agglomérée et puis passe à une agglomération du type semi-rural entre 2030 et 2040. Ce constat est important à noter en particulier dans l'estimation des dotations pour les horizons futurs.

Il est aussi important de préciser, pour le bilan production/consommation, nous avons pris en compte les Mechtats d'une manière séparée : en considérant celles alimentés uniquement à partir du réservoir R1 (CL et AS1), et celle alimenté directement par injection à partir d'un piquage sur la conduite de refoulement (AS2).

II.3 Estimation des besoins actuels et futurs ;

L'estimation de la population récapitulée dans le tableau II.4 nous permettra d'évaluer les besoins en eau de consommation en fonction de la typologie de l'agglomération à desservir et d'établir par la suite un bilan prévisionnel entre les besoins en eau et les capacités de production.

Pour ce faire, sur la base des valeurs préconisées par le P.N.E de 2011 estimer les dotations unitaires les plus proches de la réalité conformément aux valeurs fixées pour chaque type d'agglomération.

II.3.1 Evolution de la dotation unitaire :

En suivant les hypothèses de calcul de la demande en eau de l'étude d'actualisation prescrit par le Plan National de l'Eau de 2010 (PNE-2010), les dotations unitaires seront fixées selon la catégorie de consommateur et la typologie d'agglomération (voir Tableau I.6).

Compte tenu des résultats du tableau II.4, l'agglomération d'Ouled Khelouf est désignée selon les recommandations du P.N.E de 2010, de type rural aggloméré.

a-Dotation unitaire domestiques :

La dotation domestique est définie comme étant le volume d'eau potable journalière que reçoit un habitant pour couvrir les besoins domestiques.

L'évolution de ses valeurs pour une agglomération de type rurale agglomérée varie suivant la classification ci-dessous.

Tableau II.5 : Evolution de la dotation domestique :

Typologie de l'agglomération	Hypothèse tendancielle						
	Dotation unitaire (gestion par offre)			Dotation unitaire (gestion par demande)			
	(l/j/hab.)			(l/j/hab.)			
Horizons	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Métropole (SPE)	100	105	110	115	120	125	130
Métropole	90	95	100	110	120	130	140
Urbain supérieur	85	85	90	100	110	120	130
Urbain	80	85	90	100	110	120	130
Semi urbain	80	80	85	90	100	110	120
Semi-rural	75	80	85	90	100	110	120
Rural agglomérée	70	75	80	85	90	95	100
Éparse	60	60	60	60	60	60	60

Pour tenir compte des consommations autres que domestiques nous avons appliqué un taux de majoration de 40 % de la dotation domestique.

Tableau II.6: Evolution de la dotation domestiques et d'autres usages en l/j/hab.

Horizon	Actuelle				Prévisionnelle			
	2010	2015	2017	2020	2025	2030	2035	2040
Années								
Métropole (SPE)	170	179	182	187	196	204	211	217
Métropole	144	152	155	160	176	192	208	224
Urbain supérieur	128	128	130	135	150	165	211	217
Urbain	112	119	122	126	140	154	168	182
Semi urbain	108	108	110	115	122	135	152	179
Semi-rural	94	100	102	106	113	125	142	164
Rural agglomérée	81	86	88	92	98	104	110	116
Éparse	60	60	60	60	60	60	60	60

Les résultats du P.N.E-2010 sont établis uniquement jusqu'à l'horizon 2030, pour étendre son exploitation aux horizons 20235 et 2040 nous étions amené à procéder à des interpolations de Neville, c'est ainsi que nous avons obtenus les valeurs des colonnes en surbrillance, dans les tableaux **II.6** et **II.8**.

Pour les horizons 2010 à 2025 nous prendrons les dotations de l'agglomération de type rurale agglomérée (**Tableau II.8**), et pour les horizons 2030 à 2040 nous prendrons celles de type semi rural. Ce changement des dotations est dû à l'évolution de la population (voir tableau **II.4**). La variation de la dotation unitaire selon les horizons, pour une agglomération de type rurale agglomérée, est exprimée par la relation linéaire suivante :

$$D_n = D_0(1 + \alpha n)$$

D_n : Dotation en eau à l'horizon n (l/j/hab.) ;

D_0 : Dotation e eau à l'année de référence (l/j/hab.) ;

: Taux d'accroissement de la dotation (**valeur comprise entre 0.5 et 1%**) ;

n : L'écart entre l'année de référence et l'année de l'horizon.

A l'appui de la formule ci-dessus nous pouvons déduire la valeur du taux d'accroissement α exprimé en % :

$$\alpha(\%) = \left[\frac{\left(\frac{D_n}{D_0} - 1 \right)}{n} \right] \times 100$$

Tableau II.7 : Taux d'accroissement moyen de la dotation

Années	Dotation unitaire (l/j/hab.)	α (%)	α_{moy} (%)
2025	98	1	1
2030	104	1	
2035	110	1	
2040	116	1	

Ce taux d'accroissement moyen sera utilisé pour déduire les valeurs de la dotation liées à d'autres horizons.

II.3.2 Calcul des différents ratios hydrauliques

a-Débit moyen journalier Q_{moy}^j

Le débit moyen brut représente le besoin en eau journalier abstraction faite sur le moment de sa demande. Il exprime le débit moyen nécessaire pour un logement pour satisfaire ses besoins, il se calcul comme suit :

$$Q_{moy}^j = \frac{\text{Pop} \times \text{Dot}}{1000} \text{ en } (m^3/j)$$

Q_{moy}^j : Débit moyen journalier (m^3/j);

Pop: Nombre d'habitants (hab.);

Dot: Dotation unitaire (l/j/hab.).

La consommation moyenne nette journalière correspond à la quantité moyenne d'eau consommée pendant une journée par l'ensemble de la population et par d'autres types d'utilisateurs (équipements socio-économique).

Tableau II.8 : Consommation moyenne actuelle et prévisionnelle (CL)

	Horizon						
	Données statistiques			Prévisionnelle			
Horizon	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Population (hab.)	2393	2589	2790	2997	3208	3422	3640
Dotation (l/j/hab.)	81	86	92	98	125	142	164
Q_{moy}^j(m³j)	193,83	222,65	256,68	293,71	401	485,92	596,96

Tableau II.9 : Consommation moyenne actuelle et prévisionnelle (AS1)

	Horizon						
	Données statistiques			Prévisionnelle			
Horizon	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Population (hab.)	1155	1250	1347	1447	1549	1652	1757
Dotation (l/j/hab.)	81	86	92	98	104	110	116
Q_{moy}^j(m³j)	94,55	107,5	123,92	141,81	161,09	181,72	203,81

Tableau II.10 : Consommation moyenne actuelle et prévisionnelle (AS2)

	Horizon						
	Données statistiques			Prévisionnelle			
Horizon	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Population (hab.)	2527	2734	2947	3165	3388	3614	3844
Dotation (l/j/hab.)	81	86	92	113	125	142	164
Q_{moy}^j(m³j)	204,68	235,12	271,12	357,64	423,5	513,18	630,41

Il est important de rappeler que la dotation évoluera avec l'évolution des horizons, du fait que sur la période allant de 2010 à 2030 nous avons une population semi-rurale et qu'entre les horizons 2035 et 2040 l'agglomération sera du type semi-urbain.

Tableau II.11 : Consommation moyenne actuelle et prévisionnelle pour les populations liées au réservoir (C.L et AS1)

Horizon	Actuelle			Prévisionnelle			
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Population liée au réservoir (CL et AS1) (hab.)	3548	3839	4137	4444	4757	5074	5397
Dotation (l/j/hab.)	94	100	106	113	125	152	179
$Q_{moy}^j (m^3/j)$	333,51	383,9	438,52	502,17	594,63	771,25	966,06

Pour le calcul des débits moyens de la population totale (CL+AS1+AS2) pour les différents horizons), nous prendrons une dotation majorée correspondant à une agglomération semi urbaine.

Tableau II.12 : Consommation moyenne actuelle et prévisionnelle de la population totale (CL+AS1+AS2) :

Horizon	Actuelle			Prévisionnelle			
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Population (Total)	6075	6573	7084	7609	8145	8688	9241
Dotation (l/j/hab.)	108	108	115	122	135	154	179
$Q_{moy}^j (m^3/j)$	656,1	709,88	814,66	928,29	1099,57	1337,95	1654,14

b- Débit maximal journalier de production $Q_{max}^j(\text{prod})$:

Le débit maximal journalier noté Q_{max}^j est défini comme étant le débit d'une journée de l'année où la consommation est maximale en plus des fuites occasionnées dans le réseau et le volume d'eau non comptabilisé lors de la desserte.

$$Q_{max}^j(\text{prod}) = \frac{Q_{moy}^j}{R_g}$$

$Q_{max}^j(\text{prod})$: Débit maximal journalier en (m^3/j) ;

Q_{moy}^j : Débit moyen journalier en (m^3/j) ;

R_g : Rendement global.

Le rendement global est le produit du rendement d'adduction par le rendement de distribution.

$$R_g = R_a \times R_d$$

R_a : Rendement d'adduction

Le P.N.E. retient un rendement moyen global d'adduction et de traitement de 90 %, constant jusqu'à l'horizon 2030 voir jusqu'à l'horizon 2040.

c-Débit maximal journalier de distribution Q^j_{max}(dist) en (m³/j):

$$Q_{\max}^j(\text{dist}) = \frac{Q_{\text{moy}}^j}{R_d}$$

R_d: Rendement de distribution

Tableau II.13: Evolution des rendements selon le P.N.E (2010) :

Horizon	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040
R_d (%)	55	55	60	65	70	75	80
R_a (%)	90	90	90	90	90	90	90
R_g (%)	0,49	0,49	0,54	0,58	0,63	0,67	0,72

(Source PNE)

Les dotations des années 2035 et 2040 ont été interpolées.

d-Débit de pointe journalier production Q^j_p(prod)

Débit de pointe journalier correspond aux besoins de la population, il est enregistré généralement pendant la journée et durant les mois les plus chaud de l'année.

Le débit de pointe est exprimé par la formule suivante :

$$Q_p^j(\text{prod}) = Q_{\max}^j \times K_p^j$$

K_p^j: Coefficient de pointe $1,05 \leq K_p^j < 1,15$

Dans notre cas, nous avons choisis un coefficient de pointe moyen égale à **1,1**.

e-Débit moyen horaire de distribution Q^h_{moy}(dist):

Le débit moyen horaire de distribution est formulé comme suit :

$$Q_{\text{moy}}^h(\text{dist}) = \frac{Q_p^j(\text{dist})}{24} \text{ en (m}^3/\text{h)}$$

f- Débit de pointe horaire de distribution $Q_p^h(\text{dist})$:

Le débit de pointe horaire de distribution joue un rôle important dans le dimensionnement des réseaux de distribution et son estimation dépend du développement, des habitudes de la population et du régime de consommation d'eau potable.

$$Q_p^h(\text{dist}) = Q_{\text{moy}}^h(\text{dist}) \times K_p^h = Q_p^j(\text{dist}) \times a_i(\%)$$

$Q_{\text{moy}}^h(\text{dist})$: Débit de pointe horaire distribution en (m³/h) ;

$Q_{\text{moy}}^j(\text{dist})$: Débit moyen horaire de distribution en (m³/j) ;

K_p^h : Coefficient de pointe horaire.

$$k_p^h = a_i \times 24$$

La population totale correspond à une agglomération de type semi urbain, la valeur de a_i est fixée à 7% ou en d'autres termes $K_p^h = 1.68$.

Tableau II.14: Résultats de calculs des différents ratios de production pour la population globale (CL+AS1+AS2)

Horizon	$Q_{\text{moy}}^j(\text{prod})$ (m ³ /j)	$Q_{\text{max}}^j(\text{prod})$ (m ³ /j)	$Q_p^j(\text{prod})$ (m ³ /j)	$Q_{\text{max}}^j(\text{dist.})$ (m ³ /j)	$Q_p^j(\text{dist.})$ (m ³ /j)	K_p^h	$Q_p^h(\text{dist})$ (m ³ /h)
2010	656,1	1338,98	1472,88	1192,91	1312,2	1,68	91,85
2015	709,88	1448,73	1593,60	1290,69	1419,76	1,68	99,38
2020	814,66	1508,63	1659,49	1357,76	1493,54	1,68	104,55
2025	928,29	1600,5	1760,55	1428,14	1570,95	1,68	109,96
2030	1099,57	1745,35	1919,88	1570,81	1727,89	1,68	120,95
2035	1337,95	1996,94	2196,93	1783,93	1962,32	1,68	137,36
2040	1654,14	2297,42	2527,16	2067,67	2274,40	1,68	159,21

L'accroissement des besoins de consommation en fonction de l'accroissement de la population est représenté sur figure ci-dessous:

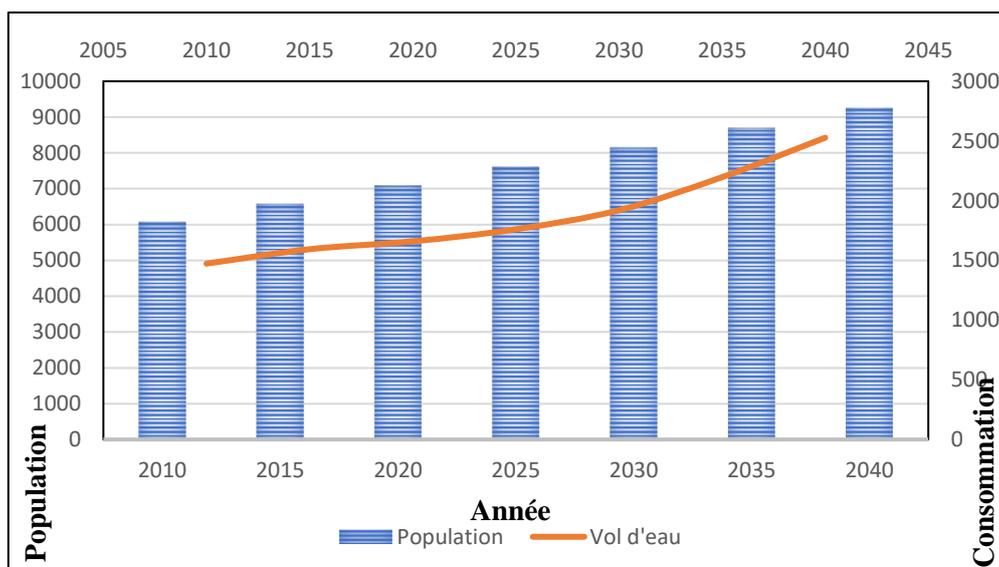


Figure II.5 : Evolution de la consommation journalière en fonction de la taille de la population.

Tableau II.15: Résultats de calculs des différents ratios de production pour la population liée au réservoir (CL+AS1)

Horizon	$Q_{moy}^j (prod)$	$Q_{max}^j (prod)$	$Q_p^j (prod)$	$Q_{max}^j (dist.)$	$Q_p^j (dist.)$	K_p^h	$Q_p^h (dist.)$
	(m ³ /j)		(m ³ /h)				
2010	333,51	680,63	748,69	606,38	667,02	1,68	46,69
2015	383,9	783,47	861,82	698	767,8	1,68	53,75
2020	438,52	812,07	893,27	730,87	803,95	1,68	56,27
2025	502,17	865,81	952,39	772,57	849,83	1,68	59,48
2030	594,63	943,86	1038,25	849,47	934,42	1,68	65,41
2035	771,25	1151,12	1266,23	1028,33	1131,16	1,68	79,18
2040	966,06	1341,75	1475,93	1207,57	1328,33	1,68	92,98

II.4 Estimation des rendements (adduction et distribution)

L'accès durable aux ressources en eau est une préoccupation majeure qui concerne tous les pays du bassin méditerranéen. Le changement climatique, la croissance urbaine et démographique, mais aussi les fuites au niveau des différents réseaux, risquent d'aggraver la situation de stress hydrique qui frappe déjà la plupart des pays. Voilà l'importance de l'estimation des rendements afin de maîtriser les fuites/pertes d'eau dans les réseaux.

Le facteur rendement des infrastructures hydrauliques représente la perte entre la ressource brute mobilisée en amont et le consommateur (au robinet), et doit prendre en compte

les pertes sur le réseau de distribution mais également les pertes au niveau des ouvrages traitement et adduction.

II.4.1 Rendement de distribution R_d :

L'hypothèse tendancielle du P.N.E, retenue dans le tableau II.14, prend en compte un effort limité mais régulier de maîtrise des fuites.

- Débit **maximal** journalier de **distribution** en (m^3/j):

$$Q_{\max}^j(\text{dis}) = \frac{Q_{\text{moy}}^j}{R_d}$$

- Débit de **pointe** journalier **distribution** Q_p^j (dist)

$$Q_p^j(\text{dist}) = Q_{\max}^j \times K_p^j$$

K_p^j : Coefficient de pointe $1,05 \leq K_p^j < 1,15$

Dans notre cas, on prend un coefficient de pointe journalier égale à **1,1**.

- Débit **moyen** horaire **distribution** :

Le débit moyen horaire de distribution est donné par la relation suivante :

$$Q_{\text{moy}}^h(\text{dist}) = \frac{Q_p^j}{24} \text{ (m}^3/\text{h)}$$

- Débit de **pointe horaire distribution** Q_p^h en (m^3/h):

$$Q_p^h(\text{dist}) = K_p^h \times Q_{\text{moy}}^h(\text{dist}) = a_i(\%) \times Q_p^j(\text{dist}) \text{ exprimé en (m}^3/\text{h)}$$

Dans le cas de notre agglomération $a_i = 8,5 \%$

Tableau II.16: Résultats de calculs des ratios de la distribution pour le Chef-Lieu (CL).

Horizon	Q_{moy}^j	R_{dist}	$Q_{max}^j(\text{dist.})$	$Q_p^j(\text{dist.})$	Q_{moy}^h	K_p^h	Q_p^h
	(m ³ /j)	(%)	(m ³ /j)	(m ³ /j)	(m ³ /h)		(m ³ /h)
2010	193,83	50	387,66	426,43	17,76	2,04	36,23
2015	222,65	55	404,82	445,30	18,55	2,04	37,84
2020	256,68	60	427,8	470,58	19,61	2,04	40,00
2025	293,71	65	451,86	497,05	20,71	2,04	42,25
2030	333,63	70	476,61	524,27	21,84	2,04	44,55
2035	376,42	75	501,89	552,08	23	2,04	46,92
2040	422,24	80	527,8	580,58	24,19	2,04	49,35

II.4.2 Rendement d'adduction et traitement R_a :

Le rendement des ouvrages d'adduction et de traitement correspond au volume total prélevé sur la ressource (V_{prod}) sur le volume mis en distribution en tête du réseau de distribution.

Le P.N.E. retient un rendement moyen global d'adduction et de traitement de 90 %, constant jusqu'à l'horizon 2030. Nous prendrons le même rendement pour l'horizon 2040.

• Débit maximal journalier de distribution en (m³/j):

$$Q_{max}^j(\text{dist}) = \frac{Q_{moy}^j}{R_d}$$

• Débit de pointe journalier de distribution $Q_p^j(\text{dist})$

$$Q_p^j(\text{dist}) = Q_{max}^j \times K_p^j$$

K_p^j : Coefficient de pointe $1,05 \leq K_p^j < 1,15$

Dans notre cas, on prend un coefficient de pointe journalier moyen égale à **1.1** ;

• Débit moyen horaire adduction :

Le débit moyen de pointe horaire de distribution est donné par la relation suivante :

$$Q_{moy}^h(\text{add}) = \frac{Q_p^j(\text{dist})}{24} \text{ en (m}^3/\text{h)}$$

- Débit de **pointe horaire adduction** $Q_p^h(\text{add.})$ pour une alimentation en continue :

$$Q_p^h(\text{add}) = K_p^h \times Q_{\text{moy}}^h(\text{add}) \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

Tableau II.17: Résultats de calculs des différents ratios de l'adduction pour le chef-lieu (Ouled Khelouf)

Années	Q_{moy}^j (m^3/j)	R_a	Q_{max}^j (add) (m^3/j)	Q_p^j (add) (m^3/j)	Q_{moy}^h (m^3/h)	K_p^h	$Q_p^h(\text{m}^3/\text{h})$
2010	193,83	0,90	215,37	236,91	9,87	2,04	20,13
2015	222,65	0,90	247,39	272,13	11,34	2,04	23,13
2020	256,68	0,90	285,2	313,72	13,07	2,04	26,66
2025	293,71	0,90	326,34	358,97	14,95	2,04	30,49
2030	333,63	0,90	370,7	407,77	16,99	2,04	34,66
2035	376,42	0,90	418,24	460,06	19,17	2,04	39,11
2040	422,24	0,90	469,16	516,07	21,50	2,04	43,86

II.5 Bilan entre production et consommation (horizon 2040)

Suite aux calculs prévisionnels des débits de consommation de la population totale (CL+AS1+AS2) et compte tenu des capacités disponibles et projetées de la production et sous l'hypothèse d'un débit constant de production nous aboutissons au bilan hydrique suivant :

Tableau II.18 : Adéquation entre production et consommation :

Horizon	Production	Consommation	Excès	Déficit	N_f
	m^3/an	m^3/an	m^3/an	m^3/an	
2020	441650	579375,45	***	-137725,45	02
2025	441650	605732,1	***	-164082,1	02
2030	441650	595037,6	***	-153387,6	02
2035	441650	702851,3	***	-261201,3	02
2040	441650	783275,4	***	-341625,4	02

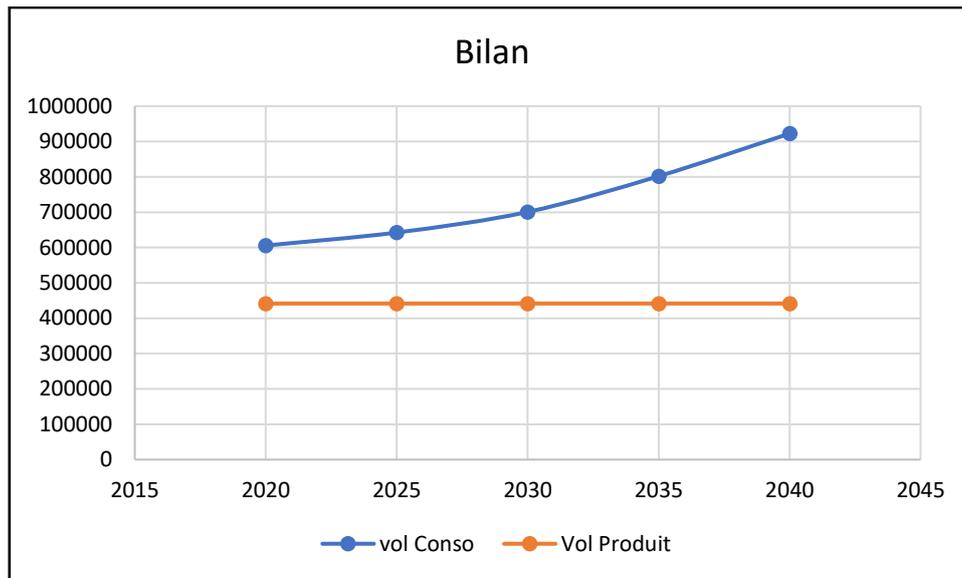


Figure II.6 : Bilan entre production et consommation pour différents horizons.

Interprétation des résultats :

Nous avons calculé dans le tableau II.19 (dans la sixième colonne) le nombre des forages nécessaire pour combler le déficit de la commune, pour aboutir à ce calcul nous avons utilisé la formule suivante :

$$N_f = \frac{\text{Débit consommé}}{\text{Débit produit}}$$

N_f : nombre de forage

Selon nous calculs la commune a besoin d'un deuxième forage avec une capacité minimale de **480763,4** m³/an pour combler le déficit.

En raison de manque des données hydrologiques du site hébergeant le forage DE6, nous ne pouvons donc prédire s'il est possible de prospector un deuxième forage dans le champ de captage qu'héberge le forage DE6.

A travers les résultats du bilan hydrique présenté dans tableau II.18 et représenté sur le graphe ci-dessus, nous observons que le volume d'eau produit est insuffisant sur la période (2020-2040), nous avons un déficit qui atteint jusqu'à une valeur de 341625,4 m³/an en 2040.

Cet état de fait révélé par nos calculs, constitue un des éléments de dysfonctionnement dans le sens où une sous-estimation des débits de production entraine des déficits, d'où la nécessité de prévoir d'autres ressources pour combler ce déficit et ainsi assurer une alimentation régulière de notre zone d'étude.

Conclusion :

Les capacités de production des points de captage (forage DE6) pour cette commune deviennent insuffisantes au-delà de 2020, par conséquent il faut prévoir un apport supplémentaire pour combler le déficit prévisionnel prospectons un deuxième forage ou dans le cas échéant, prospector d'autres types de ressource.

Chapitre III
Etude de diagnostic
du réseau actuel
d'AEP

Chapitre III : Etude de diagnostic du réseau actuel d'AEP

Introduction

Le réseau d'AEP est un ensemble d'ouvrages hydraulique, d'installations et d'appareillages à mettre en place pour traiter et transporter l'eau aux différents consommateurs, depuis le point de production de l'eau (ressource) jusqu'au point de consommation (abonnés). Nous allons dans ce chapitre nous focaliser au diagnostic du réseau, description de l'état actuel du réseau et de sa performance.

L'étude de diagnostic est un passage obligatoire dans toute étude de révision en termes de réadaptation. Cela vise à améliorer les performances du réseau d'alimentation en eau potable en question en cas d'anomalie technique ou détérioration.

III.1 Description de l'ouvrage de stockage

L'ouvrage de stockage disponible fournira une certaine sécurité d'approvisionnement contre d'éventuels pannes de conduite, les pannes de pompes, l'arrêt de pompe au niveau de la station de pompage et autres problèmes d'exploitation.

● Classification des Réservoirs

Les réservoirs peuvent être classés de différentes façons selon les critères pris-en Considération.

● Classification selon le matériau de construction

En ce qui concerne le choix du matériau de construction. On a des :

- Réservoir métallique ;
- Réservoir en maçonnerie ;
- Réservoir en béton armé ou précontraint, comme c'est le cas du réservoir de notre zone d'étude.

● Classification selon l'usage

- Réservoir principal d'accumulation et de stockage.
- Réservoir d'équilibre (réservoir tampon).
- Réservoir de traitement.

● Selon la forme géométrique

Généralement on trouve dans la nature deux formes usuelles :

- Réservoir cylindrique.
- Réservoir de section rectangulaire ou carré.

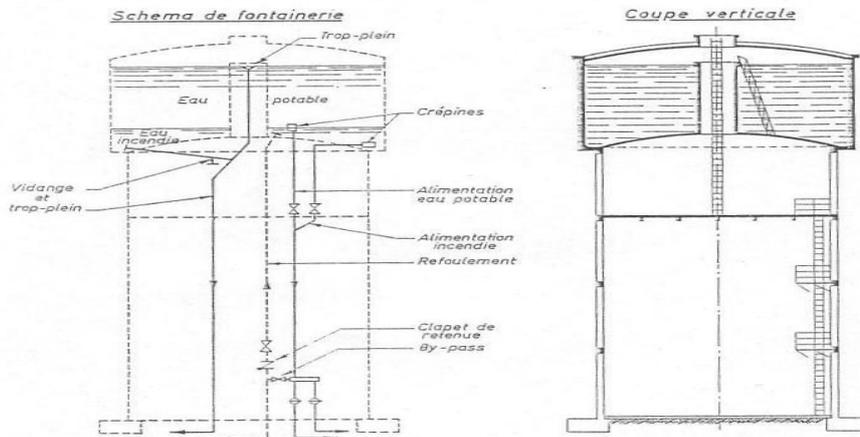


Figure III.1 : Exemple d'un réservoir avec cuve cylindrique

L'alimentation en eau potable d'Ouled Khelouf est principalement assurée à partir du réservoir R1 semi-enterré d'une capacité de **RV500 m³**, il est alimenté en eau à partir du forage DE6 située dans la commune de CHELGHOUM LAID. Ce dernier alimente aussi des agglomérations secondaires (Mechtats Sidi Hamana, Dhaya et Ouskout).

Le périmètre aménagé comporte aussi un réservoir R2 d'une capacité de **RV40m³**, ce second réservoir date de l'époque coloniale.

Tableau III.1 : Caractéristiques des réservoirs existants

Désignation	Nature	Capacité	Hauteur Radier	Altitude Z NGA	CR	CTP
		(m ³)	(m)	(m)	(m)	(m)
R1	Semi enterré	500	-2	861.95	859,95	863,95
R2	Sur élevé	40	+3	819.96	822,96	824,96

(Source APC)

Tableau III.2 Coordonnées géodésiques des réservoirs existants

Désignation	Coordonnées géodésiques	
	X (m)	Y (m)
R1	781811,910	3990761,920
R2	778852,300	3990622,050

Figure III.2 : Photo du réservoir semi enterré R1 (RV500 m³). [10]Figure III.3 : Réservoir surélevé R2 (RV40 m³). [10]

III.1.1 Calcul de la capacité utile totale C_u^T du réservoir pour l'horizon actuelle 2020

La capacité utile du réservoir est déterminée par la formule suivante :

Le temps de pompage est fixé selon la typologie de l'agglomération, à savoir 8 h pour une agglomération semi-rurale et 10 h pour une agglomération semi-urbaine.

$$C_u = |+Q \text{ excédent}| + |-Q \text{ déficit}| \text{ en exprimée m}^3$$

Tableau III.3 Calcul analytique du volume théorique du réservoir pour 2020, avec un temps de pompage de **8h/24h**:

Temps (h)	Coef. ai (%)	Q _{entrant} (m ³ /h)	Q _{sortant} (m ³ /h)	ΣQ _{entrant} (m ³)	ΣQ _{sortant} (m ³)	ΔQ ⁻ (m ³)	ΔQ ⁺ (m ³)
0-1	0,75	111,65875	6,699525	111,65875	6,99525		+104,6635
1-2	0,75	111,65875	6,699525	223,3175	13,39905		+209,91845
2-3	1	111,65875	8,9327	334,97625	22,33175		+312,6445
3-4	1	111,65875	8,9327	446,635	31,26445		+415,37055
4-5	3	0,000	26,7981	446,635	58,06255		+338,57245
5-6	5,5	0,000	49,12985	446,635	107,1924		+339,4426
6-7	5,5	0,000	49,12985	446,635	156,32225		+290,31275
7-8	5,5	0,000	49,12985	446,635	205,4521		+241,1829
8-9	3,5	0,000	31,26445	446,635	236,71655		+209,91845
9-10	3,5	0,000	31,26445	446,635	267,981		+178,654
10-11	6	0,000	53,5962	446,635	321,5772		+125,0578
11-12	8,5	0,000	75,92795	446,635	397,50515		+49,12985
12-13	8,5	0,000	75,92795	446,635	473,4331	-226,7981	
13-14	6	0,000	53,5962	446,635	527,0293	-80,3943	
14-15	5	0,000	44,6635	446,635	571,6928	-125,0578	
15-16	5	0,000	44,6635	446,635	616,3563	-169,7213	
16-17	3,5	0,000	31,26445	446,635	647,62075	-200,98575	
17-18	3,5	0,000	31,26445	446,635	678,8852	-282,2507	
18-19	6	0,000	53,5962	446,635	732,4814	-285,8464	
19-20	6	0,000	53,5962	446,635	786,0776	-339,4426	
20-21	6	111,65875	53,5962	558,29375	839,6738	-281,38005	
21-22	3	111,65875	26,7981	669,9525	866,4719	-196,5194	
22-23	2	111,65875	17,8654	781,61125	884,3373	-102,72605	
23-24	1	111,65875	8,9327	893,27	893,27	0,0000	0,0000

$$C_u^{th} = |+415,37055| + |-339,4426| = 754,81315m^3$$

$$C_u^T = C_u + Q_{inc} = 754,81315 + 120 m^3 \text{ soit } C_u^T = 874,81315 \approx 875m^3$$

$$C_T^{Norm} = 1000 m^3$$

Tableau III.4 : Calcul analytique du volume du réservoir pour l'horizon 2040, avec un temps de pompage de **10h/24h**

Temps (h)	ai (%)	Q _{entrant} (m ³ /h)	Q _{sortant} (m ³ /h)	Σ Q _{entrant} (m ³)	Σ Q _{sortant} (m ³)	ΔQ ⁻ (m ³)	ΔQ ⁺ (m ³)
0-1	1	147,593	14,7593	147,593	14,7593		+132,8337
1-2	1	147,593	14,7593	295,186	29,5186		+265,6674
2-3	1	147,593	14,7593	442,779	44,2779		+398,5011
3-4	1	147,593	14,7593	590,372	59,0372		+531,3348
4-5	2	147,593	29,5186	737,965	88,5558		+649,4092
5-6	3	0,000	44,2779	737,965	132,8337		+605,1313
6-7	5	0,000	73,7965	737,965	206,6302		+531,3348
7-8	6,5	0,000	95,93545	737,965	302,56565		+435,39935
8-9	6,5	0,000	95,93545	737,965	398,5011		+339,4639
9-10	5,5	0,000	81,17615	737,965	479,67725		+260,28775
10-11	4,5	0,000	66,41685	737,965	546,0941		+193,8709
11-12	5,5	0,000	81,17615	737,965	627,27025		+112,69475
12-13	7	0,000	103,3151	737,965	730,58535		+9,37965
13-14	7	0,000	103,3151	737,965	833,90045	-93,93545	
14-15	5,5	0,000	81,17615	737,965	915,0766	-175,1116	
15-16	4,5	0,000	66,41685	737,965	981,49345	-241,52845	
16-17	5	0,000	73,7965	737,965	1055,28995	-315,32495	
17-18	6,5	0,000	95,93545	737,965	1151,2254	-411,2604	
18-19	6,5	0,000	95,93545	737,965	1247,16085	-507,19585	
19-20	5	147,593	73,7965	885,558	1320,95735	-435,39935	
20-21	4,5	147,593	66,41685	1033,151	1387,3742	-354,2232	
21-22	3	147,593	44,2779	1180,744	1431,6521	-250,9081	
22-23	2	147,593	29,5186	1328,337	1461,1707	-132,8337	
23-24	1	147,593	14,7593	1475,93	1475,93	0,000	0,000

$$C_u^{th} = |+649,4092| + |-507,19585| = 1156,60505 \text{ m}^3$$

$$C_u^T = C_u + Q_{inc} = 1156,60505 + 120 \text{ m}^3 \text{ soit } C_u^T = 1276,60505 \approx 1277 \text{ m}^3$$

$$C_T^{Norm} = 1400 \text{ m}^3$$

Calcul des caractéristiques géométriques du réservoir pour les horizons 2020 et 2040:**• Calcul du diamètre du radier :**

Le diamètre est calculé par la formule suivante :

$$D = 1,405 \times C_R^{1/3}$$

C_R : Capacité du réservoir (volume normalisée)

D = 14,05 m pour (2020) et 15,72 m pour (2040)

• Calcul des hauteurs minimal et maximal d'eau dans la cuve du réservoir pour l'horizon 2040 :

h_{\min} : Hauteur minimal en m

$$h_{\min} = 0,1 \times D = 1,405 \text{ m pour (2020) et } 1,57 \text{ m pour (2040)}$$

h_{\max} : Hauteur maximal en m

$$h_{\max} = 0,46 \times D = 6,463 \text{ m (2020) et } 7,23 \text{ m (2040)}$$

III.1.2 Bilan Capacité / Besoins en stockage :

Compte tenu d'une capacité de 500 m³, la capacité et les besoins en stockage d'eau sont représentés dans le tableau III.5:

Tableau III.5 : Bilan capacité disponible/Besoin en stockage :

Horizon	Capacité	Capacité analytique	Excès	Déficit	Diamètres de base	h_{\min}	h_{\max}
	m ³	m ³	m ³	m ³	M	M	m
2020	500	1000	***	500	14,05	1,405	6,463
2025	500	1000	***	500	***	***	***
2030	500	1000	***	500	***	***	***
2035	500	1400	***	900	***	***	***
2040	500	1400	***	900	15,72	1,57	7,23

Nous précisons que pour les horizons 2025 à 2030 nous avons obtenu la capacité analytique par interpolation.

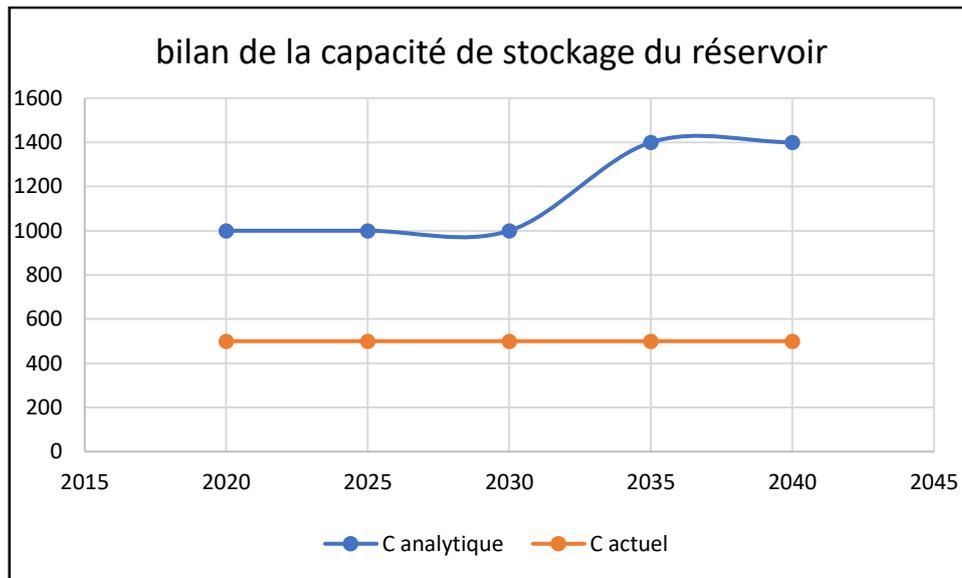


Figure III.4 : Graphe du bilan de la capacité de stockage du réservoir R1 (RV500 m³) pour les différents horizons.

Interprétations des résultats :

D'après le graphe et les résultats de calculs analytiques de la capacité utile actuelle et future du réservoir nous constatons que :

La capacité totale des réservoirs existants est de RV500 m³ en plus du réservoir surélevé R2 de capacité RV40 m³, soit au totale une capacité de 540 m³ alors que le volume calculé pour un temps de pompage de 10 heures est égal à 1277 m³. Donc le réservoir est sous-dimensionné pour l'horizon **2040**.

Il faudra donc prévoir un autre réservoir de stockage pour combler le déficit au niveau stockage en dépit de l'existence du réservoir R2 avec une capacité RV40 m³ alimenté par un puits traditionnel.

Le forage DE6 alimente aussi une agglomération secondaire (Mechtat liée au forage) par injection directe (piquage sur la conduite de transfert). Ce type d'alimentation n'est pas sans risque, car en cas de panne de la station de pompage c'est toute l'agglomération desservie qui sera privée d'eau. Pour éviter ces risques nous proposons deux configurations, la première consiste à relier l'agglomération secondaire AS2 au réservoir R1 de capacité RV500 m³ et la deuxième hypothèse consiste à projeter la construction d'un réservoir supplémentaire pour alimenter gravitairement l'agglomération AS2.

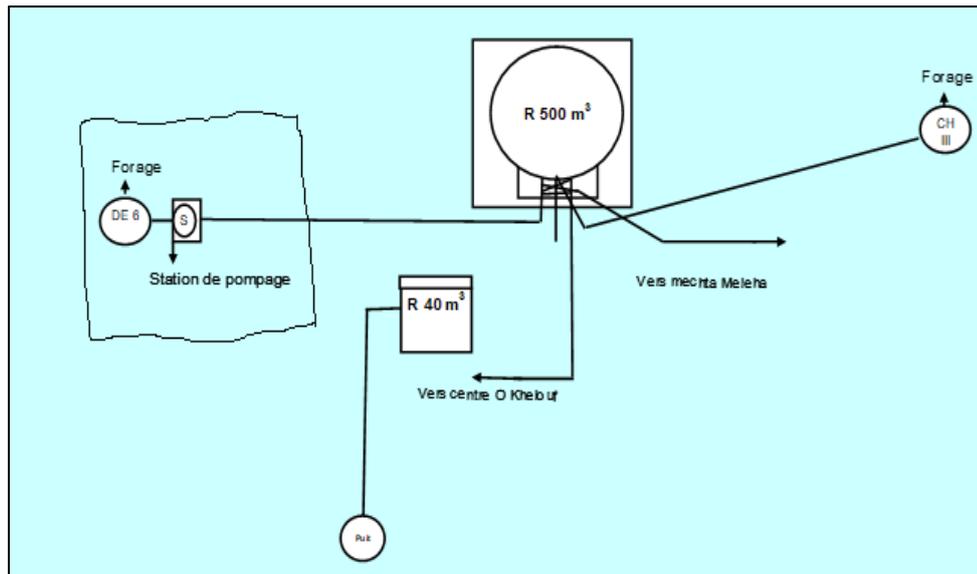


Figure III.5 : Schéma synoptique d'alimentation de l'agglomération secondaire AS2 (Mechtat lié au forage).

Nous allons donc vérifier la capacité analytique du réservoir R1 dans le cas de la première hypothèse, c.à.d. quand les trois agglomérations sont liées au même réservoir.

Tableau III.6 Calcul analytique du volume du réservoir pour horizon actuel (2020), avec un temps de pompage **10h/24h** :

Temps	ai	Q _{entrant}	Q _{sortant}	Σ Q _{entrant}	Σ Q _{sortant}	ΔQ ⁻	ΔQ ⁺
(h)	(%)	(m ³ /h)	(m ³ /h)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
0-1	1	165,949	16,5949	165,949	16,5949		+149,3541
1-2	1	165,949	16,5949	331,898	33,1898		+298,7082
2-3	1	165,949	16,5949	497,847	49,7847		+448,0623
3-4	1	165,949	16,5949	663,796	66,3796		+597,4164
4-5	2	165,949	33,1898	829,745	99,5694		+730,1756
5-6	3	0,000	49,7847	829,745	149,3541		+680,3909
6-7	5	0,000	82,9745	829,745	232,3286		+597,4164
7-8	6,5	0,000	107,86685	829,745	340,19545		+189,54955
8-9	6,5	0,000	107,86685	829,745	448,0623		+381,6827
9-10	5,5	0,000	91,27195	829,745	539,33425		+290,41075
10-11	4,5	0,000	74,67705	829,745	614,0113		+215,7337
11-12	5,5	0,000	91,27195	829,745	705,28325		+124,46175

Temps	ai	Q _{entrant}	Q _{sortant}	Σ Q _{entrant}	Σ Q _{sortant}	ΔQ ⁻	ΔQ ⁺
(h)	(%)	(m ³ /h)	(m ³ /h)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
12-13	7	0,000	116,1643	829,745	821,44755		+8,29745
13-14	7	0,000	116,1643	829,745	937,61185	-107,86685	
14-15	5,5	0,000	91,27195	829,745	1028,8838	-199,1378	
15-16	4,5	0,000	74,67705	829,745	1103,56085	-273,81585	
16-17	5	0,000	82,9745	829,745	1186,53535	-356,79035	
17-18	6,5	0,000	107,86685	829,745	1294,4022	-464,6572	
18-19	6,5	0,000	107,86685	829,745	1402,26905	-572,52405	
19-20	5	165,949	82,9745	995,694	1485,24355	-489,54955	
20-21	4,5	165,949	74,67705	1161,643	1559,9206	-398,2776	
21-22	3	165,949	49,7847	1327,592	1609,7053	-282,1133	
22-23	2	165,949	33,1898	1493,541	1642,8951	-149,3541	
23-24	1	165,949	16,5949	1659,49	1659,49	0,000	0,000

$$C_u^{th} = |+730,1756| + |-572,52405| = 1302,69965 \text{ m}^3$$

$$C_T^{th} = C_u^{th} + Q_{inc} = 1302,69965 + 120 \text{ m}^3 \text{ soit } C_T^{th} = 1422,69965 \text{ m}^3$$

$$C_T^{Norm} = 1500 \text{ m}^3$$

Tableau III.7 Calcul analytique du volume du réservoir pour 2040, avec un temps de pompage **10h/24h** :

Temps	ai	Q _{entrant}	Q _{sortant}	Σ Q _{entrant}	Σ Q _{sortant}	ΔQ ⁻	ΔQ ⁺
(h)	(%)	(m ³ /h)	(m ³ /h)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
0-1	0,75	252,716	18,9537	252,716	18,9537		+233,7623
1-2	0,75	252,716	18,9537	505,432	37,9074		+467,5246
2-3	1	252,716	25,2716	758,148	63,179		+694,969
3-4	1	252,716	25,2716	1010,864	88,4506		+922,4134
4-5	3	252,716	75,8148	1263,58	164,2654		+1099,3146
5-6	5,5	0.00	138,9938	1263,58	303,2592		+960,3208
6-7	5,5	0.00	138,9938	1263,58	442,253		+821,327
7-8	5,5	0.00	138,9938	1263,58	581,2468		+682,3332

Temps	ai	Q _{entrant}	Temps	ai	Q _{entrant}	Q _{sortant}	ΣQ _{entrant}
(h)	(%)	(m ³ /h)	(m ³ /h)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
8-9	3,5	0.00	88,4506	1263,58	669,6974		+593,8826
9-10	3,5	0.00	88,4506	1263,58	758,148		+505,432
10-11	6	0.00	151,6296	1263,58	909,7776		+353,8024
11-12	8,5	0.00	214,8086	1263,58	1124,5862		+138,9938
12-13	8,5	0.00	214,8086	1263,58	1339,3948	-75,8148	
13-14	6	0.00	151,6296	1263,58	1491,0244	-227,4444	
14-15	5	0.00	126,358	1263,58	1617,3824	-353,8024	
15-16	5	0.00	126,358	1263,58	1743,7404	-480,1604	
16-17	3,5	0.00	88,4506	1263,58	1832,191	-568,611	
17-18	3,5	0.00	88,4506	1263,58	1920,6416	-657,0616	
18-19	6	0.00	151,6296	1263,58	2072,2712	-808,6912	
19-20	6	252,716	151,6296	1516,296	2223,9008	-707,6048	
20-21	6	252,716	151,6296	1769,012	2375,5304	-606,5184	
21-22	3	252,716	75,8148	2021,728	2451,3452	-429,6172	
22-23	2	252,716	50,5432	2274,444	2501,8884	-227,4444	
23-24	1	252,716	25,2716	2527,16	2527,16	0	

$$C_u^{th} = |+1099,3146| + |-808,6912| = 1908,0058 \text{ m}^3$$

$$C_T^{th} = C_u^{th} + Q_{inc} = 1908,0058 + 120 \text{ m}^3 \text{ soit } C_T^{th} = 2028,0058 \text{ m}^3$$

$$C_T^{Norm} = 2000 \text{ m}^3$$

Interprétations des résultats :

On constate, à travers les résultats de nos calculs que les capacités analytiques du réservoir R1 à prévoir pour les horizons 2020 et 2040 sont plus importantes par rapport à la capacité du réservoir existant.

Donc la seconde hypothèse sera la plus adaptée pour palier à ce problème d'alimentation par injection directe, pour cela il faudrait faire une étude de besoins de stockage de cette agglomération secondaire.

III.2 Organisation générale et état actuel du réseau

En général dans le cadre de l'alimentation en eau potable d'une agglomération nous aurons besoin de projeter un réseau d'adduction pour le transfert de l'eau du point de production jusqu'au réservoir de stockage ensuite relier ce dernier à l'entrée du réseau de distribution à l'aide d'une adduction. Cela signifie que le réseau d'AEP sera composé de deux parties distinctes, le réseau d'adduction et le réseau de distribution.

III.2.1 Description du réseau d'adduction

L'adduction correspond au transfert d'eau du point de production jusqu'à jusqu'au réservoir de stockage dans certains cas par l'intermédiaire d'une station de pompage dite de reprise. Ce transfert est assuré par différentes types de conduites d'adductions :

- Conduites d'adduction sont dites gravitaires lorsque la cote du point de production se situe à une altitude supérieure à celle du réservoir de stockage.
- Conduites d'adduction sont dites par refoulement lorsque la cote du point de production se situe à une altitude inférieure à celle du réservoir de stockage, dans ce cas le transfert d'eau se fait par l'intermédiaires de stations de pompage dites de reprises.

Dans le cas de notre réseau le système d'adduction se fait par refoulement du point de production (Forage DE6) jusqu'au réservoir R1 suivi d'une adduction gravitaire du réservoir R1 jusqu'au nœud d'entrée des réseaux de distribution.

Tableau III.8: Conduites du réseau d'adduction par refoulement

Désignation des tronçons	Diamètres	Nature de la conduite	Observations	Longueurs
	(mm)			(m)
DE6 - R1	160	PEHD	Projeté	6914
Chebka III - R1	110	ACIER GALVANISE	Hors Service	1731
Puits - R2	90	ACIER	En service	150
Σ				8795

(Source APC)

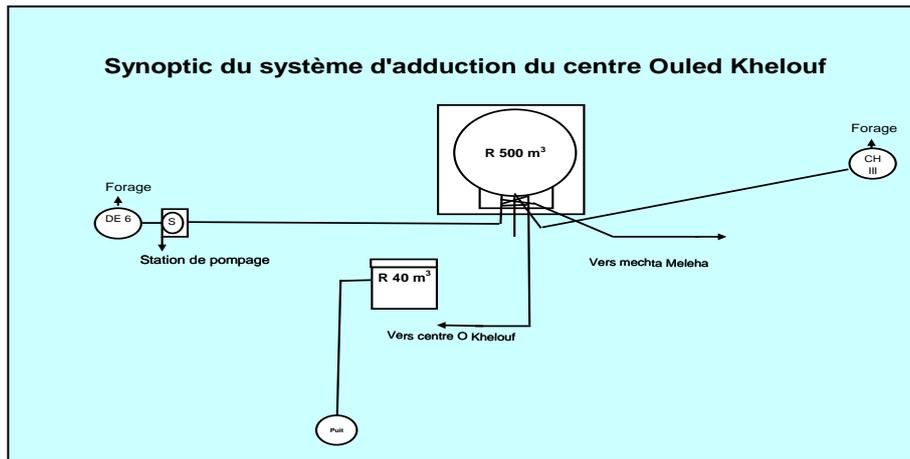


Figure III.6 : Schéma synoptique du système d'adduction de la commune d'Ouled Khelouf.



Figure III.7 : Photo de travaux de réalisation de la Tranchée de la conduite d'adduction projetée reliant le Forage DE6 au réservoir R1. [10]

III.2.2 Station de pompage dite de reprise

Une station de reprise est prévue près du point d'exhaure (forage DE6) pour refouler (adduction par refoulement) l'eau vers le réservoir principal R1 (RV500 m³). Cette station de pompage fait partie du nouvel aménagement de la future alimentation, elle dispose d'une bache de reprise avec une capacité de 100 m³ et de dimension 7x4x4 m, équipée de deux pompes de surface à axe horizontale dont une de secours, de caractéristique $Q = 10 \text{ l/s}$ et $HMT = 120 \text{ m.C.E.}$

La conduite de refoulement est en PEHD de diamètre nominal $DN=160 \text{ mm}$ et de pression nominal $PN=16 \text{ bars}$. Elle est équipée de quatre ventouses de diamètre 50 mm et deux vannes de vidanges de diamètre 60 mm, elle passe sous une traversée de gaz et une traversée de chemin de fer au niveau d'un petit ponceau puis par deux traversées de route dont une reliant Ouled Khelouf à Chelghoum El Aïd.

La station de reprise est équipée d'un transformateur de capacité de 50 KVA qui va être remplacé par un autre de capacité plus importante de 100 KVA.

III.2.3 Description du réseau de distribution

Le réseau de distribution est une structure permettant de garantir l'approvisionnement en eau potable d'une agglomération et de ses équipements.

Dans le cas de notre étude, la conduite d'amenée menant l'eau du réservoir R1 (RV500 m³) jusqu'à la vanne principale a été remplacée par des conduites en PVC de diamètre 200 mm. La totalité du reste du réseau de distribution du centre Ouled Khelouf est récemment rénovée en PVC.

Il est important de connaître l'état physique des conduites car elle influence d'une manière directe dans le rendement du réseau.

Le réseau de distribution de la zone d'étude est caractérisé par une homogénéité en matière des matériaux utilisés comme on peut le constater dans le tableau suivant :

Tableau III.9 : Conduites du réseau de distribution

Matériaux	PVC								Σ
	32	40	50	63	90	110	160	200	
Diamètres (mm)	32	40	50	63	90	110	160	200	***
Longueurs (m)	403	560	634	425	2130	615	770	2850	8387
Diamètre en (%)	4.8	6.7	7.6	5.1	25.4	7.3	9.2	34.0	100
Etats	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	***

(Source APC)

Le réseau de distribution d'eau potable du centre d'Ouled Khelouf est quasiment maillé permettant une alimentation en retour et l'isolement, en cas de nécessité, d'une partie des tronçons du réseau par une simple manœuvre de robinet. Le reste du réseau présente des ramifications permettant d'alimenter les habitations situées aux extrémités.

L'ensemble du réseau totalise approximativement un linéaire de (8,4 km) de diamètres allant de Ø32 mm jusqu'au diamètre Ø200 mm.

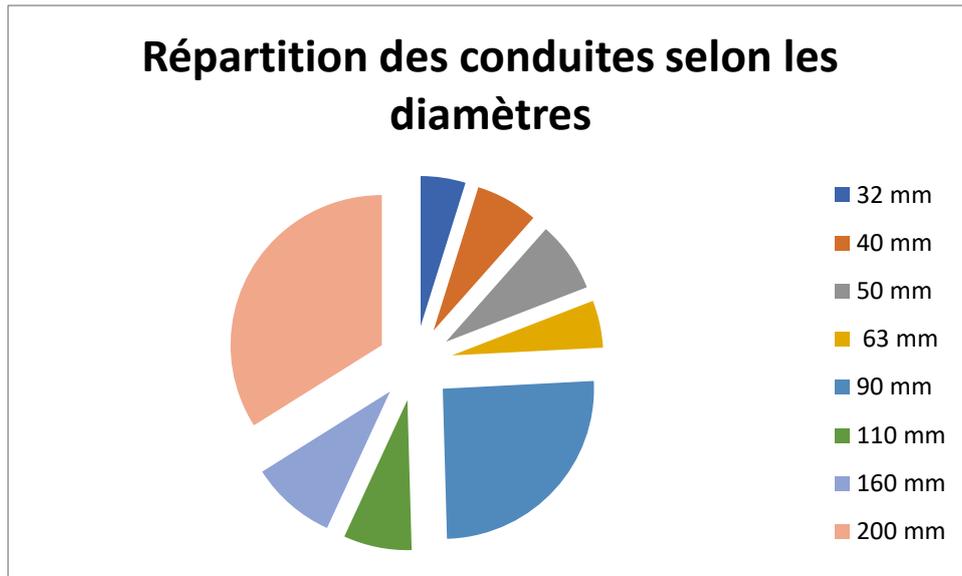


Figure III.8 : Linéaire en pourcentage du réseau de distribution par diamètre.

A travers l'analyse de la répartition des diamètres figurant sur le diagramme ci-dessus nous constatons 34% du linéaire totale des conduites correspond à un diamètre de Ø200, ce qui est quelque peu surdimensionné en particulier par rapport à un réseau de distribution. Le surdimensionnement entrainera des vitesses d'écoulement suffisamment faibles induisant ainsi un temps de séjour assez long par rapport à l'activité des agents désinfectant, ce qui est contraire aux recommandations prescrites pour préserver la qualité de l'eau. Le reste des diamètres utilisés dans le réseau sont conformes aux règles d'usage.

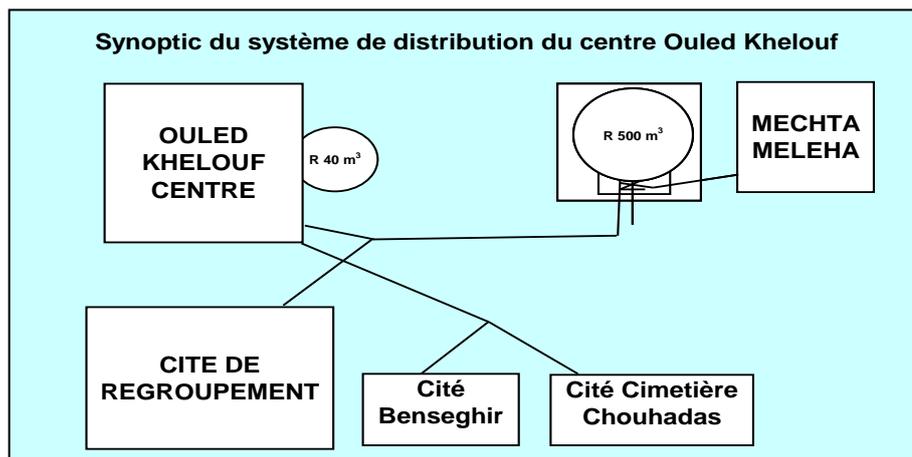


Figure III.9 : Schéma synoptique du système de distribution de la commune d'Ouled Khelouf.



Figure III.10 : Photo des regards de visite des vannes sur la conduite d'amenée à l'entrée du réseau de distribution du centre. [10]

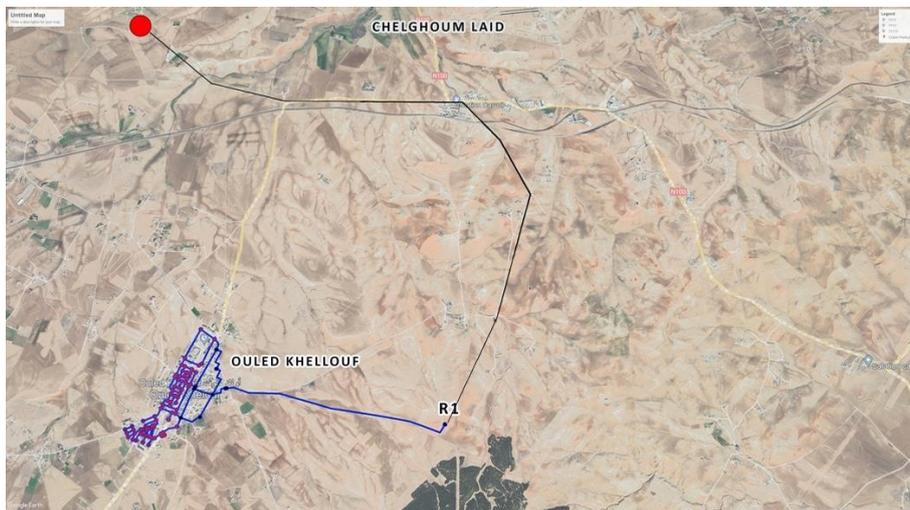


Figure III.11 : Photo satellitaire du réseau d'adduction et de distribution du centre d'Ouled Khelouf. [10]

III.3 Simulation du fonctionnement du réseau à l'aide du logiciel EPANET

Après le calcul des différents ratios concernant le réseau de notre zone d'étude et l'identification des différents éléments constituant le réseau d'Ouled Khelouf, nous allons à l'aide des logiciels simuler le fonctionnement du réseau afin d'étudier son comportement hydraulique pour identifier d'éventuelles anomalies.

Le dimensionnement, la modélisation et la gestion des réseaux d'AEP nécessite l'utilisation de différents logiciels (EPANET, COVADIS, Auto CAD) avec l'objectif de suivre, numériser et contrôler le comportement du réseau.

III.3.1 Le logiciel AutoCAD :

AutoCAD est un logiciel de dessin assisté par ordinateur (DAO) créé en décembre 1982 par Autodesk.

Le logiciel AutoCAD présente ici dans sa version 2018, est une application universelle de Conception/Dessin Assisté(e) par Ordinateur. Les applications de CAO/DAO sont des outils très puissants. La vitesse et la facilité avec lesquelles un dessin peut être préparé et modifié sur un ordinateur présentent un immense avantage par rapport au dessin à la main.

Avec AutoCAD version 2018, il est possible de créer, pour ainsi dire, tout type de dessin. Si un dessin peut être créé à la main, il peut être créé avec AutoCAD. Il est préférable d'avoir de bonnes notions de dessin technique pour mieux apprécier les possibilités du logiciel.

Ce logiciel très polyvalent permet d'effectuer la conception de divers éléments et objets en 2D et en 3D.

III.3.2 Le logiciel COVADIS

Covadis version 16 est un logiciel fonctionnant sous AutoCAD. En matière de DAO, l'opérateur dispose donc, dans l'environnement AutoCAD, des fonctionnalités de dessin orienté objet de COVADIS.

Il s'agit d'un outil de base pour les bureaux d'études qui devront concevoir des projets VRD : voiries, assainissement, plateformes, projet linaires, travaux de terrassement.

III.3.3 Description de l'EPANET 2.0

EPANET est un logiciel de simulation statique et dynamique du comportement hydraulique sur la plan quantitatif et qualitatif de l'eau sur de longues durées dans des réseaux sous pression. Il est à noter qu'un réseau d'alimentation en eau potable est un ensemble de tuyaux, nœuds, pompes, vannes, bâches et réservoirs. EPANET calcule le débit, la vitesse et les pertes de charge dans chaque tuyau, la pression et la charge à chaque nœud, le niveau d'eau dans les réservoirs (marnage) et d'un point de vue qualitatif la concentration en substances chimiques dans les différentes parties du réseau, au cours d'une durée de simulation divisée en plusieurs étapes. Ce logiciel a été développé par l'Environmental Protection Agency et téléchargeable gratuitement.

Lors de la simulation dynamique, EPANET calcule le débit transitant dans chaque conduite, la pression au niveau de chaque nœud, le niveau de l'eau dans les réservoirs pour le marnage, et la concentration en substance chimiques dans les différentes parties du réseau.

III.3.3.1 Objectif du logiciel EPANET

La mise en évidence des points de dysfonctionnement dans le réseau actuel, qui perturbe l'alimentation d'une zone déterminée est un des objectifs de la simulation du réseau sur Epanet, sur la base des résultats :

- Débit dans la conduite et pression aux nœuds ;
- Vitesse dans les tronçons ;
- Profils de modulation des consommations domestiques ;
- Estimation des débits de fuite par secteur.

III.3.3.2 Principe de calcul du logiciel de simulation EPANET :

Le logiciel se base dans le calcul du réseau maillé sur la méthode de HARDY-CROSS qui repose sur deux lois, à savoir la **loi des nœuds** qui affirme que la somme des débits entrants dans un nœud est égale la somme des débits sortants de ce nœud.

La loi des mailles qui stipule que la somme des pertes de charge dans une maille est nulle.

III.3.3.3 Données de saisies :

• Longueur des conduites :

L'unité de longueur utilisée pour les tuyaux est le mètre. La construction du réseau a été réalisée à l'aide du logiciel Auto CAD, nous l'avons ensuite exporté vers le logiciel Epanet, ensuite il a fallu saisir les longueurs de tous les tronçons du réseau importée à partir du schéma sous Auto CAD.

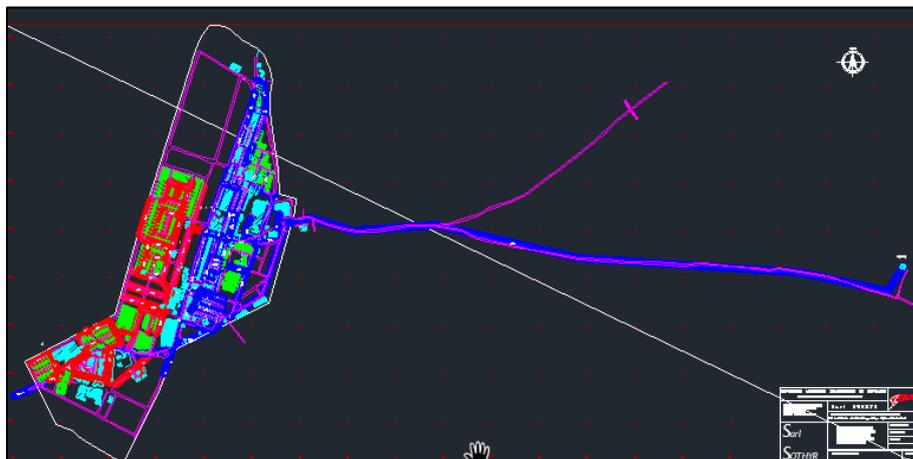


Figure III.12 : Réseau actuelle et projeté (en bleu l'actuel et en rouge le projeté) du centre d'Ouled Khelouf sous Auto CAD.

- **Diamètres des conduites :**

Après la saisie des longueurs nous avons introduit les diamètres intérieurs des conduites des tuyaux exprimés en mm. Ce paramètre interviendra pendant la simulation dans l'obtention des vitesses et pressions de service.

- **Rugosité des conduites :**

Selon la formule de calcul de pertes de charge utilisée les valeurs du coefficient de rugosité absolue différent. Il est important de noter que le coefficient de rugosité d'un tuyau peut changer considérablement avec son âge (ROSSMAN, 2003). Dans le cas de notre étude nous calculerons les pertes de charge linéaire à partir de DARCY-WEISBACH, qui tient compte de la rugosité intérieure de la paroi de la conduite, de la viscosité relative.

L'insertion des données concernant les conduites se fait conformément à l'éditeur de propriétés illustré sur la figure ci-dessous :

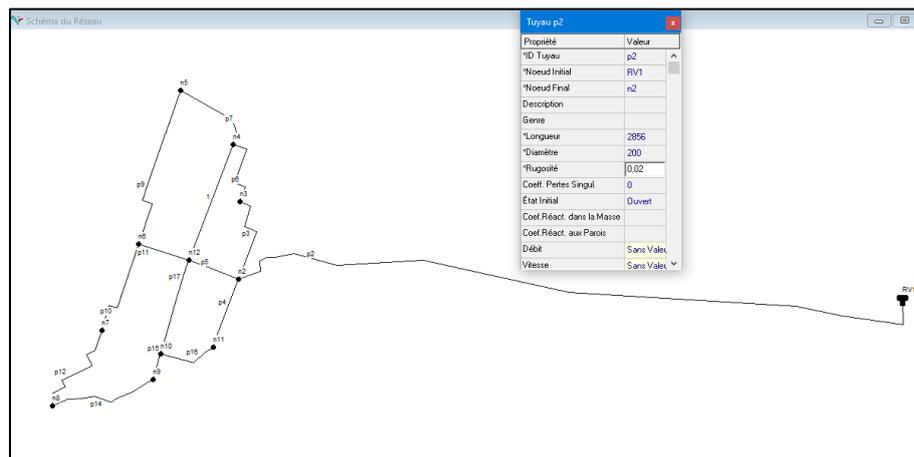


Figure III.13 : Editeur de propriétés des conduites.

- **Altitude des nœuds :**

C'est la première caractéristique à saisir pour un nœud, nous pouvons déterminer automatiquement ces côtes au sol (cote terrain) en se basant sur un métafichier de COVADIS sur lequel nous avons reporté les relevés topographiques de la zone d'étude. L'unité de ses altitudes est exprimée en mètre.

- **Demande de base aux nœuds :**

Paramètre propre aux nœuds : il s'agit d'insérer la demande en eau dans chacun d'eux en l/s.

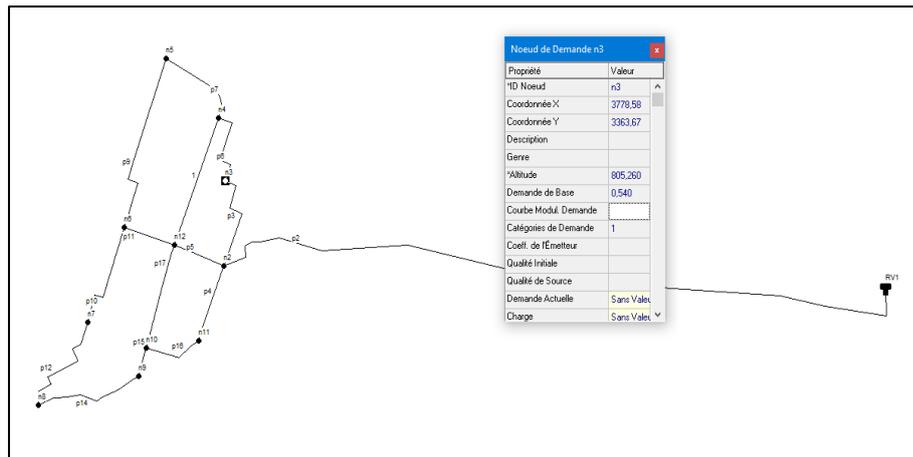


Figure III.14 : Editeur de propriétés des nœuds.

• Courbe de modulation :

Ce sont des courbes qui permettent de gérer la consommation pour chaque nœud selon le type d'agglomération et après calcul d'un coefficient spécifique.

Pour créer la courbe de modulation, nous la sélectionnons dans le navigateur, puis nous introduisons les coefficients multiplicateurs horaires sur une période de 24 heures.

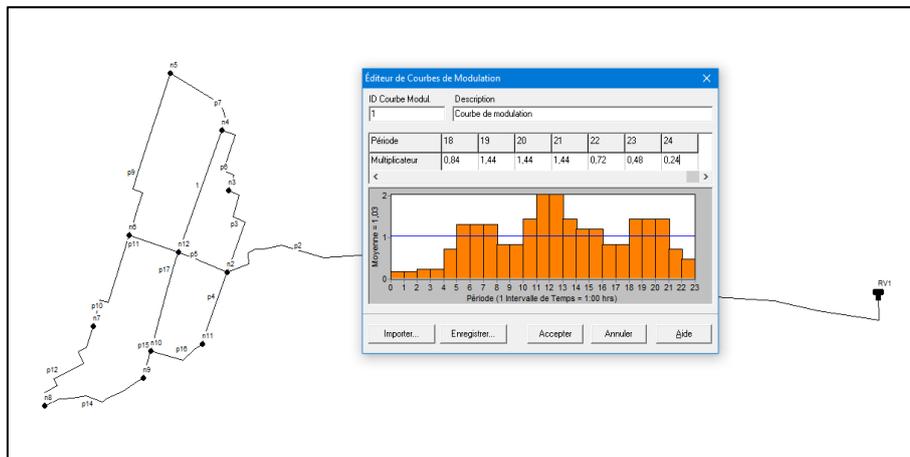


Figure III.15 Editeur de courbe de modulation

III.3.4 Simulation du réseau existant :

Le système d'AEP de la commune d'Ouled Khelouf est un système mixte composé de mailles et de ramifications alimenté à partir d'un réservoir existant R1 de capacité RV500m³.

Afin d'observer les possibles anomalies menant à un dysfonctionnement du réseau de la commune, on doit tout d'abord évaluer les débits de soutirage au niveau de chaque nœud et affecter à chaque tronçon son diamètre intérieur.

III.3.4.1 Détermination des débits en route et des débits nodaux :

La détermination des débits dans le réseau s'effectue de la manière suivante :

- On relève la longueur de chaque tronçon du réseau ;
- On calcule le débit en route pendant l'heure de pointe ;
- On détermine le débit spécifique en considérant le débit en route.

a. Calcul du débit en route Q_r :

Il se définit comme étant le débit répartis uniformément le long d'un tronçon du réseau. Le débit en route est exprimé par la relation suivante :

$$\sum Q_r = \sum Q_{\text{cons}} - \sum Q_{\text{conc}}$$

$\sum Q_r$: La somme des débits en route (débit de chaque tronçon) ;

$\sum Q_{\text{cons}}$: La somme des débits consommés ;

$\sum Q_{\text{conc}}$: La somme des débits concentrés ;

Avec:

$$\sum Q_{\text{conc}} = Q_{\text{inc}} - \sum Q_{\text{equip}}$$

Q_{inc} : Débit d'incendie ;

$\sum Q_{\text{equip}}$: Besoins des équipements.

b. Calcul du débit spécifique Q_{sp}

Pour pouvoir utiliser le concept du débit spécifique nous supposons que les habitants sont répartis uniformément tout le long du réseau. Le débit spécifique est donné par la relation suivant :

$$Q_{sp} = \frac{Q_p^h}{\sum Li}$$

Avec :

Q_{sp} : Débit spécifique exprimé en (l/s/m) ;

Q_p^h : Débit de point horaire exprimé en (l/s) ;

$\sum Li$: Somme des longueurs relatives des tronçons du réseau exprimé en (m).

c. Calcul du débit en route pour chaque tronçon

Pour le calcul du débit en route de chaque tronçon nous utiliserons la suivante formule :

$$Q_{ri} = Q_{sp} \times Li$$

d. Calcul des débits nodaux

Le débit nodal c'est le débit concentré à chaque point de jonction des conduites du réseau ; il s'exprime par la relation suivante :

$$Q_n = 0.5 \times \sum Q_{ri} + Q_{conc}$$

Q_n : Débit au nœud i en (l/s) ;

Q_{ri} : Débit en route des tronçons reliés au nœud i ;

Q_{conc} : Débit concentré au nœud i ;

Les résultats de calculs des débits en route et nodaux pour le réseau actuel du chef-lieu sont consignés le tableau suivant :

Tableau III.10 : Calcul des débits nodaux pour l'horizon actuel 2020 sans incendie

Nœuds	Tronçon	L (m)	Q_{sp}	Q_r	$0,5*Q_r$	$\sum 0,5*Q_r$	Q_n
		(m)	(l/s/m)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
n2	R1-n2	0	0,00217767	0	0	1,02263249	1,02263249
	n2-n3	412		0,89719887	0,44859943		
	n2-n11	308		0,67072148	0,33536074		
	n2-n12	219,2		0,47734464	0,23867232		
n3	n3-n2	412		0,89719887	0,44859943	0,80432136	0,80432136
	n3-n4	326,7		0,71144386	0,35572193		
n4	n4-n3	326,7		0,71144386	0,35572193	1,338612	1,338612
	n4-n5	351,1		0,76457894	0,38228947		
	n4-n12	551,6		1,2012012	0,6006006		
n5	n5-n4	351,1		0,76457894	0,38228947	1,15743009	1,15743009
	n5-n6	711,9	1,55028125	0,77514062			
n6	n6-n5	711,9	1,55028125	0,77514062	1,37857219	1,37857219	
	n6-n7	340	0,74040683	0,37020342			
	n6-n12	214,2	0,4664563	0,23322815			
n7	n7-n6	340	0,74040683	0,37020342	0,87106686	0,87106686	
	n7-n8	460	1,00172689	0,50086344			
n8	n8-n7	460	1,00172689	0,50086344	1,00902207	1,00902207	
	n8-n9	466,7	1,01631726	0,50815863			
n9	n9-n8	466,7	1,01631726	0,50815863	0,63228566	0,63228566	
	n9-n10	114	0,24825406	0,12412703			
	n10-n9	114	0,24825406	0,12412703	0,8067168	0,8067168	

n10	n10-n11	243,1		0,52939088	0,26469544		
	n10-n12	383,8		0,83578865	0,41789433		
n11	n11-n2	308		0,67072148	0,33536074	0,60005618	0,60005618
	n11-n10	243,1		0,52939088	0,26469544		
n12	n12-n2	219,2		0,47734464	0,23867232	1,4903954	1,4903954
	n12-n4	551,6		1,2012012	0,6006006		
	n12-n6	214,2		0,4664563	0,23322815		
	n12-n10	383,8		0,83578865	0,41789433		

Tableau III.11 : Calcul des débits nodaux pour l’horizon actuel 2020 avec incendie

Nous avons affecté un débit d’incendie de 17 l/s au nœud n11, ce qui modifiera le débit au niveau de ses nœuds.

Nœuds	Tronçon	L (m)	Q_{sp}	Q_r	$0,5*Q_r$	$\sum 0,5*Q_r$	Q_n
		(m)	(l/s/m)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
n2	R1-n2	0	0,00217767	0	0	1,02263249	1,02263249
	n2-n3	412		0,89719887	0,44859943		
	n2-n11	308		0,67072148	0,33536074		
	n2-n12	219,2		0,47734464	0,23867232		
n3	n3-n2	412		0,89719887	0,44859943	0,80432136	0,80432136
	n3-n4	326,7		0,71144386	0,35572193		
n4	n4-n3	326,7		0,71144386	0,35572193	1,338612	1,338612
	n4-n5	351,1		0,76457894	0,38228947		
	n4-n12	551,6		1,2012012	0,6006006		
n5	n5-n4	351,1		0,76457894	0,38228947	1,15743009	1,15743009
	n5-n6	711,9		1,55028125	0,77514062		
n6	n6-n5	711,9		1,55028125	0,77514062	1,37857219	1,37857219
	n6-n7	340		0,74040683	0,37020342		
	n6-n12	214,2		0,4664563	0,23322815		
n7	n7-n6	340	0,74040683	0,37020342	0,87106686	0,87106686	
	n7-n8	460	1,00172689	0,50086344			
n8	n8-n7	460	1,00172689	0,50086344	1,00902207	1,00902207	
	n8-n9	466,7	1,01631726	0,50815863			
n9	n9-n8	466,7	1,01631726	0,50815863	0,63228566	0,63228566	
	n9-n10	114	0,24825406	0,12412703			
n10	n10-n9	114	0,24825406	0,12412703	0,8067168	0,8067168	
	n10-n11	243,1	0,52939088	0,26469544			
	n10-n12	383,8	0,83578865	0,41789433			
n11	n11-n2	308	0,67072148	0,33536074	0,60005618	17,60005618	
	n11-n10	243,1	0,52939088	0,26469544			
n12	n12-n2	219,2	0,47734464	0,23867232	1,4903954	1,4903954	
	n12-n4	551,6	1,2012012	0,6006006			
	n12-n6	214,2	0,4664563	0,23322815			
	n12-n10	383,8	0,83578865	0,41789433			

Tableau III.12 Calcul des débits nodaux pour l'horizon futur 2040 sans incendie :

Nœuds	Tronçon	L (m)	Q _{sp} l/s/m	Q _r	0,5*Q _r	Σ0,5*Q _r	Q _n
		(m)	(l/s/m)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
n2	R1-n2	0	0,0026867	0	0	1,26167283	1,26167283
	n2-n3	412		1,1069191	0,55345955		
	n2-n11	308		0,82750263	0,41375131		
	n2-n12	219,2		0,58892395	0,29446197		
n3	n3-n2	412		1,1069191	0,55345955	0,99233148	0,99233148
	n3-n4	326,7		0,87774386	0,43887193		
n4	n4-n3	326,7		0,87774386	0,43887193	1,65151255	1,65151255
	n4-n5	351,1		0,94329926	0,47164963		
	n4-n12	551,6		1,48198198	0,74099099		
n5	n5-n4	351,1		0,94329926	0,47164963	1,42797937	1,42797937
	n5-n6	711,9		1,91265949	0,95632974		
n6	n6-n5	711,9		1,91265949	0,95632974	1,70081343	1,70081343
	n6-n7	340		0,91347693	0,45673846		
	n6-n12	214,2		0,57549046	0,28774523		
n7	n7-n6	340		0,91347693	0,45673846	1,07467874	1,07467874
	n7-n8	460		1,23588055	0,61794028		
n8	n8-n7	460	1,23588055	0,61794028	1,24488099	1,24488099	
	n8-n9	466,7	1,25388142	0,62694071			
n9	n9-n8	466,7	1,25388142	0,62694071	0,78008243	0,78008243	
	n9-n10	114	0,30628344	0,15314172			
n10	n10-n9	114	0,30628344	0,15314172	0,99528685	0,99528685	
	n10-n11	243,1	0,653136	0,326568			
	n10-n12	383,8	1,03115425	0,51557713			
n11	n11-n2	308	0,82750263	0,41375131	0,74031931	0,74031931	
	n11-n10	243,1	0,653136	0,326568			
n12	n12-n2	219,2	0,58892395	0,29446197	1,83877532	1,83877532	
	n12-n4	551,6	1,48198198	0,74099099			
	n12-n6	214,2	0,57549046	0,28774523			
	n12-n10	383,8	1,03115425	0,51557713			

Nous avons affecté un débit d'incendie de 17 l/s au nœud n11, ce qui modifiera le débit au niveau de ses nœuds.

Tableau III.13 Calcul des débits nodaux pour l'horizon futur 2040 avec incendie :

Nœuds	Tronçon	L	Q_{sp}	Q_r	$0,5*Q_r$	$\sum 0,5*Q_r$	Q_n
		(m)	(l/s/m)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
n2	R1-n2	0	0,0026867	0	0	1,26167283	1,26167283
	n2-n3	412		1,1069191	0,55345955		
	n2-n11	308		0,82750263	0,41375131		
	n2-n12	219,2		0,58892395	0,29446197		
n3	n3-n2	412		1,1069191	0,55345955	0,99233148	0,99233148
	n3-n4	326,7		0,87774386	0,43887193		
n4	n4-n3	326,7		0,87774386	0,43887193	1,65151255	1,65151255
	n4-n5	351,1		0,94329926	0,47164963		
	n4-n12	551,6		1,48198198	0,74099099		
n5	n5-n4	351,1		0,94329926	0,47164963	1,42797937	1,42797937
	n5-n6	711,9		1,91265949	0,95632974		
n6	n6-n5	711,9		1,91265949	0,95632974	1,70081343	1,70081343
	n6-n7	340		0,91347693	0,45673846		
	n6-n12	214,2		0,57549046	0,28774523		
n7	n7-n6	340		0,91347693	0,45673846	1,07467874	1,07467874
	n7-n8	460		1,23588055	0,61794028		
n8	n8-n7	460	1,23588055	0,61794028	1,24488099	1,24488099	
	n8-n9	466,7	1,25388142	0,62694071			
n9	n9-n8	466,7	1,25388142	0,62694071	0,78008243	0,78008243	
	n9-n10	114	0,30628344	0,15314172			
n10	n10-n9	114	0,30628344	0,15314172	0,99528685	0,99528685	
	n10-n11	243,1	0,653136	0,326568			
	n10-n12	383,8	1,03115425	0,51557713			
n11	n11-n2	308	0,82750263	0,41375131	0,74031931	17,74031931	
	n11-n10	243,1	0,653136	0,326568			
n12	n12-n2	219,2	0,58892395	0,29446197	1,83877532	1,83877532	
	n12-n4	551,6	1,48198198	0,74099099			
	n12-n6	214,2	0,57549046	0,28774523			
	n12-n10	383,8	1,03115425	0,51557713			

III.3.4.2 Simulation du réseau de distribution actuel du chef-lieu

Le logiciel Epanet de simulation utilise trois formules de calcul des pertes de charges linéaires celle de HAZEN-Williams (HW), de DARCY-Weisbach(DW), et de Chézy-Manning-Strickler(MS).

Dans le cas de notre de diagnostic, nous avons utilisé la formule de Darcy-Weisbach, pour le calcul des pertes de charge linéaire. Le coefficient de rugosité absolue noté K_{DW} , tient compte de la rugosité intérieure de la paroi de la conduite, de la viscosité relative et du système d'unité utilisé.

La valeur du coefficient de rugosité absolue K_{DW} est fixée en fonction du type des matériaux du tuyau. Dans notre cas l'alimentation est assurée par des conduites en PVC.

Tableau III.14: Coefficients de rugosité absolue pour les tuyaux neufs (source : Général des eaux ,2009).

Matériel	C_{HW}	K_{DW}	η_{MS}
	Universel	Mm	Universel
Fonte revêtue	130-140	0,25	0,0012-0,0015
Béton	120-140	0,30-3,00	0,012-0,017
Fer galvanisé	120	0,15	0,015-0,017
Plastique	140-150	0,0015	0,011-0,015
Acier	140-150	0,03	0,015-0,017
Céramique	110	0,30	0,013-0,015

Dans notre cas nous nous intéressons à l'étude du comportement dynamique du réseau à l'heure de pointe avec et sans incendie pour l'horizon actuel (2020) et prévisionnel (2040).

● **Résultats de la simulation dynamique du réseau actuel sans incendie :**

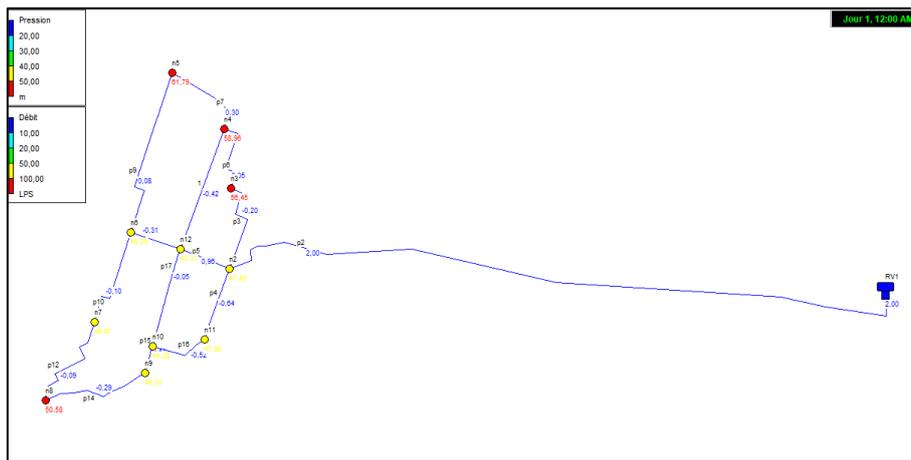


Figure III.16 Etat du réseau de distribution sans incendie pour l'horizon actuel 2020.

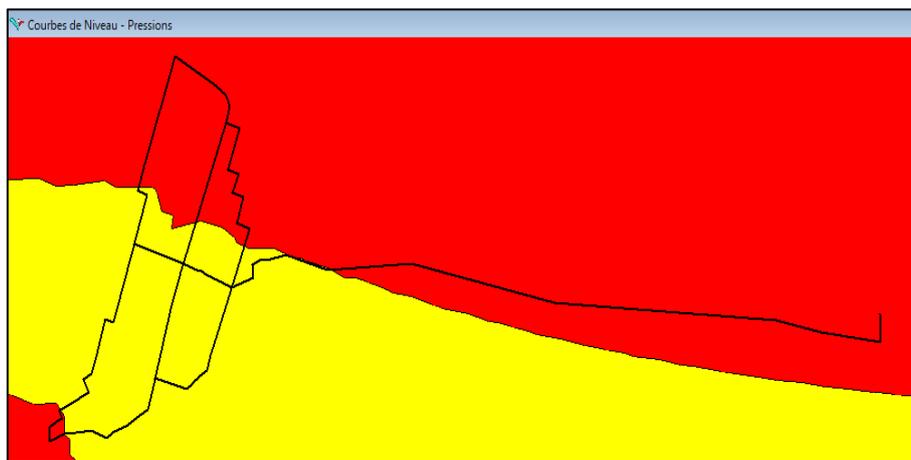


Figure III.17 Surface piézométrique dans le réseau de distribution sans incendie pour l'horizon actuel 2020 (le rouge étant la couleur à éviter).

Dans le cas de notre étude on s'intéresse à l'analyse du comportement dynamique du réseau à l'heure de pointe sans incendie et avec incendie pour les horizons 2020 et 2040.

• **Résultat de la simulation du réseau existant sans incendie pour la consommation minimale (période creuse) :**

Tableau III.15 Résultats aux nœuds pour l'horizon 2020 en période creuse :

	Altitude	Demande de base	Demande	Charge	pression
ID Nœud	m	LPS	LPS	M	m.C.E
R1	859,960	—	-2,67	861,96	2,00
n2	814,250	1,02263249	0,25	861,80	47,55
n3	805,260	0,80432136	0,19	861,77	56,51
n4	802,750	1,338612	0,32	861,76	59,01
n5	799,870	1,15743009	0,28	861,75	61,88
n6	812,370	1,37857219	0,33	861,75	49,38
n7	814,680	0,87106686	0,21	861,75	46,07
n8	811,080	1,00902207	0,24	861,75	50,67
n9	812,380	0,63228566	0,15	861,79	49,41
n10	817,440	0,8067168	0,19	861,79	44,36
n11	813,850	0,60005618	0,14	861,80	47,95
n12	818,350	1,4903954	0,36	861,80	43,45

Tableau III.16 Débits et vitesses dans les tronçons du réseau à l'état actuel en 2020 :

ID Arc	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Rugosité (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	P.D.C.U (m/km)	Etat
Tuyau p2	2849,30	176,2	0,0015	2,00	0,08	0,05	Ouvert
Tuyau p3	412	81,4	0,0015	-0,32	0,06	0,09	Ouvert
Tuyau p4	308	144,6	0,0015	-0,60	0,04	0,02	Ouvert
Tuyau p5	219,20	144,6	0,0015	0,90	0,05	0,03	Ouvert
Tuyau p6	326,70	81,4	0,0015	0,17	0,03	0,02	Ouvert
Tuyau p7	351,10	81,4	0,0015	0,19	0,04	0,03	Ouvert
Tuyau p9	711,90	81,4	0,0015	-0,01	0,00	0,00	Ouvert
Tuyau p10	340,00	81,4	0,0015	-0,05	0,01	0,01	Ouvert
Tuyau p11	214,20	67,8	0,0015	-0,32	0,09	0,21	Ouvert
Tuyau p12	460,00	81,4	0,0015	-0,10	0,02	0,01	Ouvert
Tuyau p14	466,7	81,4	0,0015	-0,29	0,05	0,07	Ouvert
Tuyau p15	114	99,4	0,0015	0,40	0,05	0,05	Ouvert
Tuyau p16	243,10	144,6	0,0015	-0,49	0,03	0,01	Ouvert
Tuyau p17	383,80	99,4	0,0015	-0,05	0,01	0,00	Ouvert
Tuyau 1	551,60	81,4	0,0015	-0,26	0,05	0,06	Ouvert

● Résultats des simulations du réseau du réseau existant sans incendie en cas de pointe à l'horizon 2020 :

La consommation de l'eau varie au cours de la journée selon les habitudes des consommateurs. Cette variation horaire de la consommation est réalisée l'aide des coefficients multiplicateurs appliqués aux nœuds de demande heure par heure afin de moduler la consommation (Salet Saroukou, 2019). Dans notre cas, la courbe de modulation renseignée est celle de la commune d'Ouled Khelouf.

Selon notre courbe de modulation, la période de pointe se situe entre 11 heures et 13 heures comme nous pouvons le fait apparaître la figure ci-dessous :

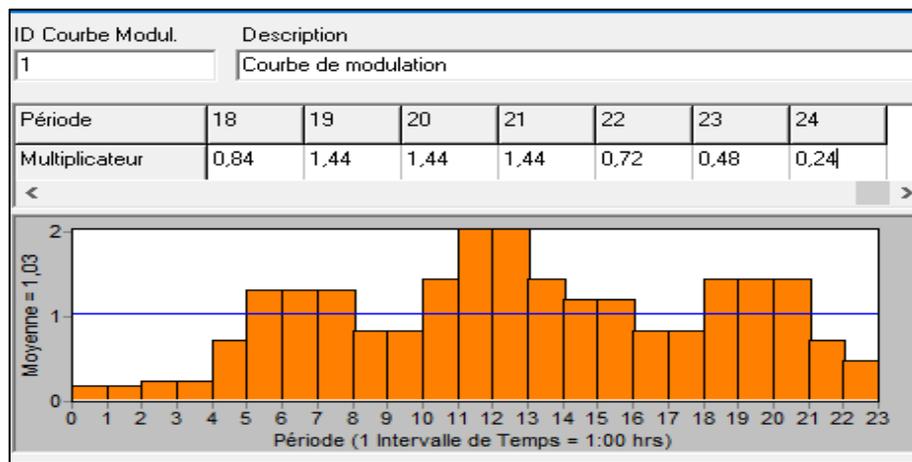


Figure III.18 Courbe de modulation pour l'horizon actuel 2020

Tableau III.17 Résultats aux nœuds pour l'horizon actuel 2020 en cas de pointe :

Nœud	Altitude m	Demande de base LPS	Demande LPS	Charge M	pression m.C.E
R1	859,960		-22,67	860,60	0,64
n2	814,250	1,02263249	2,09	849	34,75
n3	805,260	0,80432136	1,64	846,63	41,37
n4	802,750	1,338612	2,73	846,03	43,28
n5	799,870	1,15743009	2,36	845,21	45,34
n6	812,370	1,37857219	2,81	845,22	32,88
n7	814,680	0,87106686	1,78	845,17	30,49
n8	811,080	1,00902207	2,06	845,59	34,51
n9	812,380	0,63228566	1,29	848	35,62
n10	817,440	0,8067168	1,65	848,41	30,97
n11	813,850	0,60005618	1,22	848,62	34,77
n12	818,350	1,4903954	3,04	848,45	30,10

Tableau III.18 : Débits et vitesses dans les tronçons du réseau à l'état actuel en 2020 en cas de pointe :

ID Arc	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Rugosité (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	P.D.C.U (m/km)	Etat
Tuyau p2	2849,30	176,2	0,0015	22,67	0,93	4,07	Ouvert
Tuyau p3	412	81,4	0,0015	-3,48	0,67	5,75	Ouvert
Tuyau p4	308	144,6	0,0015	-6,86	0,42	1,23	Ouvert
Tuyau p5	219,20	144 ;6	0,0015	10,25	0,62	1,52	Ouvert
Tuyau p6	326,70	81,4	0,0015	1,84	0,35	1,86	Ouvert
Tuyau p7	351,10	81,4	0,0015	2,10	0,40	1,34	Ouvert
Tuyau p9	711,90	81,4	0,0015	-0,27	0,05	0,07	Ouvert
Tuyau p10	340,00	81,4	0,0015	-0,56	0,11	0,23	Ouvert
Tuyau p11	214,20	67,8	0,0015	-3,64	1,01	14,92	Ouvert
Tuyau p12	460,00	81,4	0,0015	-1,22	0,23	0,90	Ouvert
Tuyau p14	466,7	81,4	0,0015	-3,28	0,63	5,17	Ouvert
Tuyau p15	114	99,4	0,0015	4,57	0,59	3,59	Ouvert
Tuyau p16	243,10	144,6	0,0015	-5,63	0,34	0,87	Ouvert
Tuyau p17	383,80	99,4	0,0015	-0,58	0,07	0,10	Ouvert
Tuyau 1	551,60	81,4	0,0015	-2,99	0,57	4,39	Ouvert

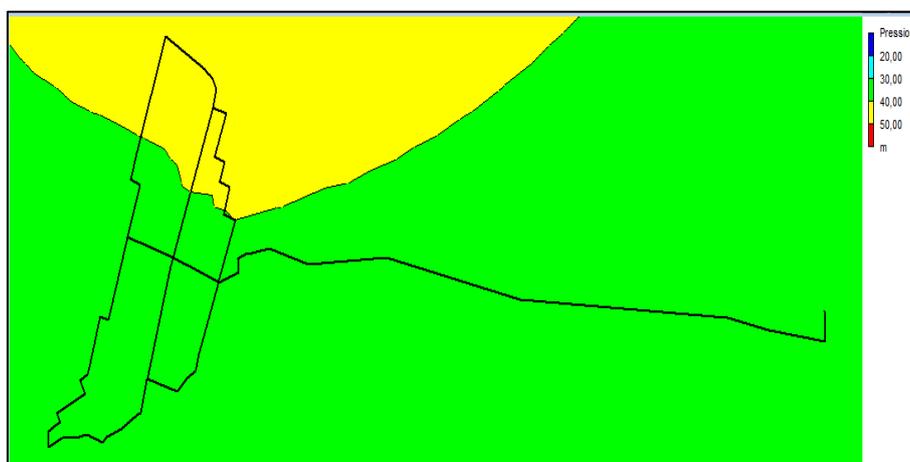


Figure III.19 : Etat des pressions aux nœuds à l'heure de pointe.

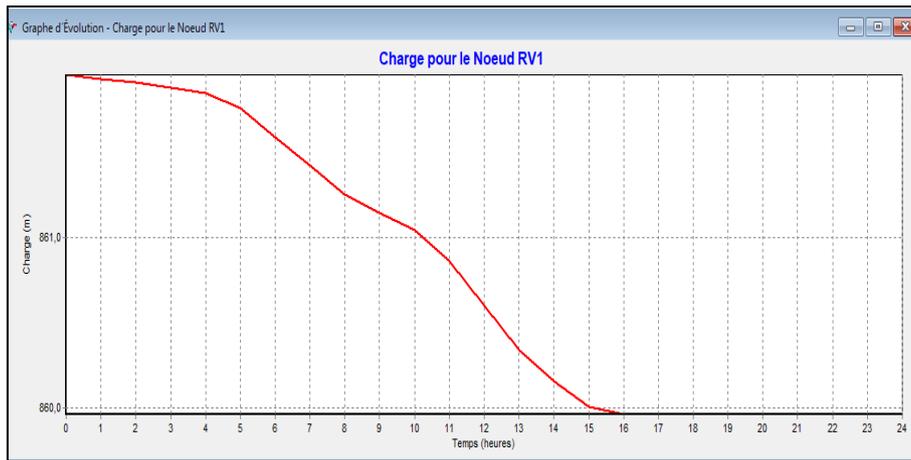


Figure III.20 : Marnage du réservoir sans la production.

Nous observons à travers la figure III.17 qu'en cas de pointe le réservoir de 500 m³ seras complètement vide à 16 heure car dans la simulation il n'est pas lié à la station de reprise.

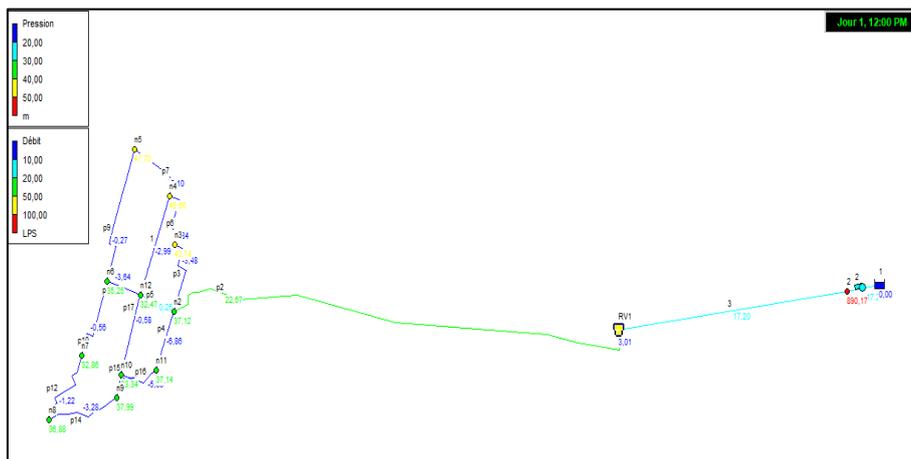


Figure III.21: Etat du réseau lié à la production.

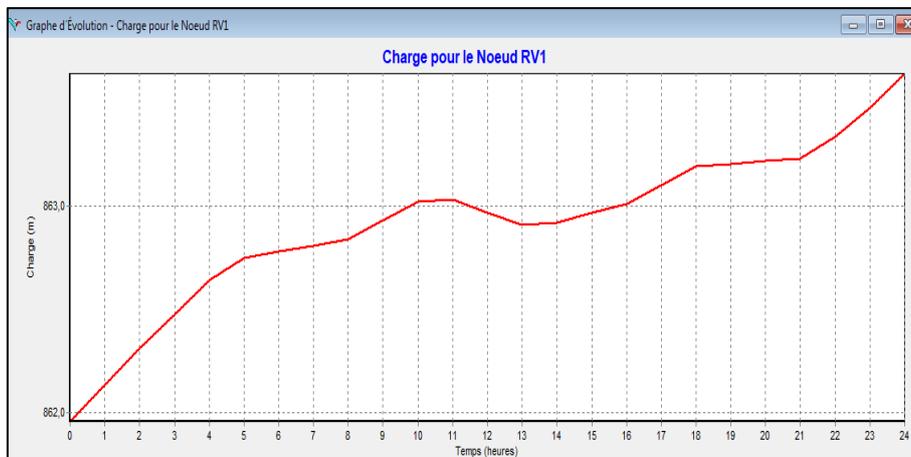


Figure III.22: Marnage du réservoir lié à production.

En cas de pointe nous observons à travers la figure **III.19** que la charge du réservoir est continue, elle peut assurer l'alimentation de la commune de manière continue pour plus de 24 heures.

III.3.4.3 Interprétation des résultats de la simulation pour l'horizon 2020 :

Avant d'entamer l'interprétation des résultats, nous précisons que nous avons choisi une pression nominale de 10 bars pour les conduites afin de simuler le comportement de notre réseau.

- **En cas de consommation minimale**

D'après les résultats de la simulation en cas de consommation minimale, nous observons des pressions admissibles car elles satisfont les pressions minimales de service admissibles de 1 bar, sans dépasser la pression maximale que peut supporter le réseau qui est de 5 bars.

Les vitesses consignées dans le tableau **III.16** varient dans la fourchette de 0,01 à 0,09 m/s, ses vitesses sont très faibles par rapport à la vitesse minimale recommandée qui est de 0,5 m/s. Ces faibles vitesses sont justifiées car nous avons une consommation faible (période creuse).

- **En cas de pointe :**

D'après les résultats de la simulation pour la période de pointe pour l'horizon 2020, nous observons des pressions acceptables comme le montre la figure **III.16**, donc notre réseau à une marge de sécurité par rapport à la pression nominale de 5 bars.

Nous avons obtenu d'après la simulation des bonnes vitesses, donc elles sont favorables.

• Résultats de simulation du réseau en cas de pointe avec incendie pour l'année 2020 :

Tableau III.19 Résultats aux nœuds pour l'horizon 2020 en cas de point avec incendie :

ID Nœuds	Altitude m	Demande de base LPS	Demande LPS	Charge M	Pression m.C.E
R1	859,960		-57,35	859,96	0,00
n2	814,250	1,02263249	2,09	-6,172706 ^{E7}	-6,172706 ^{E7}
n3	805,260	0,80432136	1,64	-6,172706 ^{E7}	-6,172706 ^{E7}
n4	802,750	1,338612	2,73	-6,172706 ^{E7}	-6,172706 ^{E7}
n5	799,870	1,15743009	2,36	-6,172706 ^{E7}	-6,172706 ^{E7}
n6	812,370	1,37857219	2,81	-6,172706 ^{E7}	-6,172706 ^{E7}
n7	814,680	0,87106686	1,78	-6,172706 ^{E7}	-6,172706 ^{E7}
n8	811,080	1,00902207	2,06	-6,172706 ^{E7}	-6,172706 ^{E7}
n9	812,380	0,63228566	1,29	-6,172706 ^{E7}	-6,172706 ^{E7}
n10	817,440	0,8067168	1,65	-6,172706 ^{E7}	-6,172706 ^{E7}
n11	813,850	17,60005618	35,90	-6,172706 ^{E7}	-6,172706 ^{E7}
n12	818,350	1,4903954	3,04	-6,172706 ^{E7}	-6,172706 ^{E7}

Tableau III.20 : Débits et vitesses dans les tronçons du réseau à l'état actuel en 2020 en cas de pointe avec incendie :

ID Arc	Longueur (m)	Diamètre Intérieur (mm)	Rugosité (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	P.D.C.U (m/km)	Etat
Tuyau p2	2849,30	176,2	0,0015	0,00	0,00	0,00	Ouvert
Tuyau p3	412	81,4	0,0015	-4,18	0,80	11,84	Ouvert
Tuyau p4	308	144,6	0,0015	-31,98	1,95	15,83	Ouvert
Tuyau p5	219,20	144 ;6	0,0015	19,10	1,16	0,00	Ouvert
Tuyau p6	326,70	81,4	0,0015	2,54	0,49	0,00	Ouvert
Tuyau p7	351,10	81,4	0,0015	2,96	0,57	0,00	Ouvert
Tuyau p9	711,90	81,4	0,0015	0,60	0,12	0,00	Ouvert
Tuyau p10	340,00	81,4	0,0015	-2,12	0,41	0,00	Ouvert
Tuyau p11	214,20	67,8	0,0015	-4,33	1,20	22,71	Ouvert
Tuyau p12	460,00	81,4	0,0015	0,34	0,07	0,00	Ouvert
Tuyau p14	466,7	81,4	0,0015	-1,72	0,33	0,00	Ouvert
Tuyau p15	114	99,4	0,0015	3,01	0,39	0,00	Ouvert
Tuyau p16	243,10	144,6	0,0015	3,92	0,24	0,00	Ouvert
Tuyau p17	383,80	99,4	0,0015	-8,58	1,11	12,71	Ouvert
Tuyau 1	551,60	81,4	0,0015	-3,15	0,61	8,84	Ouvert



Figure III.25: Etat des pressions aux nœuds en période creuse avec incendie :

Ce dysfonctionnement impose un rééquilibrage pour ajuster les deux paramètres, la vitesse et la pression. De ce fait il faudrait redimensionner le réseau pour que ce dernier puisse satisfaire aux besoins actuels de la population.

•Résultats des simulations du réseau du réseau existant en cas de pointe sans incendie pour l’horizon 2040 :

Dans le cas de l’horizon 2040, la période de pointe est observée entre 12h et 14h (nous avons simulé à 14H), et l’heure creuse est situé sur l’intervalle 0h-4h, comme le montre la courbe de modulation suivant :

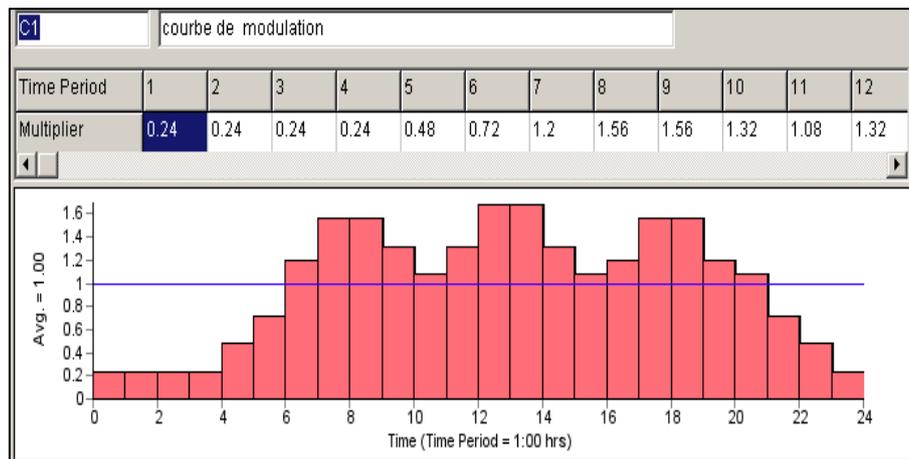


Figure III- 26 : Courbe de modulation pour l’horizon 2040.

Tableau III.21 Résultats aux nœuds pour l'horizon 2040 en cas de pointe sans incendie :

	Altitude	Demande de base	Demande	Charge	Pression
Nœuds	m	LPS	LPS	m	m.C.E
R1	859,960	-	-	859,96	0,00
n2	814,250	1,35805938	1,79	-1,947632 ^{E07}	-1,947713 ^{E07}
n3	805,260	1,06768439	1,41	-1,947632 ^{E07}	-1,947713 ^{E07}
n4	802,750	1,12463142	1,48	-1,947632 ^{E07}	-1,947713 ^{E07}
n5	799,870	1,5359797	2,03	-1,947632 ^{E07}	-1,947712 ^{E07}
n6	812,370	1,95946897	2,59	-1,947632 ^{E07}	-1,947714 ^{E07}
n7	814,680	1,28636673	1,70	-1,947632 ^{E07}	-1,947714 ^{E07}
n8	811,080	1,34114572	1,77	-1,947632 ^{E07}	-1,947713 ^{E07}
n9	812,380	0,84061898	1,11	-1,947632 ^{E07}	-1,947713 ^{E07}
n10	817,440	1,07086417	1,41	-1,947632 ^{E07}	-1,947714 ^{E07}
n11	813,850	0,79696932	1,05	-1,947632 ^{E07}	-1,947714 ^{E07}
n12	818,350	1,32654763	1,75	-1,947632 ^{E07}	-1,947714 ^{E07}

Tableau III.22 : Débits et vitesses dans les tronçons du réseau pour l'horizon 2040 en cas de pointe sans incendie :

	Longueur	Diamètre Intérieur	Rugosité	Débit	Vitesse	P.D.C.U	État
ID Arc	(m)	(mm)	(mm)	(l/s)	(m/s)	(m/km)	
Tuyau p2	2849,30	176,2	0,0015	00	0,00	0,00	Ouvert
Tuyau p3	412	81,4	0,0015	-2,74	0,53	5,92	Ouvert
Tuyau p4	308	144,6	0,0015	-5,62	0,34	3,92	Ouvert
Tuyau p5	219,20	144 ;6	0,0015	7,95	0,48	5,56	Ouvert
Tuyau p6	326,70	81,4	0,0015	1,33	0,26	0,00	Ouvert
Tuyau p7	351,10	81,4	0,0015	2,16	0,42	3,47	Ouvert
Tuyau p9	711,90	81,4	0,0015	0,13	0,03	0,00	Ouvert
Tuyau p10	340,00	81,4	0,0015	-0,66	0,13	0,00	Ouvert
Tuyau p11	214,20	67,8	0,0015	-3,11	0,86	11,38	Ouvert
Tuyau p12	460,00	81,4	0,0015	-1,04	0,20	0,00	Ouvert
Tuyau p14	466,7	81,4	0,0015	-2,81	0,54	11,38	Ouvert
Tuyau p15	114	99,4	0,0015	3,92	0,51	0,00	Ouvert
Tuyau p16	243,10	144,6	0,0015	-4,57	0,28	0,00	Ouvert
Tuyau p17	383,80	99,4	0,0015	-0,77	0,10	0,00	Ouvert

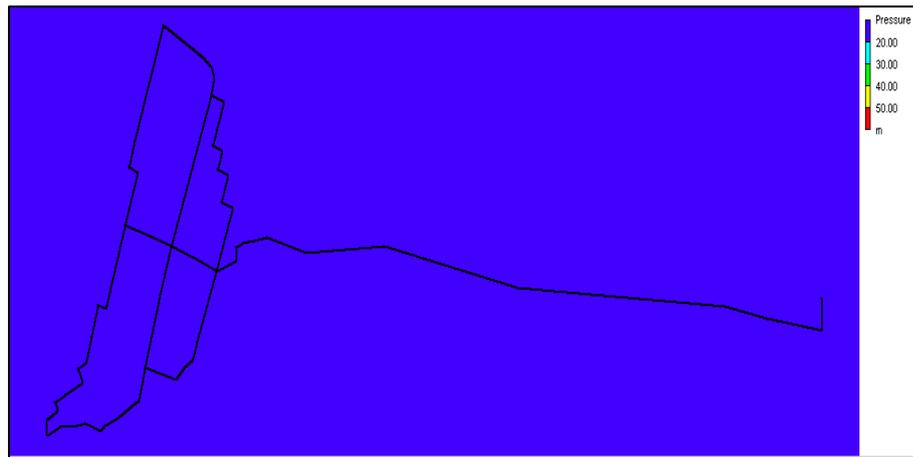


Figure 27 : Etat des pressions aux nœuds en période pleine avec incendie

III.3.4.5 Interprétation des résultats de la simulation en cas de pointe sans incendie pour l’horizon 2040 :

La simulation en cas de pointe et à long terme (horizon 2040) a révélé les anomalies suivantes :

- D’après les résultats de la simulation le réseau présente des pressions négatives (cas de dépressions) ces valeurs sont inadmissibles.
- Le réseau présente quelques vitesses excessives en dehors de la fourchette 0,5-1.5 m/s.
- Le réseau actuel dans sa totalité ne répond pas aux besoins futurs de la population.

• Résultat de la simulation du réseau existant en cas de pointe avec incendie :

Tableau III.23 Résultats aux nœuds pour l’horizon 2040 en cas de pointe avec incendie :

ID Nœuds	Altitude m	Demande de base LPS	Demande LPS	Charge m	Pression m.c.e
R1	859,960	—	—	859,96	0,00
n2	814,250	1,35805638	1,79	-4,36304 ^{E07}	-4,363122 ^{E07}
n3	805,260	1,06768439	1,41	-4,363041 ^{E07}	-4,363121 ^{E07}
n4	802,750	1,12463142	1,48	-4,363041 ^{E07}	-4,363122 ^{E07}
n5	799,870	1,5359797	2,03	-4,363041 ^{E07}	-4,363121 ^{E07}
n6	812,370	1,95946897	2,59	-4,363041 ^{E07}	-4,363121 ^{E07}
n7	814,680	1,28636673	1,70	-4,363041 ^{E07}	-4,363122 ^{E07}
n8	811,080	1.341145763	1,77	-4,36304 ^{E07}	-4,363122 ^{E07}
n9	812,380	0,84061898	1,11	-4,363041 ^{E07}	-4,363122 ^{E07}

Suite du tableau	Altitude	Demande de base	Demande	Charge	Pression
ID Nœuds	m	LPS	LPS	m	m.c.e
n10	817,440	1,0786417	1,41	-4,363041 ^{E07}	-4,363122 ^{E07}
n11	813,850	17,79696932	23,49	-4,363041 ^{E07}	-4,363122 ^{E07}
n12	818,350	1,32654763	1,75	-4,36304 ^{E07}	-4,363122 ^{E07}

Tableau III.24 Débits et vitesses dans les tronçons du réseau en cas de pointe avec incendie pour l'horizon en 2040.

ID Arc	Longueur	Diamètre Intérieur	Rugosité	Débit	Vitesse	P.D.C.U	État
	(m)	(mm)	(mm)	(l/s)	(m/s)	(m/km)	
Tuyau p2	2849,30	176,2	0,0015	0,00	0,00	0,00	Ouvert
Tuyau p3	412	81,4	0,0015	-3,13	0,60	11,00	Ouvert
Tuyau p4	308	144,6	0,0015	-22,11	1,35	15,83	Ouvert
Tuyau p5	219,20	144 ;6	0,0015	13,51	0,82	0,00	Ouvert
Tuyau p6	326,70	81,4	0,0015	1,72	0,33	0,00	Ouvert
Tuyau p7	351,10	81,4	0,0015	2,60	0,50	0,00	Ouvert
Tuyau p9	711,90	81,4	0,0015	0,57	0,11	0,00	Ouvert
Tuyau p10	340,00	81,4	0,0015	-1,48	0,28	0,00	Ouvert
Tuyau p11	214,20	67,8	0,0015	-3,49	0,97	22,77	Ouvert
Tuyau p12	460,00	81,4	0,0015	-0,22	0,04	0,00	Ouvert
Tuyau p14	466,7	81,4	0,0015	-1,99	0,38	0,00	Ouvert
Tuyau p15	114	99,4	0,0015	3,10	0,40	0,00	Ouvert
Tuyau p16	243,10	144,6	0,0015	1,39	0,08	0,00	Ouvert
Tuyau p17	383,80	99,4	0,0015	-5,90	0,76	12,71	Ouvert
Tuyau 1	551,60	81,4	0,0015	-2,36	0,45	8,84	Ouvert

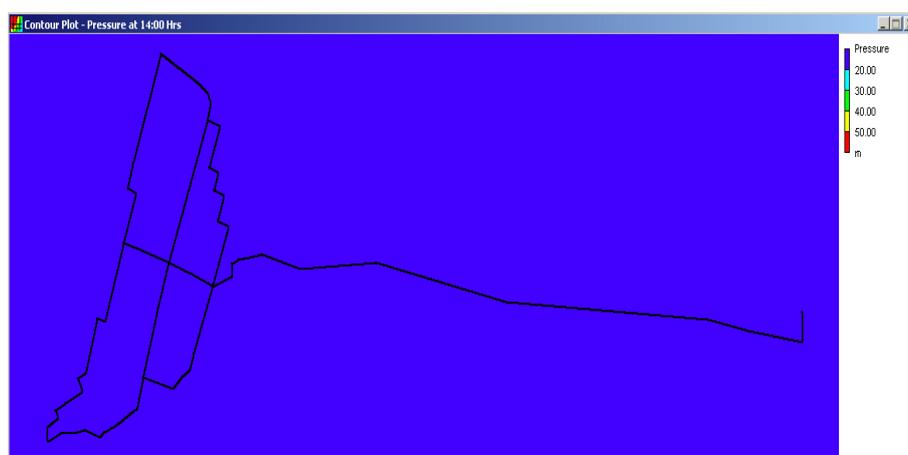


Figure III.28: État de pression aux nœuds en cas de pointe avec incendie à l'horizon 2040

III.3.4.6 Interprétation des résultats de la simulation en cas de pointe avec incendie pour l'horizon 2040 :

La simulation avec le débit de pointe plus incendie du réseau existant présente des pressions inadmissibles, dépassant largement les pressions de service.

En cas de pointe plus incendie nous constatons que les vitesses sont admissibles respectons ainsi les vitesses de conseillée.

D'après les résultats des simulations nous arrivons à la conclusion que le réseau actuel ne peut satisfaire les besoins de la population à long terme, car il ne supporte pas la pointe et l'incendie à la fois.

Conclusion

Nous avons observé à travers le bilan entre la production et la consommation, présenté dans le chapitre précédent, l'incapacité de la ressource disponible à satisfaire les besoins de la commune et nous avons proposé des solutions pour palier à cette anomalie majeure. Le déficit à l'horizon actuel de 2020 est de 164063,85 m³/an et de 480763,4 m³/an pour l'horizon 2040. Nous sommes aussi arrivés à la conclusion qu'il faudrait vérifier les capacités de stockage, c'est ce que nous avons fait dans ce chapitre.

D'après les calculs de la capacité analytique nous avons constaté qu'elle va au-delà de la capacité de stockage existante, pour l'alimentation en eau d'Ouled Khelouf (CL) et la Mechtat (AS1) lié au réservoir et pour l'hypothèse d'associé la Mechtat lié au forage (AS2) qui est alimentée par injection directe par piquage sur la conduite de transfert.

Pour le cas de l'alimentation d'Ouled Khelouf (CL) et la Mechtat(AS1) lié au réservoir, le déficit de stockage est de 500 m³ pour l'horizon actuel (2020) et il sera de 900 m³ pour l'horizon 2040.

Pour pallier à ces déficits Il faudra donc prévoir un autre réservoir d'une capacité 1000 m³ pour l'horizon 2020 et un réservoir de 1500 m³ pour l'horizon 2040 pour alimenter les trois agglomérations à savoir l'agglomération du chef-lieu et les deux agglomérations secondaires.

L'analyse des résultats des simulations du réseau de distribution existant à l'horizon actuel démontre que ce dernier répond de manière positive aux normes de fonctionnement d'un réseau en matière de vitesse et pression dans le cas de pointe sans incendie, mais il s'avère incapable de supporter la pointe plus l'incendie à la fois, présentant des pressions très faibles, des vitesses supérieures à l'intervalle de 0,5 à 1,5 m/s.

Ce dysfonctionnement est dû au sous dimensionnement du réseau. Une restructuration ou redimensionnement du réseau est nécessaire pour pouvoir satisfaire aux besoins de la commune. Nous réservons ce redimensionnement du réseau pour le long terme au chapitre suivant.

Chapitre IV
Projet de
réadaptation à
envisagée
du réseau d'AEP

Introduction

Nous avons constaté dans le chapitre précédant à travers les résultats de simulation dynamique des dysfonctionnements dans le réseau de distribution du chef-lieu de la commune d'Ouled Khelouf, qui font que ce dernier fait preuve d'une incapacité d'assurer une desserte satisfaisante de la commune.

Ces dysfonctionnements sont dû au surdimensionnement, il faudrait donc effectuer le redimensionnement du réseau.

Du fait de ces constats de dysfonctionnements après de nombreuses réflexions sur le sujet nous nous sommes orientés vers une réadaptation de notre réseau de distribution au niveau des caractéristiques des conduites plus précisément les diamètres des conduites.

Avant tout nous avons calculé les débits nodaux, par la suite nous avons déduit les débits en route qui nous ont permis de calculer les diamètres en imposant une vitesse d'écoulement admissible. Il est important de préciser que ses dysfonctionnements peuvent avoir leur origine de la charge du réservoir, donc il faudrait vérifier la charge.

Tableau IV.1 Diamètres des conduites redimensionnée

	Diamètre	Diamètre	Matériaux
ID Arc	mm	mm	
Tuyau p2	200	180,8	PVC
Tuyau p3	90	81,4	PVC
Tuyau p4	125	113	PVC
Tuyau p5	125	113	PVC
Tuyau p6	90	81,4	PVC
Tuyau p15	63	55,4	PVC
Tuyau p16	125	113	PVC
Tuyau p17	90	81,4	PVC
Tuyau p19	50	44	PEHD
Tuyau p20	50	44	PEHD
Tuyau p23	63	55,4	PEHD
Tuyau p24	63	55,4	PEHD
Tuyau p26	63	55,4	PEHD
Tuyau p27	50	44	PEHD
Tuyau p28	63	55,4	PEHD
Tuyau p29	50	44	PEHD
Tuyau p30	50	44	PEHD
Tuyau p32	63	55,4	PEHD
Tuyau p33	50	44	PEHD
Tuyau p34	50	44	PEHD

	Diamètre	Diamètre	Matériaux
ID Arc	mm	mm	
Tuyau p36	50	44	PEHD
Tuyau p37	63	55,4	PEHD
Tuyau p38	50	44	PEHD
Tuyau p39	50	44	PEHD
Tuyau p41	63	55,4	PEHD
Tuyau p42	63	55,4	PEHD
Tuyau p43	63	55,4	PEHD
Tuyau p44	63	55,4	PEHD
Tuyau p45	63	55,4	PEHD
Tuyau p46	63	55,4	PEHD
Tuyau p48	50	44	PEHD
Tuyau p49	63	55,4	PEHD
Tuyau p50	63	55,4	PEHD
Tuyau p51	63	55,4	PEHD
Tuyau p53	63	55,4	PEHD
Tuyau p54	63	55,4	PEHD
Tuyau p56	50	44	PEHD
Tuyau p57	50	44	PEHD
Tuyau 1	63	55,4	PEHD
Tuyau 2	63	55,4	PEHD
Tuyau 3	63	55,4	PEHD
Tuyau 4	63	55,4	PEHD
Tuyau 5	63	55,4	PEHD
Tuyau 6	50	44	PEHD
Tuyau 7	63	55,4	PEHD
Tuyau 8	50	44	PEHD
Tuyau 9	50	44	PEHD
Tuyau 10	50	44	PEHD
Tuyau 11	50	44	PEHD
Tuyau 12	50	44	PEHD
Tuyau 13	50	44	PEHD
Tuyau 14	50	44	PEHD
Tuyau 15	50	44	PEHD
Tuyau 16	50	44	PEHD
Tuyau 17	50	44	PEHD
Tuyau 18	50	44	PEHD
Tuyau 20	50	44	PEHD
Tuyau 21	50	44	PEHD
Tuyau 22	50	44	PEHD
Tuyau 23	50	44	PEHD
Tuyau 24	63	55,4	PEHD

	Diamètre	Diamètre	Matériaux
ID Arc	mm	mm	
Tuyau 25	50	44	PEHD
Tuyau 26	63	55,4	PEHD
Tuyau 27	63	55,4	PEHD
Tuyau 28	63	55,4	PEHD
Tuyau 29	63	55,4	PEHD
Tuyau 30	50	44	PEHD
Tuyau 31	63	55,4	PEHD
Tuyau 32	63	55,4	PEHD
Tuyau 33	63	55,4	PEHD
Tuyau 34	63	55,4	PEHD
Tuyau 35	63	55,4	PEHD
Tuyau 36	63	55,4	PEHD
Tuyau 37	63	55,4	PEHD
Tuyau 38	63	55,4	PEHD
Tuyau 39	63	55,4	PEHD
Tuyau 40	63	55,4	PEHD
Tuyau 41	63	55,4	PEHD
Tuyau 42	90	81,4	PVC
Tuyau 43	90	81,4	PVC
Tuyau 44	63	55,4	PEHD
Tuyau 45	63	55,4	PEHD
Tuyau 19	63	55,4	PEHD
Tuyau 46	63	55,4	PEHD
Tuyau 47	63	55,4	PEHD
Tuyau 48	50	44	PEHD
Tuyau 49	63	55,4	PEHD
Tuyau 51	200	163,6	PEHD

IV.1 Schéma du réseau de distribution projeté

La figure IV.1 représente la structure du réseau actuel avec l'extension projetée. Cette extension a été projetée selon les limites prévu par la PDAU.

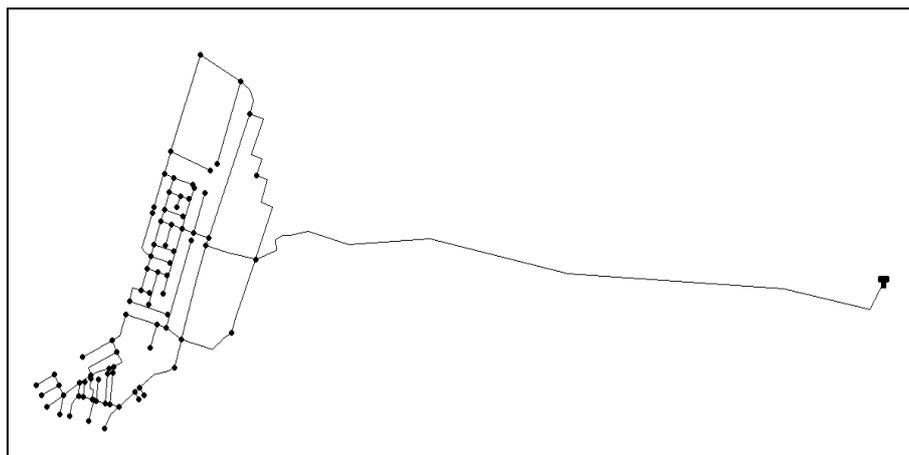


Figure IV.1 : Configuration du réseau projetée pour l'horizon 2040.

Les résultats des calculs concernant les débits en route et nœuds relatifs au réseau projeté sont récapitulés dans les tableaux (voir annexe 01).

IV.2 Simulations du comportement du réseau projeté à l'horizon 2040

● Résultats de la simulation dynamique du réseau en période creuse, horizon 2040 :

Tableau IV.2 : Etat des pressions en période creuse à l'horizon 2040

	Altitude	Demande Base	Demande	Charge	Pression
ID nœud	m	LPS	LPS	m	MCE
R1	859,96		-3,54	861,96	2
n5	805,62562	0,5337083	0,13	861,46	55,83
n6	814,70297	0,6790023	0,16	861,54	46,83
n8	817,8556	0,4565023	0,11	861,51	43,66
n10	804,65	0,6183054	0,15	861,42	56,77
n11	735,33	0,3744917	0,09	861,38	126,05
n13	814,7473	0,1707115	0,04	861,43	46,69
n14	812,32088	0,1320649	0,03	861,28	48,96
n15	817,05875	0,4202464	0,1	861,48	44,42
n18	811,0045	0,1185181	0,03	861,41	50,41
n19	812,75	0,190298	0,05	861,49	48,74
n20	817,495	0,5832919	0,14	861,51	44,01
n21	816,49	0,3985282	0,1	861,52	45,03
n24	815,68954	0,1562106	0,04	861,25	45,56
n25	815,46525	0,0960918	0,02	861,25	45,78
n26	814	0,1601193	0,04	861,25	47,25
n27	818,13033	0,1241246	0,03	861,24	43,11
n28	809,5	0,4770057	0,11	861,3	51,8

	Altitude	Demande Base	Demande	Charge	Pression
ID nœud	m	LPS	LPS	m	MCE
n29	808,1	0,1253384	0,03	861,3	53,2
n30	750,88	0,0351082	0,01	861,41	110,53
n31	807,98	0,2468765	0,06	861,4	53,42
n32	809,75	0,1309522	0,03	861,28	51,53
n33	810,56	0,0620623	0,01	861,28	50,72
n34	809,51	0,1807321	0,04	861,29	51,78
n35	811,52	0,1008603	0,02	861,29	49,77
n36	810,16458	0,1236695	0,03	861,28	51,12
n37	811,52088	0,0327435	0,01	861,28	49,76
n38	810,89677	0,0984472	0,02	861,28	50,39
n39	811,84616	0,0326423	0,01	861,28	49,44
n40	815,86371	0,1871985	0,04	861,39	45,53
n41	811,20258	0,1193562	0,03	861,39	50,19
n42	811,59674	0,142989	0,03	861,28	49,68
n43	813,37844	0,0608847	0,01	861,28	47,9
n44	813,30714	0,1278166	0,03	861,3	47,99
n45	814,73103	0,6201175	0,15	861,26	46,53
n46	814,53972	0,382879	0,09	861,34	46,8
n47	810,73356	0,1210902	0,03	861,33	50,6
n49	816,51169	0,1938454	0,05	861,32	44,81
n50	813,77725	0,1631322	0,04	861,26	47,48
n51	816,26958	0,6378186	0,15	861,26	44,99
n52	814,36524	0,2707984	0,06	861,26	46,89
n53	816,75447	0,0625825	0,02	861,26	44,5
n54	811,66714	0,1400918	0,03	861,25	49,59
n55	814,69283	0,1294594	0,03	861,25	46,56
n56	816,80376	0,0269924	0,01	861,25	44,45
n57	814	0,1244714	0,03	861,25	47,25
n58	814,72876	0,0272019	0,01	861,25	46,52
n59	817,64839	0,3362998	0,08	861,47	43,83
n60	816,48191	0,2603872	0,06	861,45	44,97
n61	817,24758	0,1924004	0,05	861,46	44,21
n62	814,53152	0,0682035	0,02	861,46	46,93
n63	812,76726	0,2096536	0,05	861,42	48,65
n64	811	0,102522	0,02	861,41	50,41
n65	811,81987	0,2048346	0,05	861,41	49,59
n66	810	0,0614121	0,01	861,41	51,41
n67	810,37104	0,2059617	0,05	861,41	51,04
n68	810	0,0575106	0,01	861,41	51,41
n69	811,25	0,1503077	0,04	861,45	50,2

	Altitude	Demande Base	Demande	Charge	Pression
ID nœud	m	LPS	LPS	m	MCE
n70	811,5	0,2673232	0,06	861,45	49,95
n71	811,35	0,0884045	0,02	861,44	50,09
n72	811,266	0,0229753	0,01	861,44	50,18
n73	781,671	0,1536964	0,04	861,43	79,76
n74	781,671	0,0768012	0,02	861,43	79,76
n75	811,65	0,1311906	0,03	861,42	49,77
n76	810	0,0898784	0,02	861,42	51,42
n77	811,87935	0,1273108	0,03	861,42	49,54
n78	810	0,0848209	0,02	861,42	51,42
n79	811,56907	0,1029483	0,02	861,42	49,85
n80	810	0,0600393	0,01	861,41	51,41
n81	811,56931	0,0894304	0,02	861,41	49,84
n82	812	0,0617011	0,01	861,41	49,41
n83	811,58235	0,1085332	0,03	861,41	49,83
n84	810,41688	0,0675533	0,02	861,41	50,99
n85	811,34646	0,0837372	0,02	861,41	50,06
n86	811	0,0429885	0,01	861,41	50,41
n87	781,456	0,068059	0,02	861,41	79,95
n88	811,65	0,1223545	0,03	861,41	49,76
n90	781,671	0,1950881	0,05	861,41	79,73
n91	781,671	0,0633869	0,02	861,41	79,73
n92	781,671	0,0569326	0,01	861,41	79,73
n93	781,671	0,095102	0,02	861,4	79,73
n94	781,671	0,0640853	0,02	861,4	79,73
n95	781,671	0,1189516	0,03	861,4	79,73
n96	781,671	0,0606896	0,01	861,4	79,73

Tableau IV.3 : Etat des débits et vitesses en période creuse à l'horizon 2040

	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	P.D.C. U	État
ID Arc	m	mm	mm	LPS	m/s	m/km	
Tuyau p2	2849,3	180,8	0,0015	3,54	0,14	0,13	Ouvert
Tuyau p3	412	81,4	0,0015	-0,59	0,11	0,26	Ouvert
Tuyau p4	308	113	0,0015	-1,11	0,11	0,16	Ouvert
Tuyau p5	219,8	113	0,0015	1,67	0,17	0,33	Ouvert
Tuyau p6	326,7	81,4	0,0015	0,47	0,09	0,17	Ouvert
Tuyau p15	114	55,4	0,0015	0,62	0,26	1,75	Ouvert
Tuyau p16	243,6	113	0,0015	-1,01	0,1	0,14	Ouvert
Tuyau p17	383,3	81,4	0,0015	-0,29	0,04	0,03	Ouvert
Tuyau p19	133	44	0,0015	0,02	0,02	0,03	Ouvert

	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	P.D.C. U	État
ID Arc	m	mm	mm	LPS	m/s	m/km	
Tuyau p20	171,8	44	0,0015	0,03	0,02	0,03	Ouvert
Tuyau p23	85,9	55,4	0,0015	0,01	0,01	0,01	Ouvert
Tuyau p24	139,6	55,4	0,0015	0,02	0,01	0,01	Ouvert
Tuyau p26	45,18	55,4	0,0015	0,01	0	0	Ouvert
Tuyau p27	165,2	44	0,0015	0,03	0,02	0,03	Ouvert
Tuyau p28	84,27	55,4	0,0015	0,01	0,01	0,01	Ouvert
Tuyau p29	85,83	44	0,0015	0,15	0,1	0,44	Ouvert
Tuyau p30	167,6	44	0,0015	0,03	0,02	0,03	Ouvert
Tuyau p32	88,28	55,4	0,0015	0,15	0,06	0,14	Ouvert
Tuyau p33	86,62	44	0,0015	0,02	0,01	0,02	Ouvert
Tuyau p34	193,9	44	0,0015	0,03	0,02	0,04	Ouvert
Tuyau p36	37,65	44	0,0015	0,01	0	0,01	Ouvert
Tuyau p37	360,4	55,4	0,0015	0,06	0,03	0,03	Ouvert
Tuyau p38	94,4	44	0,0015	0,02	0,01	0,02	Ouvert
Tuyau p39	141,9	44	0,0015	0,02	0,02	0,03	Ouvert
Tuyau p41	79,6	55,4	0,0015	0,01	0,01	0,01	Ouvert
Tuyau p42	37	55,4	0,0015	0,06	0,03	0,03	Ouvert
Tuyau p43	31,8	55,4	0,0015	0,01	0	0	Ouvert
Tuyau p44	106,3	55,4	0,0015	0,02	0,01	0,01	Ouvert
Tuyau p45	124,4	55,4	0,0015	0,02	0,01	0,01	Ouvert
Tuyau p46	117,4	55,4	0,0015	0,02	0,01	0,01	Ouvert
Tuyau p48	85,4	44	0,0015	0,01	0,01	0,04	Ouvert
Tuyau p49	93,5	55,4	0,0015	0,02	0,01	0,01	Ouvert
Tuyau p50	59,5	55,4	0,0015	0,01	0	0	Ouvert
Tuyau p51	94,2	55,4	0,0015	0,02	0,01	0,01	Ouvert
Tuyau p53	88,4	55,4	0,0015	0,02	0,01	0,01	Ouvert
Tuyau p54	78,8	55,4	0,0015	0,01	0,01	0,01	Ouvert
Tuyau p56	88,7	44	0,0015	0,02	0,01	0,02	Ouvert
Tuyau p57	84	44	0,0015	0,01	0,01	0,02	Ouvert
Tuyau 1	414,47	55,4	0,0015	0,55	0,23	1,41	Ouvert
Tuyau 2	72,27	55,4	0,0015	0,41	0,17	0,83	Ouvert
Tuyau 3	173,48	55,4	0,0015	0,03	0,01	0,01	Ouvert
Tuyau 4	38,28	55,4	0,0015	0,34	0,14	0,61	Ouvert
Tuyau 5	57,07	55,4	0,0015	0,29	0,12	0,47	Ouvert
Tuyau 6	68,34	44	0,0015	0,22	0,15	0,88	Ouvert
Tuyau 7	45,3	55,4	0,0015	0,17	0,07	0,2	Ouvert
Tuyau 8	91,73	44	0,0015	0,51	0,33	3,65	Ouvert
Tuyau 9	45,78	44	0,0015	0,32	0,21	1,6	Ouvert
Tuyau 10	48,51	44	0,0015	0,2	0,13	0,75	Ouvert
Tuyau 11	84,81	44	0,0015	0,1	0,07	0,18	Ouvert
Tuyau 12	49,82	44	0,0015	0,07	0,04	0,08	Ouvert

	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	P.D.C. U	État
ID Arc	m	mm	mm	LPS	m/s	m/km	
Tuyau 13	48,72	44	0,0015	0,71	0,47	6,57	Ouvert
Tuyau 14	45,32	44	0,0015	0,55	0,36	4,12	Ouvert
Tuyau 15	45,76	44	0,0015	0,37	0,24	2,06	Ouvert
Tuyau 16	64,2	44	0,0015	0,79	0,52	7,81	Ouvert
Tuyau 17	45,85	44	0,0015	0,07	0,04	0,07	Ouvert
Tuyau 18	37,36	44	0,0015	0,01	0	0,01	Ouvert
Tuyau 20	38,64	44	0,0015	0,39	0,26	2,32	Ouvert
Tuyau 21	133,26	44	0,0015	0,33	0,22	1,72	Ouvert
Tuyau 22	103,02	44	0,0015	0,29	0,19	1,37	Ouvert
Tuyau 23	45,26	44	0,0015	0,21	0,14	0,82	Ouvert
Tuyau 24	153,25	55,4	0,0015	0,15	0,06	0,13	Ouvert
Tuyau 25	85	44	0,0015	0,01	0,01	0,02	Ouvert
Tuyau 26	52,22	55,4	0,0015	0,09	0,04	0,04	Ouvert
Tuyau 27	52,02	55,4	0,0015	-0,1	0,04	0,05	Ouvert
Tuyau 28	65,11	55,4	0,0015	0,16	0,07	0,15	Ouvert
Tuyau 29	37,71	55,4	0,0015	0,08	0,03	0,04	Ouvert
Tuyau 30	42,93	44	0,0015	0,04	0,03	0,04	Ouvert
Tuyau 31	37,52	55,4	0,0015	0,4	0,16	0,8	Ouvert
Tuyau 32	19,66	55,4	0,0015	0,34	0,14	0,62	Ouvert
Tuyau 33	39,15	55,4	0,0015	0,29	0,12	0,47	Ouvert
Tuyau 34	20,24	55,4	0,0015	0,25	0,11	0,37	Ouvert
Tuyau 35	18,14	55,4	0,0015	0,22	0,09	0,29	Ouvert
Tuyau 36	38,58	55,4	0,0015	0,18	0,07	0,2	Ouvert
Tuyau 37	17,82	55,4	0,0015	0,14	0,06	0,12	Ouvert
Tuyau 38	68,91	55,4	0,0015	0,45	0,19	1	Ouvert
Tuyau 39	21,65	55,4	0,0015	0,48	0,2	1,1	Ouvert
Tuyau 40	149,39	55,4	0,0015	0,58	0,24	1,53	Ouvert
Tuyau 41	66,43	55,4	0,0015	0,54	0,22	1,34	Ouvert
Tuyau 42	28,74	81,4	0,0015	1,28	0,25	0,98	Ouvert
Tuyau 43	488,72	81,4	0,0015	0,39	0,08	0,13	Ouvert
Tuyau 44	103,86	55,4	0,0015	0,64	0,27	1,83	Ouvert
Tuyau 45	40,37	55,4	0,0015	0,71	0,29	2,18	Ouvert
Tuyau 19	83,1	55,4	0,0015	-0,01	0,01	0,01	Ouvert
Tuyau 46	45,76	55,4	0,0015	0,04	0,02	0,02	Ouvert
Tuyau 47	45,32	55,4	0,0015	0,01	0	0	Ouvert
Tuyau 48	268,3	44	0,0015	0,05	0,03	0,05	Ouvert
Tuyau 49	341,7	55,4	0,0015	0,06	0,02	0,03	Ouvert
Tuyau 51	6914	163,6	0,0015	17,43	0,83	3,62	Ouvert
Pompe 50	**	**	**	17,43	0	-38,5	Marche

Tableau IV.4 : Etat des pressions cas de pointe à l'horizon 2040 :

	Altitude	Demande Base	Demande	Charge	Pression
ID nœud	m	LPS	LPS	m	m.C.E
Bâche 1	848,5		-17,39	848,5	0
n2	0	0	0	887,56	887,56
R1	859,96		-7,39	862,63	2,67
n5	805,625622	0,53370827	0,9	847,29	41,66
n6	814,702966	0,67900234	1,14	850,59	35,89
n8	817,855602	0,45650228	0,77	848,31	30,45
n10	804,65	0,6183054	1,04	845,58	40,93
n11	735,33	0,37449168	0,63	836,73	101,4
n13	814,747302	0,17071151	0,29	835,4	20,65
n14	812,320878	0,13206486	0,22	812,74	0,42
n15	817,058753	0,42024644	0,71	847,42	30,36
n18	811,0045	0,11851808	0,2	829,34	18,34
n19	812,75	0,19029796	0,32	841,77	29,02
n20	817,495	0,58329189	0,98	847,99	30,5
n21	816,49	0,39852824	0,67	849,04	32,55
n24	815,689543	0,15621064	0,26	798,78	-16,91
n25	815,46525	0,09609181	0,16	798,71	-16,75
n26	814	0,16011934	0,27	798,18	-15,82
n27	818,130326	0,12412464	0,21	798,04	-20,09
n28	809,5	0,47700565	0,8	818,31	8,81
n29	808,1	0,12533843	0,21	818,26	10,16
n30	750,88	0,0351082	0,06	842,77	91,89
n31	807,98	0,24687654	0,41	842,48	34,5
n32	809,75	0,13095222	0,22	815,72	5,97
n33	810,56	0,06206232	0,1	815,71	5,15
n34	809,51	0,18073212	0,3	816,44	6,93
n35	811,52	0,1008603	0,17	816,41	4,89
n36	810,164585	0,12366949	0,21	814,89	4,72
n37	811,520882	0,03274347	0,06	814,86	3,34
n38	810,896767	0,09844717	0,17	814,87	3,97
n39	811,846156	0,03264232	0,05	814,86	3,02
n40	815,863715	0,18719845	0,31	831,46	15,6
n41	811,202583	0,11935617	0,2	831,34	20,14
n42	811,59674	0,14298899	0,24	813,01	1,41
n43	813,378439	0,06088465	0,1	813,01	-0,37
n44	813,307141	0,12781659	0,21	815,56	2,26
n45	814,731026	0,6201175	1,04	814,46	-0,27
n46	814,539724	0,382879	0,64	821,34	6,8
n47	810,733558	0,12109016	0,2	821,22	10,48
n49	816,511689	0,19384541	0,33	820,89	4,38

	Altitude	Demande Base	Demande	Charge	Pression
ID nœud	m	LPS	LPS	m	m.C.E
n50	813,777253	0,16313215	0,27	802,24	-11,54
n51	816,269583	0,6378186	1,07	801,84	-14,43
n52	814,365243	0,27079835	0,45	800	-14,37
n53	816,754468	0,06258252	0,11	799,98	-16,77
n54	811,667141	0,14009178	0,24	799,81	-11,85
n55	814,692834	0,12945943	0,22	798,93	-15,77
n56	816,803757	0,02699241	0,05	798,78	-18,03
n57	814	0,12447144	0,21	798,34	-15,66
n58	814,728763	0,02720194	0,05	798,34	-16,39
n59	817,648387	0,33629975	0,56	845,23	27,58
n60	816,481906	0,2603872	0,44	844,89	28,41
n61	817,247577	0,19240042	0,32	842,44	25,2
n62	814,531523	0,06820353	0,11	842,42	27,89
n63	812,767259	0,2096536	0,35	831,1	18,34
n64	811	0,10252204	0,17	831,02	20,02
n65	811,819871	0,20483456	0,34	829,99	18,17
n66	810	0,06141208	0,1	829,98	19,98
n67	810,371041	0,20596165	0,35	829,32	18,95
n68	810	0,0575106	0,1	829,32	19,32
n69	811,25	0,15030766	0,25	834,66	23,41
n70	811,5	0,2673232	0,45	834,63	23,13
n71	811,35	0,08840449	0,15	833,93	22,58
n72	811,266	0,02297534	0,04	833,93	22,66
n73	781,671	0,15369636	0,26	831,83	50,16
n74	781,671	0,07680122	0,13	831,82	50,15
n75	811,65	0,13119064	0,22	830,92	19,27
n76	810	0,08987838	0,15	830,9	20,9
n77	811,879351	0,12731084	0,21	830,55	18,67
n78	810	0,08482091	0,14	830,54	20,54
n79	811,569072	0,10294831	0,17	830	18,43
n80	810	0,06003933	0,1	830	20
n81	811,569312	0,08943043	0,15	829,78	18,21
n82	812	0,06170107	0,1	829,74	17,74
n83	811,582352	0,1085332	0,18	829,63	18,05
n84	810,416882	0,06755328	0,11	829,63	19,21
n85	811,346461	0,08373717	0,14	829,42	18,07
n86	811	0,04298845	0,07	829,41	18,41
n87	781,456	0,06805903	0,11	829,34	47,88
n88	811,65	0,12235453	0,21	829,24	17,59
n90	781,671	0,1950881	0,33	828,93	47,26
n91	781,671	0,06338686	0,11	828,93	47,25
n92	781,671	0,05693261	0,1	828,93	47,26

n93	781,671	0,09510202	0,16	828,82	47,15
n94	781,671	0,06408531	0,11	828,8	47,13
n95	781,671	0,11895158	0,2	828,87	47,2
n96	781,671	0,06068958	0,1	828,86	47,19

Tableau IV.5 Etat débits et vitesses cas de pointe à l'horizon 2040 :

	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	P.D.C.U	État
ID Arc	m	mm	mm	LPS	m/s	m/km	
Tuyau p2	2849,3	180,8	0,0015	24,78	0,97	4,22	Ouvert
Tuyau p3	412	81,4	0,0015	-4,19	0,81	8,02	Ouvert
Tuyau p4	308	113	0,0015	-7,79	0,78	5,04	Ouvert
Tuyau p5	219,8	113	0,0015	11,66	1,16	10,39	Ouvert
Tuyau p6	326,7	81,4	0,0015	3,3	0,63	5,22	Ouvert
Tuyau p15	114	55,4	0,0015	4,37	1,81	54,57	Ouvert
Tuyau p16	243,6	113	0,0015	-7,12	0,71	4,29	Ouvert
Tuyau p17	383,3	81,4	0,0015	-1,98	0,26	0,82	Ouvert
Tuyau p19	133	44	0,0015	0,16	0,11	0,51	Ouvert
Tuyau p20	171,8	44	0,0015	0,21	0,14	0,78	Ouvert
Tuyau p23	85,9	55,4	0,0015	0,1	0,04	0,05	Ouvert
Tuyau p24	139,6	55,4	0,0015	0,17	0,07	0,18	Ouvert
Tuyau p26	45,18	55,4	0,0015	0,05	0,02	0,02	Ouvert
Tuyau p27	165,2	44	0,0015	0,2	0,13	0,73	Ouvert
Tuyau p28	84,27	55,4	0,0015	0,1	0,04	0,05	Ouvert
Tuyau p29	85,83	44	0,0015	1,04	0,69	12,81	Ouvert
Tuyau p30	167,6	44	0,0015	0,2	0,13	0,75	Ouvert
Tuyau p32	88,28	55,4	0,0015	1,07	0,44	4,49	Ouvert
Tuyau p33	86,62	44	0,0015	0,11	0,07	0,18	Ouvert
Tuyau p34	193,9	44	0,0015	0,24	0,15	0,97	Ouvert
Tuyau p36	37,65	44	0,0015	0,05	0,03	0,05	Ouvert
Tuyau p37	360,4	55,4	0,0015	0,44	0,18	0,94	Ouvert
Tuyau p38	94,4	44	0,0015	0,11	0,08	0,24	Ouvert
Tuyau p39	141,9	44	0,0015	0,17	0,11	0,57	Ouvert
Tuyau p41	79,6	55,4	0,0015	0,1	0,04	0,04	Ouvert
Tuyau p42	37	55,4	0,0015	0,45	0,19	0,99	Ouvert
Tuyau p43	31,8	55,4	0,0015	0,04	0,02	0,02	Ouvert
Tuyau p44	106,3	55,4	0,0015	0,13	0,05	0,08	Ouvert
Tuyau p45	124,4	55,4	0,0015	0,15	0,06	0,14	Ouvert
Tuyau p46	117,4	55,4	0,0015	0,14	0,06	0,11	Ouvert
Tuyau p48	85,4	44	0,0015	0,1	0,1	0,56	Ouvert
Tuyau p49	93,5	55,4	0,0015	0,11	0,05	0,06	Ouvert
Tuyau p50	59,5	55,4	0,0015	0,07	0,03	0,03	Ouvert
Tuyau p51	94,2	55,4	0,0015	0,11	0,05	0,06	Ouvert

	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	P.D.C.U	État
ID Arc	m	mm	mm	LPS	m/s	m/km	
Tuyau p53	88,4	55,4	0,0015	0,11	0,04	0,05	Ouvert
Tuyau p54	78,8	55,4	0,0015	0,1	0,04	0,04	Ouvert
Tuyau p56	88,7	44	0,0015	0,11	0,07	0,2	Ouvert
Tuyau p57	84	44	0,0015	0,1	0,07	0,17	Ouvert
Tuyau 1	414,47	55,4	0,0015	3,89	1,62	44,44	Ouvert
Tuyau 2	72,27	55,4	0,0015	2,88	1,2	25,93	Ouvert
Tuyau 3	173,48	55,4	0,0015	0,21	0,09	0,27	Ouvert
Tuyau 4	38,28	55,4	0,0015	2,41	1	18,83	Ouvert
Tuyau 5	57,07	55,4	0,0015	2,08	0,86	14,56	Ouvert
Tuyau 6	68,34	44	0,0015	1,6	1,05	27,43	Ouvert
Tuyau 7	45,3	55,4	0,0015	1,26	0,52	5,97	Ouvert
Tuyau 8	91,73	44	0,0015	3,56	2,34	114,51	Ouvert
Tuyau 9	45,78	44	0,0015	2,21	1,46	48,87	Ouvert
Tuyau 10	48,51	44	0,0015	1,42	0,93	22,13	Ouvert
Tuyau 11	84,81	44	0,0015	0,73	0,48	6,89	Ouvert
Tuyau 12	49,82	44	0,0015	0,48	0,31	3,27	Ouvert
Tuyau 13	48,72	44	0,0015	4,95	3,26	207,72	Ouvert
Tuyau 14	45,32	44	0,0015	3,78	2,49	127,53	Ouvert
Tuyau 15	45,76	44	0,0015	2,52	1,66	61,71	Ouvert
Tuyau 16	64,2	44	0,0015	5,47	3,6	248,49	Ouvert
Tuyau 17	45,85	44	0,0015	0,47	0,31	3,17	Ouvert
Tuyau 18	37,36	44	0,0015	0,05	0,03	0,05	Ouvert
Tuyau 20	38,64	44	0,0015	2,75	1,81	72,08	Ouvert
Tuyau 21	133,26	44	0,0015	2,31	1,52	52,85	Ouvert
Tuyau 22	103,02	44	0,0015	2,03	1,33	41,73	Ouvert
Tuyau 23	45,26	44	0,0015	1,5	0,99	24,49	Ouvert
Tuyau 24	153,25	55,4	0,0015	1,06	0,44	4,37	Ouvert
Tuyau 25	85	44	0,0015	0,1	0,07	0,17	Ouvert
Tuyau 26	52,22	55,4	0,0015	0,61	0,25	1,69	Ouvert
Tuyau 27	52,02	55,4	0,0015	-0,69	0,29	2,09	Ouvert
Tuyau 28	65,11	55,4	0,0015	1,1	0,46	4,7	Ouvert
Tuyau 29	37,71	55,4	0,0015	0,57	0,24	1,49	Ouvert
Tuyau 30	42,93	44	0,0015	0,27	0,18	1,2	Ouvert
Tuyau 31	37,52	55,4	0,0015	2,77	1,15	24,15	Ouvert
Tuyau 32	19,66	55,4	0,0015	2,4	1	18,69	Ouvert
Tuyau 33	39,15	55,4	0,0015	2,04	0,85	14,04	Ouvert
Tuyau 34	20,24	55,4	0,0015	1,77	0,73	10,87	Ouvert
Tuyau 35	18,14	55,4	0,0015	1,51	0,63	8,26	Ouvert
Tuyau 36	38,58	55,4	0,0015	1,22	0,51	5,63	Ouvert
Tuyau 37	17,82	55,4	0,0015	1,01	0,42	4,02	Ouvert
Tuyau 38	68,91	55,4	0,0015	3,16	1,31	30,52	Ouvert

	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	P.D.C.U	État
ID Arc	m	mm	mm	LPS	m/s	m/km	
Tuyau 39	21,65	55,4	0,0015	3,34	1,39	33,84	Ouvert
Tuyau 40	149,39	55,4	0,0015	4,05	1,68	47,6	Ouvert
Tuyau 41	66,43	55,4	0,0015	3,75	1,56	41,62	Ouvert
Tuyau 42	28,74	81,4	0,0015	8,91	1,71	31	Ouvert
Tuyau 43	488,72	81,4	0,0015	2,74	0,53	3,76	Ouvert
Tuyau 44	103,86	55,4	0,0015	4,52	1,88	58,16	Ouvert
Tuyau 45	40,37	55,4	0,0015	5	2,07	69,59	Ouvert
Tuyau 19	83,1	55,4	0,0015	-0,1	0,04	0,05	Ouvert
Tuyau 46	45,76	55,4	0,0015	0,28	0,11	0,43	Ouvert
Tuyau 47	45,32	55,4	0,0015	0,06	0,02	0,02	Ouvert
Tuyau 48	268,3	44	0,0015	0,33	0,21	1,69	Ouvert
Tuyau 49	341,7	55,4	0,0015	0,41	0,17	0,86	Ouvert
Tuyau 51	6914	163,6	0,0015	17,39	0,83	3,61	Ouvert
Pompe 50	**	**	**	17,39	0	-39,06	Marche

IV.2.1 : Interprétation des résultats de la simulation sans incendie à l'horizon 2040 :

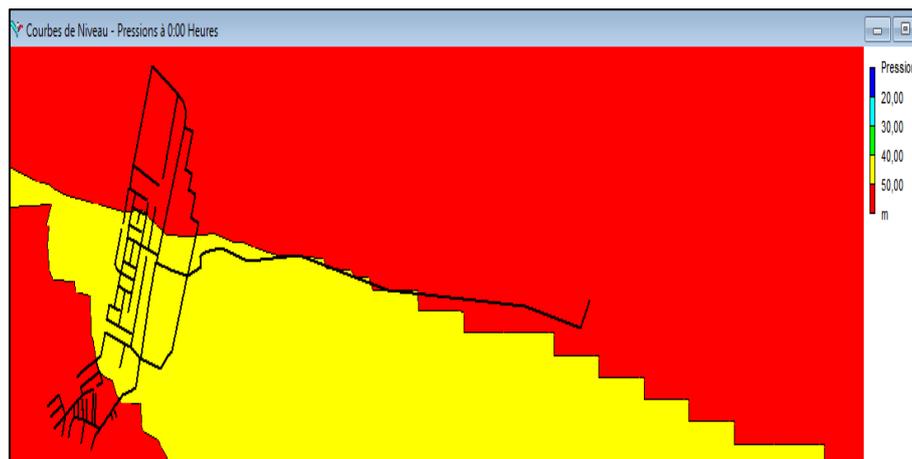


Figure IV.2 Etat des pressions en période creuse à l'horizon 2040.

A travers les résultats de la simulation nous constatons que la répartition des pressions en dans le réseau en période creuse (voir figure est IV.2), présente partiellement des zones de surpressions importantes (zone en rouge) dans les extrémités et des pressions admissibles au milieu. Avec le rouge et le bleu représentant les couleurs à éviter.

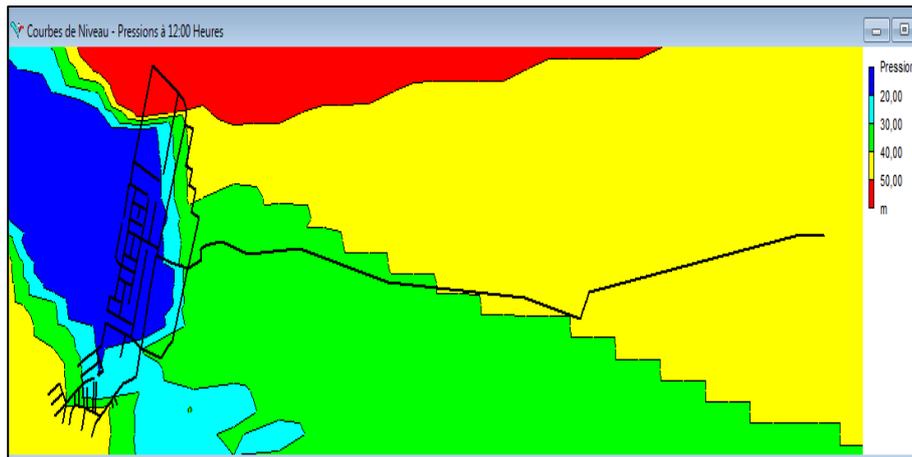


Figure IV.3 Etat des pressions **cas de pointe** à l'horizon 2040.

D'après les résultats des simulations dynamique en cas de pointe, nous pouvons constater que la plupart des nœuds du réseau présente des pressions comprises dans la fourchette des pressions admissible, mais nous relevons, toute fois, qu'au niveau de quelques nœuds situés à l'extrémités, les pressions sont supérieures à la pression de service prescrite par le règlement et de quelques nœuds avec des pressions négatives.

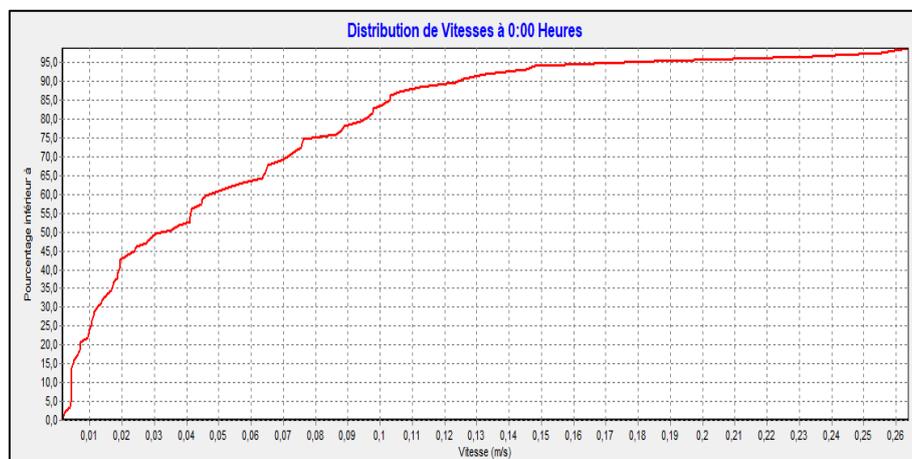


Figure IV.4 Distribution des vitesses **en période creuse** à l'horizon 2040.

Nous remarquons d'après les résultats reportés dans le tableau et illustrés sur les courbes de distribution des vitesses (figure IV.4), que 80% de l'ensemble des valeurs sont inférieures à 0,1m/s, c'est-à-dire des vitesses très faibles ce qui peut remettre en cause la qualité de l'eau distribuée et accentué les dépôts de particules dans les conduites.

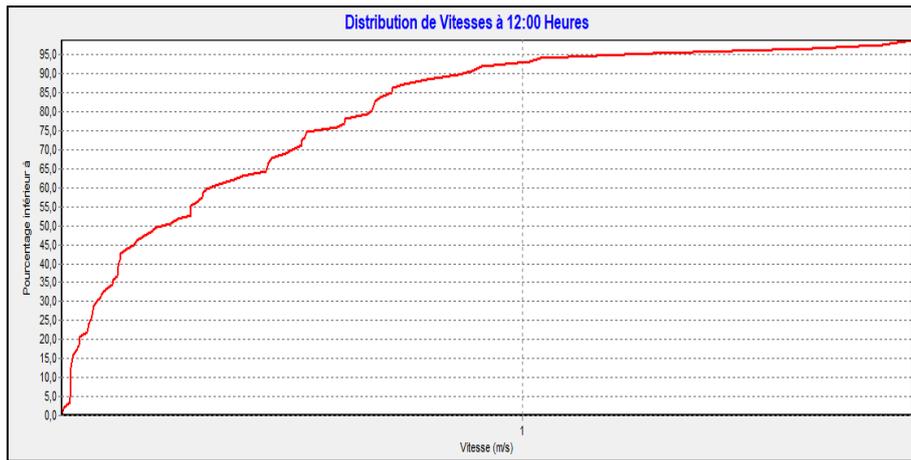


Figure IV.5 : Distribution des vitesses en période creuse à l’horizon 2040.

En cas de pointe nous constatons à travers le tableau et la figure **IV.5**, que le réseau présente une disparité avec les tronçons avec des vitesses admissibles et d’autres avec des vitesses en dessous de la moyenne conseillée de 0,5 m/s.

●Résultats des simulations du réseau existant en cas de pointe avec incendie à l’horizon 2040 :

Pour analyser la qualité du marnage dans le réservoir de stockage Nous avons relié le réservoir au point de production.

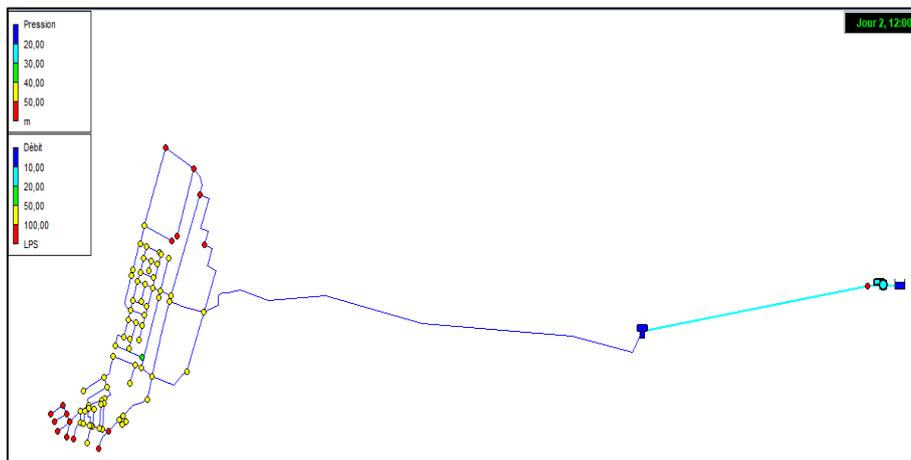


Figure IV.6 Configuration du réseau avec le réservoir à l’horizon 2040.

Tableau IV.6 Etat des pressions en période creuse avec incendie à l'horizon 2040 :

	Altitude	Demande Base	Demande	Charge	Pression
ID nœud	m	LPS	LPS	m	m.C.E
Bâche 1	848,5	**	-17,43	848,5	0
n2	0	0	0	887	887
R1	859,96	**	9,81	861,96	2
n5	805,62562	0,5337083	0,13	860,35	54,72
n6	814,70297	0,6790023	0,16	860,51	45,8
n8	817,8556	0,4565023	0,11	860,31	42,46
n10	804,65	0,6183054	0,15	860,26	55,61
n11	735,33	0,3744917	0,09	859,98	124,65
n13	814,7473	0,1707115	0,04	859,67	44,92
n14	812,32088	0,1320649	0,03	859,2	46,88
n15	817,05875	0,4202464	0,1	860,29	43,23
n18	811,0045	0,1185181	0,03	859,47	48,47
n19	812,75	0,190298	0,05	859,88	47,13
n20	817,495	0,5832919	0,14	860,08	42,58
n21	816,49	17,398528	4,18	860,07	43,58
n24	815,68954	0,1562106	0,04	858,75	43,06
n25	815,46525	0,0960918	0,02	858,75	43,29
n26	814	0,1601193	0,04	858,74	44,74
n27	818,13033	0,1241246	0,03	858,73	40,6
n28	809,5	0,4770057	0,11	859,39	49,89
n29	808,1	0,1253384	0,03	859,38	51,28
n30	750,88	0,0351082	0,01	860,17	109,29
n31	807,98	0,2468765	0,06	860,16	52,18
n32	809,75	0,1309522	0,03	859,3	49,55
n33	810,56	0,0620623	0,01	859,3	48,74
n34	809,51	0,1807321	0,04	859,33	49,82
n35	811,52	0,1008603	0,02	859,32	47,8
n36	810,16458	0,1236695	0,03	859,27	49,11
n37	811,52088	0,0327435	0,01	859,27	47,75
n38	810,89677	0,0984472	0,02	859,27	48,38
n39	811,84616	0,0326423	0,01	859,27	47,43
n40	815,86371	0,1871985	0,04	859,79	43,93
n41	811,20258	0,1193562	0,03	859,79	48,59
n42	811,59674	0,142989	0,03	859,21	47,61
n43	813,37844	0,0608847	0,01	859,21	45,83
n44	813,30714	0,1278166	0,03	859,29	45,99
n45	814,73103	0,6201175	0,15	859,26	44,52
n46	814,53972	0,382879	0,09	859,48	44,94

	Altitude	Demande Base	Demande	Charge	Pression
ID nœud	m	LPS	LPS	m	m.C.E
n47	810,73356	0,1210902	0,03	859,47	48,74
n49	816,51169	0,1938454	0,05	859,46	42,95
n50	813,77725	0,1631322	0,04	858,87	45,09
n51	816,26958	0,6378186	0,15	858,85	42,59
n52	814,36524	0,2707984	0,06	858,79	44,43
n53	816,75447	0,0625825	0,02	858,79	42,04
n54	811,66714	0,1400918	0,03	858,79	47,12
n55	814,69283	0,1294594	0,03	858,76	44,06
n56	816,80376	0,0269924	0,01	858,75	41,95
n57	814	0,1244714	0,03	858,74	44,74
n58	814,72876	0,0272019	0,01	858,74	44,01
n59	817,64839	0,3362998	0,08	859,99	42,34
n60	816,48191	0,2603872	0,06	859,98	43,5
n61	817,24758	0,1924004	0,05	859,9	42,65
n62	814,53152	0,0682035	0,02	859,9	45,37
n63	812,76726	0,2096536	0,05	859,53	46,76
n64	811	0,102522	0,02	859,53	48,53
n65	811,81987	0,2048346	0,05	859,49	47,67
n66	810	0,0614121	0,01	859,49	49,49
n67	810,37104	0,2059617	0,05	859,47	49,1
n68	810	0,0575106	0,01	859,47	49,47
n69	811,25	0,1503077	0,04	859,65	48,4
n70	811,5	0,2673232	0,06	859,65	48,15
n71	811,35	0,0884045	0,02	859,63	48,28
n72	811,266	0,0229753	0,01	859,63	48,36
n73	781,671	0,1536964	0,04	859,56	77,89
n74	781,671	0,0768012	0,02	859,56	77,89
n75	811,65	0,1311906	0,03	859,53	47,88
n76	810	0,0898784	0,02	859,53	49,53
n77	811,87935	0,1273108	0,03	859,52	47,64
n78	810	0,0848209	0,02	859,51	49,51
n79	811,56907	0,1029483	0,02	859,5	47,93
n80	810	0,0600393	0,01	859,5	49,5
n81	811,56931	0,0894304	0,02	859,49	47,92
n82	812	0,0617011	0,01	859,49	47,49
n83	811,58235	0,1085332	0,03	859,48	47,9
n84	810,41688	0,0675533	0,02	859,48	49,07
n85	811,34646	0,0837372	0,02	859,48	48,13
n86	811	0,0429885	0,01	859,48	48,48
n87	781,456	0,068059	0,02	859,47	78,02

n88	811,65	0,1223545	0,03	859,47	47,82
n90	781,671	0,1950881	0,05	859,46	77,79
n91	781,671	0,0633869	0,02	859,46	77,79
n92	781,671	0,0569326	0,01	859,46	77,79
n93	781,671	0,095102	0,02	859,46	77,79
n94	781,671	0,0640853	0,02	859,46	77,79
n95	781,671	0,1189516	0,03	859,46	77,79
n96	781,671	0,0606896	0,01	859,46	77,79

Tableau IV.7 : Etat des débits et vitesses en période creuse avec incendie à l'horizon 2040 :

	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	P.D.C.U	État
ID Arc	m	mm	mm	LPS	m/s	m/km	
Tuyau p2	2849,3	180,8	0,0015	7,62	0,3	0,51	Ouvert
Tuyau p3	412	81,4	0,0015	-0,74	0,14	0,38	Ouvert
Tuyau p4	308	113	0,0015	-3,8	0,38	1,4	Ouvert
Tuyau p5	219,8	113	0,0015	2,92	0,29	0,88	Ouvert
Tuyau p6	326,7	81,4	0,0015	0,61	0,12	0,27	Ouvert
Tuyau p15	114	55,4	0,0015	0,62	0,26	1,75	Ouvert
Tuyau p16	243,6	113	0,0015	0,37	0,04	0,03	Ouvert
Tuyau p17	383,3	81,4	0,0015	-1,67	0,22	0,61	Ouvert
Tuyau p19	133	44	0,0015	0,02	0,02	0,03	Ouvert
Tuyau p20	171,8	44	0,0015	0,03	0,02	0,03	Ouvert
Tuyau p23	85,9	55,4	0,0015	0,01	0,01	0,01	Ouvert
Tuyau p24	139,6	55,4	0,0015	0,02	0,01	0,01	Ouvert
Tuyau p26	45,18	55,4	0,0015	0,01	0	0	Ouvert
Tuyau p27	165,2	44	0,0015	0,03	0,02	0,03	Ouvert
Tuyau p28	84,27	55,4	0,0015	0,01	0,01	0,01	Ouvert
Tuyau p29	85,83	44	0,0015	0,15	0,1	0,44	Ouvert
Tuyau p30	167,6	44	0,0015	0,03	0,02	0,03	Ouvert
Tuyau p32	88,28	55,4	0,0015	0,15	0,06	0,14	Ouvert
Tuyau p33	86,62	44	0,0015	0,02	0,01	0,02	Ouvert
Tuyau p34	193,9	44	0,0015	0,03	0,02	0,04	Ouvert
Tuyau p36	37,65	44	0,0015	0,01	0	0,01	Ouvert
Tuyau p37	360,4	55,4	0,0015	0,06	0,03	0,03	Ouvert
Tuyau p38	94,4	44	0,0015	0,02	0,01	0,02	Ouvert
Tuyau p39	141,9	44	0,0015	0,02	0,02	0,03	Ouvert
Tuyau p41	79,6	55,4	0,0015	0,01	0,01	0,01	Ouvert
Tuyau p42	37	55,4	0,0015	0,06	0,03	0,03	Ouvert
Tuyau p43	31,8	55,4	0,0015	0,01	0	0	Ouvert
Tuyau p44	106,3	55,4	0,0015	0,02	0,01	0,01	Ouvert
Tuyau p45	124,4	55,4	0,0015	0,02	0,01	0,01	Ouvert
Tuyau p46	117,4	55,4	0,0015	0,02	0,01	0,01	Ouvert

	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	P.D.C.U	État
ID Arc	m	mm	mm	LPS	m/s	m/km	
Tuyau p48	85,4	44	0,0015	0,01	0,01	0,04	Ouvert
Tuyau p49	93,5	55,4	0,0015	0,02	0,01	0,01	Ouvert
Tuyau p50	59,5	55,4	0,0015	0,01	0	0,01	Ouvert
Tuyau p51	94,2	55,4	0,0015	0,02	0,01	0,01	Ouvert
Tuyau p53	88,4	55,4	0,0015	0,02	0,01	0,01	Ouvert
Tuyau p54	78,8	55,4	0,0015	0,01	0,01	0,01	Ouvert
Tuyau p56	88,7	44	0,0015	0,02	0,01	0,02	Ouvert
Tuyau p57	84	44	0,0015	0,01	0,01	0,02	Ouvert
Tuyau 1	414,47	55,4	0,0015	0,56	0,23	1,43	Ouvert
Tuyau 2	72,27	55,4	0,0015	0,41	0,17	0,85	Ouvert
Tuyau 3	173,48	55,4	0,0015	0,03	0,01	0,01	Ouvert
Tuyau 4	38,28	55,4	0,0015	0,34	0,14	0,62	Ouvert
Tuyau 5	57,07	55,4	0,0015	0,3	0,12	0,49	Ouvert
Tuyau 6	68,34	44	0,0015	0,23	0,15	0,92	Ouvert
Tuyau 7	45,3	55,4	0,0015	0,18	0,07	0,21	Ouvert
Tuyau 8	91,73	44	0,0015	0,51	0,33	3,65	Ouvert
Tuyau 9	45,78	44	0,0015	0,32	0,21	1,6	Ouvert
Tuyau 10	48,51	44	0,0015	0,2	0,13	0,75	Ouvert
Tuyau 11	84,81	44	0,0015	0,1	0,07	0,18	Ouvert
Tuyau 12	49,82	44	0,0015	0,07	0,04	0,08	Ouvert
Tuyau 13	48,72	44	0,0015	0,71	0,47	6,49	Ouvert
Tuyau 14	45,32	44	0,0015	0,54	0,36	4,05	Ouvert
Tuyau 15	45,76	44	0,0015	0,36	0,24	2,01	Ouvert
Tuyau 16	64,2	44	0,0015	0,78	0,51	7,72	Ouvert
Tuyau 17	45,85	44	0,0015	0,07	0,04	0,08	Ouvert
Tuyau 18	37,36	44	0,0015	0,01	0	0,01	Ouvert
Tuyau 20	38,64	44	0,0015	0,39	0,26	2,32	Ouvert
Tuyau 21	133,26	44	0,0015	0,33	0,22	1,72	Ouvert
Tuyau 22	103,02	44	0,0015	0,29	0,19	1,37	Ouvert
Tuyau 23	45,26	44	0,0015	0,21	0,14	0,82	Ouvert
Tuyau 24	153,25	55,4	0,0015	0,15	0,06	0,13	Ouvert
Tuyau 25	85	44	0,0015	0,01	0,01	0,02	Ouvert
Tuyau 26	52,22	55,4	0,0015	0,09	0,04	0,04	Ouvert
Tuyau 27	52,02	55,4	0,0015	-0,1	0,04	0,05	Ouvert
Tuyau 28	65,11	55,4	0,0015	0,16	0,07	0,15	Ouvert
Tuyau 29	37,71	55,4	0,0015	0,08	0,03	0,04	Ouvert
Tuyau 30	42,93	44	0,0015	0,04	0,03	0,04	Ouvert
Tuyau 31	37,52	55,4	0,0015	0,4	0,16	0,8	Ouvert
Tuyau 32	19,66	55,4	0,0015	0,34	0,14	0,62	Ouvert
Tuyau 33	39,15	55,4	0,0015	0,29	0,12	0,47	Ouvert
Tuyau 34	20,24	55,4	0,0015	0,25	0,11	0,37	Ouvert

	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	P.D.C.U	État
ID Arc	m	mm	mm	LPS	m/s	m/km	
Tuyau 35	18,14	55,4	0,0015	0,22	0,09	0,29	Ouvert
Tuyau 36	38,58	55,4	0,0015	0,18	0,07	0,2	Ouvert
Tuyau 37	17,82	55,4	0,0015	0,14	0,06	0,12	Ouvert
Tuyau 38	68,91	55,4	0,0015	0,45	0,19	1	Ouvert
Tuyau 39	21,65	55,4	0,0015	0,48	0,2	1,11	Ouvert
Tuyau 40	149,39	55,4	0,0015	0,58	0,24	1,53	Ouvert
Tuyau 41	66,43	55,4	0,0015	0,54	0,22	1,34	Ouvert
Tuyau 42	28,74	81,4	0,0015	1,13	0,22	0,79	Ouvert
Tuyau 43	488,72	81,4	0,0015	0,25	0,05	0,06	Ouvert
Tuyau 44	103,86	55,4	0,0015	0,65	0,27	1,85	Ouvert
Tuyau 45	40,37	55,4	0,0015	0,71	0,3	2,2	Ouvert
Tuyau 19	83,1	55,4	0,0015	-0,01	0,01	0,01	Ouvert
Tuyau 46	45,76	55,4	0,0015	0,04	0,02	0,02	Ouvert
Tuyau 47	45,32	55,4	0,0015	0,01	0	0	Ouvert
Tuyau 48	268,3	44	0,0015	0,05	0,03	0,05	Ouvert
Tuyau 49	341,7	55,4	0,0015	0,06	0,02	0,03	Ouvert
Tuyau 51	6914	163,6	0,0015	17,43	0,83	3,62	Ouvert
Pompe 50	**	**	**	17,43	0	-38,5	Marche

Tableau IV.8 : Etat des pressions en cas de pointe avec incendie à l'horizon 2040 :

	Altitude	Demande Base	Demande	Charge	Pression
ID nœud	m	LPS	LPS	m	m.C.E
Bâche 1	848,5	**	-17,51	848,5	0
n2	0	0	0	885,89	885,89
R1	859,96	**	-35,83	860,65	0,69
n5	805,62562	0,5337083	0,9	807,31	1,69
n6	814,70297	0,6790023	1,14	812,29	-2,41
n8	817,8556	0,4565023	0,77	805,98	-11,88
n10	804,65	0,6183054	1,04	804,49	-0,16
n11	735,33	0,3744917	0,63	795,52	60,19
n13	814,7473	0,1707115	0,29	785,77	-28,98
n14	812,32088	0,1320649	0,22	771,07	-41,25
n15	817,05875	0,4202464	0,71	805,27	-11,79
n18	811,0045	0,1185181	0,2	779,71	-31,29
n19	812,75	0,190298	0,32	792,14	-20,61
n20	817,495	0,5832919	0,98	798,36	-19,13
n21	816,49	17,398528	29,23	798,17	-18,32
n24	815,68954	0,1562106	0,26	757,11	-58,58
n25	815,46525	0,0960918	0,16	757,04	-58,43

	Altitude	Demande Base	Demande	Charge	Pression
ID nœud	m	LPS	LPS	m	m.C.E
n26	814	0,1601193	0,27	756,5	-57,5
n27	818,13033	0,1241246	0,21	756,37	-61,76
n28	809,5	0,4770057	0,8	776,81	-32,69
n29	808,1	0,1253384	0,21	776,76	-31,34
n30	750,88	0,0351082	0,06	801,64	50,76
n31	807,98	0,2468765	0,41	801,35	-6,63
n32	809,75	0,1309522	0,22	774,15	-35,6
n33	810,56	0,0620623	0,1	774,15	-36,41
n34	809,51	0,1807321	0,3	774,89	-34,62
n35	811,52	0,1008603	0,17	774,87	-36,65
n36	810,16458	0,1236695	0,21	773,3	-36,87
n37	811,52088	0,0327435	0,06	773,28	-38,24
n38	810,89677	0,0984472	0,17	773,28	-37,62
n39	811,84616	0,0326423	0,05	773,28	-38,57
n40	815,86371	0,1871985	0,31	789,5	-26,36
n41	811,20258	0,1193562	0,2	789,38	-21,82
n42	811,59674	0,142989	0,24	771,35	-40,25
n43	813,37844	0,0608847	0,1	771,35	-42,03
n44	813,30714	0,1278166	0,21	773,82	-39,49
n45	814,73103	0,6201175	1,04	772,72	-42,01
n46	814,53972	0,382879	0,64	779,51	-35,03
n47	810,73356	0,1210902	0,2	779,38	-31,35
n49	816,51169	0,1938454	0,33	779,05	-37,46
n50	813,77725	0,1631322	0,27	760,56	-53,21
n51	816,26958	0,6378186	1,07	760,17	-56,1
n52	814,36524	0,2707984	0,45	758,33	-56,04
n53	816,75447	0,0625825	0,11	758,31	-58,44
n54	811,66714	0,1400918	0,24	758,14	-53,53
n55	814,69283	0,1294594	0,22	757,25	-57,44
n56	816,80376	0,0269924	0,05	757,1	-59,7
n57	814	0,1244714	0,21	756,67	-57,33
n58	814,72876	0,0272019	0,05	756,67	-58,06
n59	817,64839	0,3362998	0,56	795,6	-22,05
n60	816,48191	0,2603872	0,44	795,26	-21,22
n61	817,24758	0,1924004	0,32	792,81	-24,43
n62	814,53152	0,0682035	0,11	792,79	-21,74
n63	812,76726	0,2096536	0,35	781,47	-31,3
n64	811	0,102522	0,17	781,39	-29,61
n65	811,81987	0,2048346	0,34	780,36	-31,46
n66	810	0,0614121	0,1	780,35	-29,65

	Altitude	Demande Base	Demande	Charge	Pression
ID nœud	m	LPS	LPS	m	m.C.E
n67	810,37104	0,2059617	0,35	779,69	-30,68
n68	810	0,0575106	0,1	779,69	-30,31
n69	811,25	0,1503077	0,25	785,03	-26,22
n70	811,5	0,2673232	0,45	784,99	-26,51
n71	811,35	0,0884045	0,15	784,3	-27,05
n72	811,266	0,0229753	0,04	784,3	-26,97
n73	781,671	0,1536964	0,26	782,19	0,52
n74	781,671	0,0768012	0,13	782,19	0,51
n75	811,65	0,1311906	0,22	781,29	-30,36
n76	810	0,0898784	0,15	781,27	-28,73
n77	811,87935	0,1273108	0,21	780,92	-30,96
n78	810	0,0848209	0,14	780,91	-29,09
n79	811,56907	0,1029483	0,17	780,37	-31,2
n80	810	0,0600393	0,1	780,37	-29,63
n81	811,56931	0,0894304	0,15	780,15	-31,42
n82	812	0,0617011	0,1	780,1	-31,9
n83	811,58235	0,1085332	0,18	780	-31,58
n84	810,41688	0,0675533	0,11	780	-30,42
n85	811,34646	0,0837372	0,14	779,78	-31,56
n86	811	0,0429885	0,07	779,78	-31,22
n87	781,456	0,068059	0,11	779,71	-1,75
n88	811,65	0,1223545	0,21	779,6	-32,05
n90	781,671	0,1950881	0,33	779,3	-2,37
n91	781,671	0,0633869	0,11	779,29	-2,38
n92	781,671	0,0569326	0,1	779,29	-2,38
n93	781,671	0,095102	0,16	779,19	-2,48
n94	781,671	0,0640853	0,11	779,17	-2,5
n95	781,671	0,1189516	0,2	779,24	-2,43
n96	781,671	0,0606896	0,1	779,23	-2,44

Tableau IV.9 : Etat des débits et vitesses en cas de pointe avec incendie à l'horizon 2040 :

	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	P.D.C.U	État
ID Arc	m	mm	mm	LPS	m/s	m/km	
Tuyau p2	2849,3	180,8	0,0015	53,34	2,08	16,97	Ouvert
Tuyau p3	412	81,4	0,0015	-5,27	1,01	12,08	Ouvert
Tuyau p4	308	113	0,0015	-26,47	2,64	45,85	Ouvert
Tuyau p5	219,8	113	0,0015	20,46	2,04	28,72	Ouvert
Tuyau p6	326,7	81,4	0,0015	4,38	0,84	8,66	Ouvert
Tuyau p15	114	55,4	0,0015	4,37	1,81	54,57	Ouvert

	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	P.D.C.U	État
ID Arc	m	mm	mm	LPS	m/s	m/km	
Tuyau p16	243,6	113	0,0015	2,76	0,28	0,8	Ouvert
Tuyau p17	383,3	81,4	0,0015	-11,86	1,53	19,86	Ouvert
Tuyau p19	133	44	0,0015	0,16	0,11	0,51	Ouvert
Tuyau p20	171,8	44	0,0015	0,21	0,14	0,78	Ouvert
Tuyau p23	85,9	55,4	0,0015	0,1	0,04	0,05	Ouvert
Tuyau p24	139,6	55,4	0,0015	0,17	0,07	0,18	Ouvert
Tuyau p26	45,18	55,4	0,0015	0,05	0,02	0,02	Ouvert
Tuyau p27	165,2	44	0,0015	0,2	0,13	0,73	Ouvert
Tuyau p28	84,27	55,4	0,0015	0,1	0,04	0,05	Ouvert
Tuyau p29	85,83	44	0,0015	1,04	0,69	12,81	Ouvert
Tuyau p30	167,6	44	0,0015	0,2	0,13	0,75	Ouvert
Tuyau p32	88,28	55,4	0,0015	1,07	0,44	4,49	Ouvert
Tuyau p33	86,62	44	0,0015	0,11	0,07	0,18	Ouvert
Tuyau p34	193,9	44	0,0015	0,24	0,15	0,97	Ouvert
Tuyau p36	37,65	44	0,0015	0,05	0,03	0,05	Ouvert
Tuyau p37	360,4	55,4	0,0015	0,44	0,18	0,94	Ouvert
Tuyau p38	94,4	44	0,0015	0,11	0,08	0,24	Ouvert
Tuyau p39	141,9	44	0,0015	0,17	0,11	0,57	Ouvert
Tuyau p41	79,6	55,4	0,0015	0,1	0,04	0,04	Ouvert
Tuyau p42	37	55,4	0,0015	0,45	0,19	0,99	Ouvert
Tuyau p43	31,8	55,4	0,0015	0,04	0,02	0,02	Ouvert
Tuyau p44	106,3	55,4	0,0015	0,13	0,05	0,08	Ouvert
Tuyau p45	124,4	55,4	0,0015	0,15	0,06	0,14	Ouvert
Tuyau p46	117,4	55,4	0,0015	0,14	0,06	0,11	Ouvert
Tuyau p48	85,4	44	0,0015	0,1	0,1	0,56	Ouvert
Tuyau p49	93,5	55,4	0,0015	0,11	0,05	0,06	Ouvert
Tuyau p50	59,5	55,4	0,0015	0,07	0,03	0,03	Ouvert
Tuyau p51	94,2	55,4	0,0015	0,11	0,05	0,06	Ouvert
Tuyau p53	88,4	55,4	0,0015	0,11	0,04	0,05	Ouvert
Tuyau p54	78,8	55,4	0,0015	0,1	0,04	0,04	Ouvert
Tuyau p56	88,7	44	0,0015	0,11	0,07	0,2	Ouvert
Tuyau p57	84	44	0,0015	0,1	0,07	0,17	Ouvert
Tuyau 1	414,47	55,4	0,0015	3,93	1,63	45,15	Ouvert
Tuyau 2	72,27	55,4	0,0015	2,92	1,21	26,48	Ouvert
Tuyau 3	173,48	55,4	0,0015	0,21	0,09	0,27	Ouvert
Tuyau 4	38,28	55,4	0,0015	2,44	1,01	19,31	Ouvert
Tuyau 5	57,07	55,4	0,0015	2,12	0,88	14,99	Ouvert
Tuyau 6	68,34	44	0,0015	1,64	1,08	28,49	Ouvert
Tuyau 7	45,3	55,4	0,0015	1,29	0,54	6,26	Ouvert
Tuyau 8	91,73	44	0,0015	3,56	2,34	114,5	Ouvert
Tuyau 9	45,78	44	0,0015	2,21	1,46	48,87	Ouvert

	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	P.D.C.U	État
ID Arc	m	mm	mm	LPS	m/s	m/km	
Tuyau 10	48,51	44	0,0015	1,42	0,93	22,13	Ouvert
Tuyau 11	84,81	44	0,0015	0,73	0,48	6,89	Ouvert
Tuyau 12	49,82	44	0,0015	0,48	0,31	3,27	Ouvert
Tuyau 13	48,72	44	0,0015	4,92	3,23	205,12	Ouvert
Tuyau 14	45,32	44	0,0015	3,75	2,46	125,44	Ouvert
Tuyau 15	45,76	44	0,0015	2,49	1,64	60,21	Ouvert
Tuyau 16	64,2	44	0,0015	5,43	3,57	245,67	Ouvert
Tuyau 17	45,85	44	0,0015	0,47	0,31	3,17	Ouvert
Tuyau 18	37,36	44	0,0015	0,05	0,03	0,05	Ouvert
Tuyau 20	38,64	44	0,0015	2,75	1,81	72,08	Ouvert
Tuyau 21	133,26	44	0,0015	2,31	1,52	52,85	Ouvert
Tuyau 22	103,02	44	0,0015	2,03	1,33	41,73	Ouvert
Tuyau 23	45,26	44	0,0015	1,5	0,99	24,49	Ouvert
Tuyau 24	153,25	55,4	0,0015	1,06	0,44	4,37	Ouvert
Tuyau 25	85	44	0,0015	0,1	0,07	0,17	Ouvert
Tuyau 26	52,22	55,4	0,0015	0,61	0,25	1,69	Ouvert
Tuyau 27	52,02	55,4	0,0015	-0,69	0,29	2,09	Ouvert
Tuyau 28	65,11	55,4	0,0015	1,1	0,46	4,7	Ouvert
Tuyau 29	37,71	55,4	0,0015	0,57	0,24	1,49	Ouvert
Tuyau 30	42,93	44	0,0015	0,27	0,18	1,2	Ouvert
Tuyau 31	37,52	55,4	0,0015	2,77	1,15	24,16	Ouvert
Tuyau 32	19,66	55,4	0,0015	2,4	1	18,69	Ouvert
Tuyau 33	39,15	55,4	0,0015	2,04	0,85	14,04	Ouvert
Tuyau 34	20,24	55,4	0,0015	1,77	0,73	10,87	Ouvert
Tuyau 35	18,14	55,4	0,0015	1,51	0,63	8,27	Ouvert
Tuyau 36	38,58	55,4	0,0015	1,22	0,51	5,63	Ouvert
Tuyau 37	17,82	55,4	0,0015	1,01	0,42	4,02	Ouvert
Tuyau 38	68,91	55,4	0,0015	3,16	1,31	30,52	Ouvert
Tuyau 39	21,65	55,4	0,0015	3,34	1,39	33,83	Ouvert
Tuyau 40	149,39	55,4	0,0015	4,05	1,68	47,6	Ouvert
Tuyau 41	66,43	55,4	0,0015	3,75	1,56	41,62	Ouvert
Tuyau 42	28,74	81,4	0,0015	7,83	1,5	24,56	Ouvert
Tuyau 43	488,72	81,4	0,0015	1,69	0,33	1,61	Ouvert
Tuyau 44	103,86	55,4	0,0015	4,56	1,89	58,96	Ouvert
Tuyau 45	40,37	55,4	0,0015	5,03	2,09	70,45	Ouvert
Tuyau 19	83,1	55,4	0,0015	-0,1	0,04	0,05	Ouvert
Tuyau 46	45,76	55,4	0,0015	0,28	0,11	0,43	Ouvert
Tuyau 47	45,32	55,4	0,0015	0,06	0,02	0,02	Ouvert
Tuyau 48	268,3	44	0,0015	0,33	0,21	1,69	Ouvert
Tuyau 49	341,7	55,4	0,0015	0,41	0,17	0,86	Ouvert
Tuyau 51	6914	163,6	0,0015	17,51	0,83	3,65	Ouvert

Pompe 50	**	**	**	17,51	0	-37,39	Marche
----------	----	----	----	-------	---	--------	--------

IV.2.2 : Interprétation des résultats de la simulation avec incendie à l'horizon 2040

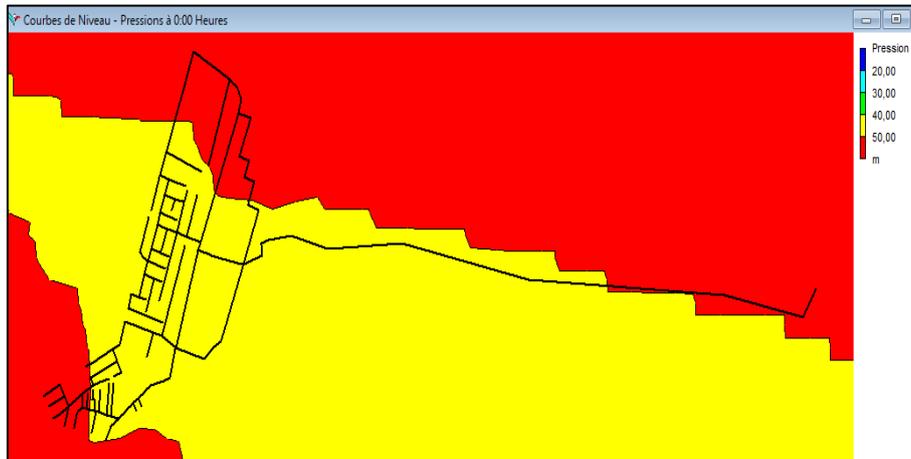


Figure IV.7 : Etat des pressions en période creuse avec incendie à l'horizon 2040.

Pour la simulation du comportement du réseau en période creuse avec incendie nous aboutissons à des pressions acceptables, à l'exception de 16 nœuds reparties dans les zones d'extrémités pour lesquels les pressions excessives avec un maximum de 12,286 bars.

Durant cette période les vitesses sont très faibles par rapport aux vitesses conseillées situées dans la fourchette comprise entre 0,5 et 1,5 m/s.

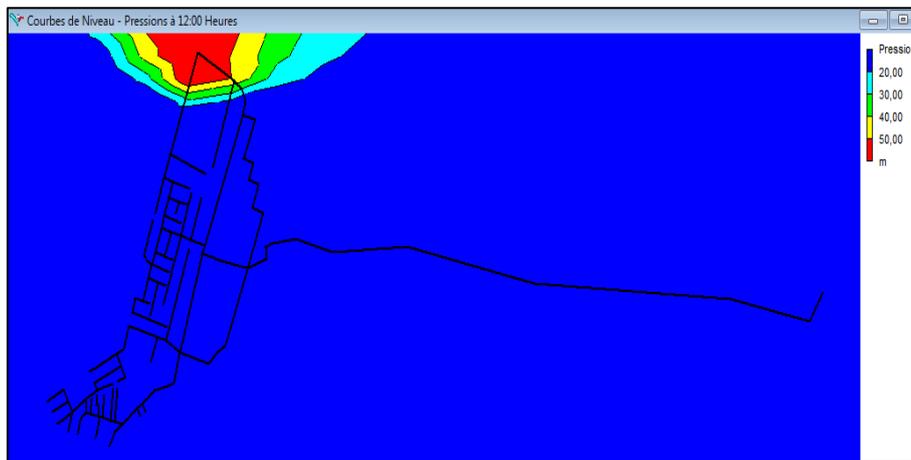


Figure IV.8 : Etat des pressions en cas de pointe avec incendie à l'horizon 2040.

Dans le cas de la pointe avec l'incendie nous observons des pressions négatives dans presque tout le réseau, avec des vitesses admissibles dans la plupart des tronçons du réseau.

Le réseau ne peut donc supporter la pointe et l'incendie à la fois, mais il supporte mieux la période creuse avec l'incendie à la fois.

Par contre lorsqu'à nous augmentant la charge du réservoir (de 859,960 à 900) nous constatons à travers les figures IV.8 et IV.9, que le réseau supporte mieux la pointe et à l'incendie à la fois, mais il présente des pressions importantes dans la période creuse.

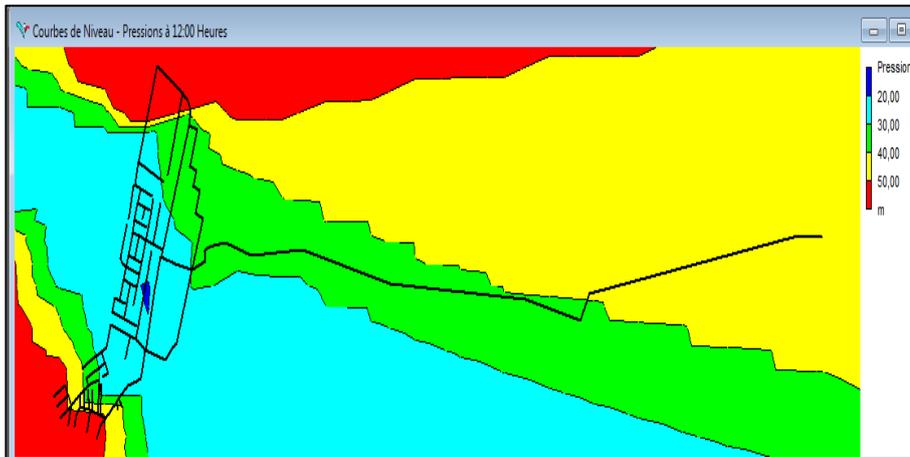


Figure IV.9 Etat des pressions en cas de pointe avec incendie, à une charge de réservoir de 900 m.

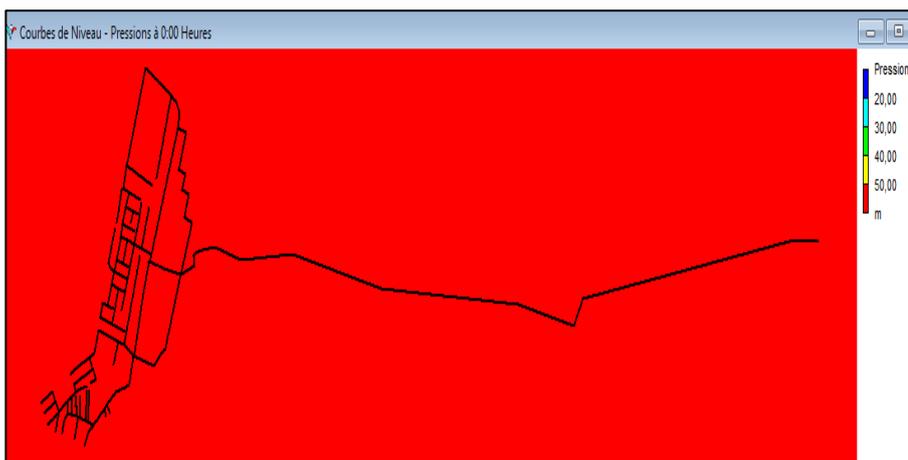


Figure IV.10 Etat des pressions en période creuse avec incendie, à une charge de réservoir de 900 m.

Conclusion

Nous avons réalisé un diagnostic du fonctionnement du réseau de distribution, à l'appui des résultats de la simulation en cas de période creuse, en cas de pointe sans et avec incendie. A travers ses résultats nous avons peut constater des anomalies dans le fonctionnement du réseau.

Nous pouvons donc considérer que le redimensionnement proposé est correct aussi bien vis-à-vis des pressions que de la vitesse d'écoulement.

Conclusion générale

Conclusion générale

Dans le cadre de cette étude, nous avons présenté l'estimation des besoins en eau actuel et future de la commune, le diagnostic du réseau de distribution jusqu'à la proposition de la réadaptation du réseau.

Ce travail nous a permis en premier lieu d'avoir un aperçu sur l'état actuel du réseau d'AEP du chef-lieu en vérifiant sa performance par la méthode des indicateurs qui nous a permis de faire un diagnostic rapide sur le réseau. Les résultats obtenus ont révélé que le réseau actuel est défaillant avec un dysfonctionnement au niveau des pressions, pouvant ainsi conclure que le réseau nécessite une réadaptation.

En se basant sur les résultats des simulations faites, nous avons également effectué une réadaptation du réseau avec la partie projetée pour l'horizon 2040 dans laquelle nous avons redimensionné les diamètres des conduites. Cette reconfiguration des diamètres a été réalisée pour équilibrer deux paramètres importants, la vitesse et la pression, pour que celui-ci réponde aux exigences de l'commune dans l'horizon future.

Recommandation :

A travers les résultats des calculs obtenus pour le bilan production-consommation nous avons constaté une inadéquation vue que la production est insuffisante pour satisfaire les besoins de consommation de la commune, avec un déficit pouvant atteindre les 341625,4 m³/an en 2040. Il faudrait prévoir un apport supplémentaire pour combler le déficit prévisionnel, par la projection d'un deuxième forage, ou dans le cas échéant, prospecter d'autres types de ressources.

Nous recommandons aussi le renforcement de la capacité de stockage existant car il s'est t'avéré insuffisante, en projetons un réservoir d'une capacité de 1400 m³ pour l'année 2040.

Pour terminer nous recommandons la vérification de la charge hydraulique du réservoir, car après avoir redimensionné les conduites du réseau de distribution du chef lieu nous avons constaté que la charge hydraulique est insuffisante au point où les pressions deviennent inadmissibles en particulier dans le cas de pointe avec incendie.

Perspectives :

Dans le but de compléter cette étude nous suggérons d'intégrer dans le prochain mémoire les réseaux de distribution des deux agglomérations secondaires AS1 et AS2.

Bibliographie

Bibliographie

Bibliographie

[1] BOUIZEM Ikram, BOUDAUD Siham « Etude de la réhabilitation du réseau d'AEP de Remchi » mémoire de fin d'étude, année 2019.

[2] BEDJAOUI Abdel Karim, GHERBI Mohamed « Optimisation de fonctionnement du réseau d'alimentation en eau potable de la ville nouvelle Bouinan » mémoire de fin d'étude 2021 ;

[3] Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique ;

[4] CHAHRAZEDE Maddi « Etude diagnostic et proposition d'un schéma directeur de restructuration du réseau de distribution la ville de Hai Ben Tamou (W. Blida) » mémoire de fin d'étude, année 2020.

[5] Etude d'actualisation du plan national d'eau PN, mission 2 volume 4 Aout 2010.

[6] FAFOU Safa Nour-chemss « Diagnostic et réadaptation d'étude de réseau d'alimentation en eau potable de la nouvelle ville de Bouinan » mémoire de fin d'étude, année 2019.

[7] manuel Epanet 2.0 version française.

[8] Plan d'occupation de sol.

[9] RAHEM Sabrina, SADOUNI Hadjer « Diagnostic par sectorisation et recalibrage du réseau d'eau potable de Hai Ben Achour (W. Blida) » mémoire de fin d'étude, année 2018.

[10] Rapport « Etude du Diagnostic et de Réhabilitation du Réseau d'AEP du Centre de Ouled Khlouf » Sarl SOTHYR, Mars 2007.

Webographie

[11] Site Web : https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Ouled_Khalouf

[12] Site Web : https://www.elwatan.com/archives/actu-regions/ouled_khelouf-mila-09-07-2005

[13] Site Web: <https://www.elwatan.com/edition/actualite/pr-abdelkrim-chelghoum-directeur-de-recherche-a-lusthb-la-classification-sismique-de-mila-na-aucune-justification-scientifique-06-09-2020>;

[14] Site Web: <https://fr.weatherspark.com/y/53044/Météo-moyenne-à-Mila-Algérie-tout-au-long-de-l'année>;

Bibliographie

[15] Site Web: <https://www.geo-media.com/solutions/logiciel-covadis/dessin-assiste>

[16] Cours d'AEP, Mr OULARBI

Annexe 01

Tableau N° 1 : Calcul des débits en route et nodaux à l'horizon 2040.

Nœuds	Tronçons	L (m)	Q _{sp}	Q _r	0,5*Q _r	Σ0,5*Q _r	Q _n							
		(m)	(l/s/m)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)							
n6	R1-n6	0	0,001444 99	0	0	0,67900234	0,67900234							
	n6-n5	412		0,59533723	0,29766861									
	n6-n8	219,8		0,31760952	0,15880476									
	n6-n21	308		0,44505793	0,22252896									
n5	n5-n10	326,7	0,001444 99	0,4720793	0,23603965	0,53370827	0,53370827							
	n5-n6	412		0,59533723	0,29766861									
n8	n8-n6	219,8		0,31760952	0,15880476	0,45650228	0,45650228							
	n8-n15	28,74		0,04152911	0,02076455									
	n8-n20	383,3		0,55386592	0,27693296									
n10	n10-n5	326,7		0,001444 99	0,4720793	0,23603965	0,6183054	0,6183054						
	n10-n15	488,72			0,70619711	0,35309856								
	n10-n30	40,37			0,05833438	0,02916719								
n11	n11-n28	414,47			0,001444 99	0,59890636	0,29945318	0,37449168	0,37449168					
	n11-n30	103,86				0,150077	0,0750385							
n13	n13-n61	133,26				0,001444 99	0,1925598	0,0962799	0,17071151	0,17071151				
	n13-n63	103,02					0,14886321	0,0744316						
n14	n14-n42	45,3					0,001444 99	0,0654582	0,0327291	0,13206501	0,13206501			
	n14-n44	45,76						0,06612289	0,03306145					
	n14-n50	91,73						0,13254893	0,06627447					
n15	n15-n8	28,74						0,001444 99	0,04152901	0,02076451	0,42024644	0,42024644		
	n15-n10	488,72							0,70619551	0,35309776				
	n15-n40	64,2							0,09276836	0,04638418				
n18	n18-n85	17,82							0,001444 99	0,02574972	0,01287486	0,11851808	0,11851808	
	n18-n87	94,2								0,13611806	0,06805903			
	n18-n88	52,02	0,07516838							0,03758419				
n19	n19-n20	114	0,001444 99							0,16472886	0,08236443	0,19029796	0,19029796	
	n19-n69	149,39								0,21586706	0,10793353			
n20	n20-n8	383,3								0,001444 99	0,55386467	0,27693233	0,58329189	0,58329189
	n20-n19	114									0,16472886	0,08236443		
	n20-n21	243,6		0,35199956							0,17599978			
	n20-n59	66,43		0,09599069							0,04799534			
n21	n21-n6	308		0,001444 99							0,44505692	0,22252846	0,39852824	0,39852824
	n21-n20	243,6			0,35199956						0,17599978			
	n24-n25	133			0,001444 99						0,19218367	0,09609184	0,15621064	0,15621064

n24	n24-n55	45,85	0,001444 99	0,06625279	0,0331264		
	n24-n56	37,36		0,05398483	0,02699241		
25	n25-n24	133		0,19218367	0,09609184	0,09609184	0,09609184
n26	n26-n27	171,8		0,24824928	0,12412464	0,16011934	0,16011934
	n26-n57	49,82		0,0719894	0,0359947		
n27	n27-n26	171,8		0,24824928	0,12412464	0,12412464	0,12412464
n28	n28-n11	414,47		0,59890501	0,2994525		
	n28-n29	173,48		0,25067687	0,12533843	0,47700565	0,47700565
	n28-n34	72,27		0,10442943	0,05221471		
n29	n29-n28	173,48		0,25067687	0,12533843		
n30	n30-n10	40,37		0,05833425	0,02916712	0,351082	0,351082
	n30-n11	103,86		0,15007666	0,07503833		
	n30-n31	341,7		0,49375308	0,24687654		
n31	n31-n30	341,7		0,49375308	0,24687654	0,24687654	0,24687654
n32	n32-n33	85,9		0,12412464	0,06206232	0,13095222	0,13095222
	n32-n34	38,28		0,05531422	0,02765711		
	n32-n36	57,07		0,08246558	0,04123279		
n33	n33-n32	85,9		0,12412464	0,06206232	0,06206232	0,06206232
n34	n34-n28	72,27		0,10442943	0,05221471	0,18073212	0,18073212
	n34-n32	38,28		0,05531422	0,02765711		
	n34-n35	139,6		0,2017206	0,1008603		
n35	n35-n34	139,6		0,2017206	0,1008603	0,1008603	0,1008603
n36	n36-n32	57,07		0,08246558	0,04123279	0,12366947	0,12366947
	n36-n38	45,76		0,06612274	0,03306137		
	n36-n42	68,34		0,09875062	0,04937531		
n37	n37-n38	45,32		0,06548695	0,03274347	0,03274347	0,03274347
n38	n38-n36	45,76		0,06612274	0,03306137	0,09844717	0,09844717
	n38-n37	45,32		0,06548695	0,03274347		
	n38-n39	45,18		0,06528465	0,03264232		
n39	n39-n338	45,18		0,06528465	0,03264232	0,03264232	0,03264232
n40	n40-n15	64,2		0,06528465	0,03264232	0,18719845	0,18719845
	n40-n41	165,2		0,23871235	0,11935617		
	n40-n46	48,72		0,07039991	0,03519996		
n41	n41-n40	165,2		0,23871235	0,11935617	0,11935617	0,11935617
n42	n42-n14	45,3		0,06545805	0,03272902	0,14298899	0,14298899
	n42-36	68,34		0,09875062	0,04937531		
	n42-n43	84,27		0,12176931	0,06088465		
n43	n43-n42	84,27		0,12176931	0,06088465	0,06088465	0,06088465

n44	n44-n14	45,76	0,001444 99	0,06612274	0,03306137	0,12781659	0,12781659
	n44-n45	85,83		0,12402349	0,06201175		
	n44-n48	45,32		0,06548695	0,03274347		
n45	n45-n44	85,83		0,12402349	0,06201175	0,06201175	0,06201175
n46	n46-n40	48,72		0,07039991	0,03519996	0,382879	0,382879
	n46-n44	45,32		0,06548695	0,03274347		
	n46-n47	167,6		0,24218032	0,12109016		
	n46-n49	268,3		0,38769082	0,19384541		
n47	n46-n47	167,6		0,24218032	0,12109016	0,12109016	0,12109016
n49	n49-n46	268,3		0,38769082	0,19384541	0,19384541	0,19384541
n50	n50-n14	91,73		0,13254893	0,06627447	0,16313215	0,16313215
	n50-n51	88,28		0,12756372	0,06378186		
	n50-n52	45,78		0,06615164	0,03307582		
n51	n51-n50	88,28		0,12756372	0,06378186	0,06378186	0,06378186
n52	n52-n50	45,78		0,06615164	0,03307582	0,27079835	0,27079835
	n52-n53	86,62		0,12516503	0,06258252		
	n52-n54	193,9		0,28018356	0,14009178		
	n52-n55	48,51		0,07009646	0,03504823		
n53	n53-n52	86,62		0,12516503	0,06258252	0,06258252	0,06258252
n54	n54-n52	193,9		0,28018356	0,14009178	0,14009178	0,14009178
n55	n55-n24	45,85		0,06625279	0,0331264	0,12944943	0,12944943
	n55-n52	48,51		0,07009646	0,03504823		
	n55-n57	84,81		0,1225496	0,0612748		
n56	n56-n24	37,36		0,05398483	0,02699241	0,02699241	0,02699241
n57	n57-n26	49,82		0,0719894	0,0359947	0,12447144	0,12447144
	n57-n55	84,81		0,1225496	0,0612748		
	n57-n58	37,65		0,05440387	0,02720194		
n58	n58-n57	37,65		0,05440387	0,02720194	0,02720194	0,02720194
n59	n59-n20	66,43		0,09599069	0,04799534	0,33629975	0,33629975
	n59-n60	360,4		0,5207744	0,2603872		
	n59-n61	38,64	0,05583441	0,02791721			
n60	n60-n59	360,4	0,5207744	0,2603872	0,2603872	0,2603872	
n61	n61-n13	133,26	0,19255937	0,09627968	0,19240042	0,19240042	
	n61-n59	38,64	0,05583441	0,02791721			
	n61-n62	94,4	0,13640706	0,06820353			
n62	n62-n61	94,4	0,13640706	0,06820353	0,06820353	0,06820353	
n63	n63-n13	103,02	0,14886287	0,07443143	0,2096536	0,2096536	
	n63-n64	141,9	0,20504408	0,10252204			

	n63-n65	45,26	0,001444 99	0,06540025	0,03270012		
n64	n64-n63	141,9		0,20504408	0,10252204	0,10252204	0,10252204
n65	n65-n63	45,26		0,06540025	0,03270012	0,20483456	0,20483456
	n65-n66	85		0,12282415	0,06141208		
	n65-n67	153,25		0,22144472	0,11072236		
n66	n66-n65	85		0,12282415	0,06141208	0,06141208	0,06141208
n67	n67-n65	153,25		0,22144472	0,11072236	0,20596165	0,20596165
	n67-n68	79,6		0,1150212	0,0575106		
	n67-n88	52,22		0,07545738	0,03772869		
n68	n68-n67	79,6		0,1150212	0,0575106	0,0575106	0,0575106
n69	n69-n19	149,39		0,21586706	0,10793353	0,15030786	0,15030786
	n69-n70	37		0,05346463	0,02673232		
	n69-n71	21,65		0,03128403	0,01564202		
70	n69-n70	37		0,05346463	0,02673232	0,02673232	0,02673232
n71	n71-n69	21,65		0,03128403	0,01564202	0,08840449	0,08840449
	n71-n72	31,8		0,04595068	0,02297534		
	n71-n73	68,91		0,09957426	0,04978713		
n72	n72-n71	31,8		0,04595068	0,02297534	0,02297534	0,02297534
n73	n73-n71	68,91		0,09957426	0,04978713	0,15369636	0,15369636
	n73-n74	106,3		0,15360244	0,07680122		
	n73-n75	37,52		0,05421602	0,02710801		
n74	n74-n73	106,3		0,15360244	0,07680122	0,07680122	0,07680122
n75	n75-n73	37,52		0,05421602	0,02710801	0,13119064	0,13119064
	n75-n76	124,4		0,17975676	0,08987838		
	n75-n77	19,66		0,0284085	0,01420425		
n76	n76-n75	124,4		0,17975676	0,08987838	0,08987838	0,08987838
n77	n77-n75	19,66		0,0284085	0,01420425	0,12731084	0,12731084
	n77-n78	117,4		0,16964183	0,08482091		
	n77-n79	39,15		0,05657136	0,02828568		
n78	n78-n77	117,4		0,16964183	0,08482091	0,08482091	0,08482091
n79	n79-n77	39,15				0,10294831	0,10294831
	n79-n80	83,1		0,12007867	0,06003933		
	n79-n81	20,24		0,0292466	0,0146233		
n80	n80-n79	83,1		0,12007867	0,06003933	0,06003933	0,06003933
n81	n81-n79	20,24		0,0292466	0,0146233	0,08943043	0,08943043
	n81-82	85,4		0,12340215	0,06170107		
	n81-n83	18,14	0,02621212	0,01310606			
n82	n82-n81	85,4	0,12340215	0,06170107	0,06170107	0,06170107	

n83	n83-81	18,14	0,001444 99	0,02621212	0,01310606	0,1085332	0,1085332
	n83-n84	93,5		0,13510657	0,06755328		
	n83-n85	38,58		0,05574771	0,02787386		
n84	n84-n83	93,5		0,13510657	0,06755328	0,06755328	0,06755328
n85	n85-n18	17,82		0,02574972	0,01287486	0,08373717	0,08373717
	n85-n83	38,58		0,05574771	0,02787386		
	n85-n86	59,5		0,08597691	0,04298845		
n86	n86-n85	59,5		0,08597691	0,04298845	0,04298845	0,04298845
n87	n87-n18	94,2		0,13611806	0,06805903	0,06805903	0,06805903
n88	n88-n18	52,02		0,07516838	0,03758419	0,12235453	0,12235453
	n88-n67	52,22		0,07545738	0,03772869		
	n88-n90	65,11		0,0940833	0,04704165		
n90	n90-n88	65,11		0,0940833	0,04704165	0,1950881	0,1950881
	n90-n91	88,4		0,12773712	0,06386856		
	n90-92	78,8		0,11386521	0,05693261		
	n90-n95	37,71		0,05449057	0,02724529		
n91	n91-n90	88,4		0,12773712	0,06386856	0,06386856	0,06386856
n92	n92-n90	78,8		0,11386521	0,05693261	0,05693261	0,05693261
n93	n93-n94	88,7		0,12817061	0,06408531	0,09510202	0,09510202
	n93-n95	42,93		0,06203342	0,03101671		
n94	n94-93	88,7		0,12817061	0,06408531	0,06408531	0,06408531
n95	n95-n90	37,71	0,05449057	0,02724529	0,11895158	0,11895158	
	n95-n93	42,93	0,06203342	0,03101671			
	n95-n96	84	0,12137916	0,06068958			
96	n95-n96	84	0,12137916	0,06068958	0,06068958	0,06068958	
Total		9486,78					

Tableau N°2 Calcul des débits en route et nodaux avec incendie pour l'horizon 2040.

Nœuds	Tronçons	L (m)	Q _{sp}	Q _r	0,5*Q _r	∑0,5*Q _r	Q _n
		(m)	(l/s/m)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
n6	R1-n6	0	0,00144499	0	0	0,67900234	0,67900234
	n6-n5	412		0,59533723	0,29766861		
	n6-n8	219,8		0,31760952	0,15880476		
	n6-n21	308		0,44505793	0,22252896		
n5	n5-n10	326,7	0,00144499	0,4720793	0,23603965	0,53370827	0,53370827
	n5-n6	412		0,59533723	0,29766861		
n8	n8-n6	219,8	0,00144499	0,31760952	0,15880476	0,45650228	0,45650228
	n8-n15	28,74		0,04152911	0,02076455		
n10	n8-n20	383,3	0,00144499	0,55386592	0,27693296	0,6183054	0,6183054
	n10-n5	326,7		0,4720793	0,23603965		
n10	n10-n15	488,7 2	0,00144499	0,70619711	0,35309856	0,37449168	17,37449168
	n10-n30	40,37		0,05833438	0,02916719		
	n11-n28	414,4 7		0,59890636	0,29945318		
n11	n11-n30	103,8 6	0,00144499	0,150077	0,0750385	0,17071151	0,17071151
	n13-n61	133,2 6		0,1925598	0,0962799		
n13	n13-n63	103,0 2	0,00144499	0,14886321	0,0744316	0,13206501	0,13206501
	n14-n42	45,3		0,0654582	0,0327291		
n14	n14-n44	45,76	0,00144499	0,06612289	0,03306145	0,42024644	0,42024644
	n14-n50	91,73		0,13254893	0,06627447		
	n15-n8	28,74		0,04152901	0,02076451		
n15	n15-n10	488,7 2	0,00144499	0,70619551	0,35309776	0,09276836	0,04638418
	n15-n40	64,2		0,09276836	0,04638418		
	n18-n85	17,82		0,02574972	0,01287486		
n18	n18-n87	94,2	0,00144499	0,13611806	0,06805903	0,11851808	0,11851808
	n18-n88	52,02		0,07516838	0,03758419		
	n19-n20	114		0,16472886	0,08236443		
n19	n19-n69	149,3 9	0,00144499	0,21586706	0,10793353	0,19029796	0,19029796
	n20-n8	383,3		0,55386467	0,27693233		
n20	n20-n19	114	0,00144499	0,16472886	0,08236443	0,58329189	0,58329189
	n20-n21	243,6		0,35199956	0,17599978		

	n20-n59	66,43		0,09599069	0,04799534		
n21	n21-n6	308		0,44505692	0,22252846	0,39852824	17,39852824
	n21-n20	243,6		0,35199956	0,17599978		
n24	n24-n25	133		0,19218367	0,09609184	0,15621064	0,15621064
	n24-n55	45,85		0,06625279	0,0331264		
	n24-n56	37,36		0,05398483	0,02699241		
25	n25-n24	133		0,19218367	0,09609184	0,09609184	0,09609184
n26	n26-n27	171,8		0,24824928	0,12412464	0,16011934	0,16011934
	n26-n57	49,82		0,0719894	0,0359947		
n27	n27-n26	171,8		0,24824928	0,12412464	0,12412464	0,12412464
	n28-n11	414,4 7		0,59890501	0,2994525		
n28	n28-n29	173,4 8	0,00144499	0,25067687	0,12533843	0,47700565	0,47700565
	n28-n34	72,27		0,10442943	0,05221471		
n29	n29-n28	173,4 8		0,25067687	0,12533843	0,12533843	0,12533843
n30	n30-n10	40,37		0,05833425	0,02916712	0,351082	0,351082
	n30-n11	103,8 6		0,15007666	0,07503833		
	n30-n31	341,7		0,49375308	0,24687654		
n31	n31-n30	341,7		0,49375308	0,24687654	0,24687654	0,24687654
n32	n32-n33	85,9		0,12412464	0,06206232	0,13095222	0,13095222
	n32-n34	38,28		0,05531422	0,02765711		
	n32-n36	57,07		0,08246558	0,04123279		
n33	n33-n32	85,9		0,12412464	0,06206232	0,06206232	0,06206232
n34	n34-n28	72,27		0,10442943	0,05221471	0,18073212	0,18073212
	n34-n32	38,28		0,05531422	0,02765711		
	n34-n35	139,6		0,2017206	0,1008603		
n35	n35-n34	139,6		0,2017206	0,1008603	0,1008603	0,1008603
n36	n36-n32	57,07		0,08246558	0,04123279	0,12366947	0,12366947
	n36-n38	45,76		0,06612274	0,03306137		
	n36-n42	68,34		0,09875062	0,04937531		
n37	n37-n38	45,32		0,06548695	0,03274347	0,03274347	0,03274347
n38	n38-n36	45,76		0,06612274	0,03306137	0,09844717	0,09844717
	n38-n37	45,32		0,06548695	0,03274347		
	n38-n39	45,18	0,00144499	0,06528465	0,03264232		
n39	n39- n338	45,18		0,06528465	0,03264232	0,03264232	0,03264232
n40	n40-n15	64,2		0,06528465	0,03264232	0,18719845	0,18719845
	n40-n41	165,2		0,23871235	0,11935617		

	n40-n46	48,72
n41	n41-n40	165,2
n42	n42-n14	45,3
	n42-36	68,34
	n42-n43	84,27
n43	n43-n42	84,27
n44	n44-n14	45,76
	n44-n45	85,83
	n44-n48	45,32
n45	n45-n44	85,83
n46	n46-n40	48,72
	n46-n44	45,32
	n46-n47	167,6
	n46-n49	268,3
n47	n46-n47	167,6
n49	n49-n46	268,3
n50	n50-n14	91,73
	n50-n51	88,28
	n50-n52	45,78
n51	n51-n50	88,28
n52	n52-n50	45,78
	n52-n53	86,62
	n52-n54	193,9
	n52-n55	48,51
n53	n53-n52	86,62
n54	n54-n52	193,9
n55	n55-n24	45,85
	n55-n52	48,51
	n55-n57	84,81
n56	n56-n24	37,36
n57	n57-n26	49,82
	n57-n55	84,81
	n57-n58	37,65
n58	n58-n57	37,65
n59	n59-n20	66,43
	n59-n60	360,4
	n59-n61	38,64
n60	n60-n59	360,4
	n61-n13	133,2 6

0,00144499

0,00144499

0,07039991	0,03519996		
0,23871235	0,11935617	0,11935617	0,11935617
0,06545805	0,03272902	0,14298899	0,14298899
0,09875062	0,04937531		
0,12176931	0,06088465		
0,12176931	0,06088465	0,06088465	0,06088465
0,06612274	0,03306137	0,12781659	0,12781659
0,12402349	0,06201175		
0,06548695	0,03274347		
0,12402349	0,06201175	0,06201175	0,06201175
0,07039991	0,03519996	0,382879	0,382879
0,06548695	0,03274347		
0,24218032	0,12109016		
0,38769082	0,19384541		
0,24218032	0,12109016	0,12109016	0,12109016
0,38769082	0,19384541	0,19384541	0,19384541
0,13254893	0,06627447	0,16313215	0,16313215
0,12756372	0,06378186		
0,06615164	0,03307582		
0,12756372	0,06378186	0,06378186	0,06378186
0,06615164	0,03307582	0,27079835	0,27079835
0,12516503	0,06258252		
0,28018356	0,14009178		
0,07009646	0,03504823		
0,12516503	0,06258252	0,06258252	0,06258252
0,28018356	0,14009178	0,14009178	0,14009178
0,06625279	0,0331264	0,12944943	0,12944943
0,07009646	0,03504823		
0,1225496	0,0612748		
0,05398483	0,02699241	0,02699241	0,02699241
0,0719894	0,0359947	0,12447144	0,12447144
0,1225496	0,0612748		
0,05440387	0,02720194		
0,05440387	0,02720194	0,02720194	0,02720194
0,09599069	0,04799534	0,33629975	0,33629975
0,5207744	0,2603872		
0,05583441	0,02791721		
0,5207744	0,2603872	0,2603872	0,2603872
0,19255937	0,09627968	0,19240042	0,19240042

n61	n61-n59	38,64
	n61-n62	94,4
n62	n62-n61	94,4
n63	n63-n13	103,0 2
	n63-n64	141,9
	n63-n65	45,26
n64	n64-n63	141,9
n65	n65-n63	45,26
	n65-n66	85
	n65-n67	153,2 5
n66	n66-n65	85
n67	n67-n65	153,2 5
	n67-n68	79,6
	n67-n88	52,22
n68	n68-n67	79,6
n69	n69-n19	149,3 9
	n69-n70	37
	n69-n71	21,65
70	n69-n70	37
n71	n71-n69	21,65
	n71-n72	31,8
	n71-n73	68,91
n72	n72-n71	31,8
n73	n73-n71	68,91
	n73-n74	106,3
	n73-n75	37,52
n74	n74-n73	106,3
n75	n75-n73	37,52
	n75-n76	124,4
	n75-n77	19,66
n76	n76-n75	124,4
n77	n77-n75	19,66
	n77-n78	117,4
	n77-n79	39,15
n78	n78-n77	117,4
n79	n79-n77	39,15
	n79-n80	83,1

0,00144499

0,05583441	0,02791721		
0,13640706	0,06820353		
0,13640706	0,06820353	0,06820353	0,06820353
0,14886287	0,07443143	0,2096536	0,2096536
0,20504408	0,10252204		
0,06540025	0,03270012		
0,20504408	0,10252204	0,10252204	0,10252204
0,06540025	0,03270012	0,20483456	0,20483456
0,12282415	0,06141208		
0,22144472	0,11072236		
0,12282415	0,06141208	0,06141208	0,06141208
0,22144472	0,11072236	0,20596165	0,20596165
0,1150212	0,0575106		
0,07545738	0,03772869		
0,1150212	0,0575106	0,0575106	0,0575106
0,21586706	0,10793353	0,15030786	0,15030786
0,05346463	0,02673232		
0,03128403	0,01564202		
0,05346463	0,02673232	0,02673232	0,02673232
0,03128403	0,01564202	0,08840449	0,08840449
0,04595068	0,02297534		
0,09957426	0,04978713		
0,04595068	0,02297534	0,02297534	0,02297534
0,09957426	0,04978713	0,15369636	0,15369636
0,15360244	0,07680122		
0,05421602	0,02710801		
0,15360244	0,07680122	0,07680122	0,07680122
0,05421602	0,02710801	0,13119064	0,13119064
0,17975676	0,08987838		
0,0284085	0,01420425		
0,17975676	0,08987838	0,08987838	0,08987838
0,0284085	0,01420425	0,12731084	0,12731084
0,16964183	0,08482091		
0,05657136	0,02828568		
0,16964183	0,08482091	0,08482091	0,08482091
0,05657136	0,02828568	0,10294831	0,10294831
0,12007867	0,06003933		

	n79-n81	20,24		0,0292466	0,0146233		
n80	n80-n79	83,1		0,12007867	0,06003933	0,06003933	0,06003933
n81	n81-n79	20,24	0,00144499	0,0292466	0,0146233	0,08943043	0,08943043
	n81-n82	85,4		0,12340215	0,06170107		
	n81-n83	18,14		0,02621212	0,01310606		
n82	n82-n81	85,4		0,12340215	0,06170107	0,06170107	0,06170107
n83	n83-81	18,14		0,02621212	0,01310606	0,1085332	0,1085332
	n83-n84	93,5		0,13510657	0,06755328		
	n83-n85	38,58		0,05574771	0,02787386		
n84	n84-n83	93,5		0,13510657	0,06755328	0,06755328	0,06755328
n85	n85-n18	17,82		0,02574972	0,01287486	0,08373717	0,08373717
	n85-n83	38,58		0,05574771	0,02787386		
	n85-n86	59,5		0,08597691	0,04298845		
n86	n86-n85	59,5		0,08597691	0,04298845	0,04298845	0,04298845
n87	n87-n18	94,2		0,13611806	0,06805903	0,06805903	0,06805903
n88	n88-n18	52,02		0,07516838	0,03758419	0,12235453	0,12235453
	n88-n67	52,22		0,07545738	0,03772869		
	n88-n90	65,11		0,0940833	0,04704165		
n90	n90-n88	65,11		0,0940833	0,04704165	0,1950881	0,1950881
	n90-n91	88,4		0,12773712	0,06386856		
	n90-92	78,8		0,11386521	0,05693261		
	n90-n95	37,71		0,05449057	0,02724529		
n91	n91-n90	88,4		0,12773712	0,06386856	0,06386856	0,06386856
n92	n92-n90	78,8		0,11386521	0,05693261	0,05693261	0,05693261
n93	n93-n94	88,7	0,00144499	0,12817061	0,06408531	0,09510202	0,09510202
	n93-n95	42,93		0,06203342	0,03101671		
n94	n94-93	88,7		0,12817061	0,06408531	0,06408531	0,06408531
n95	n95-n90	37,71		0,05449057	0,02724529	0,11895158	0,11895158
	n95-n93	42,93		0,06203342	0,03101671		
	n95-n96	84		0,12137916	0,06068958		
96	n95-n96	84		0,12137916	0,06068958	0,06068958	0,06068958

Tableau N°3 Coefficient de variation horaire de consommation en % en fonction de nombre d'habitants.

Heure	Nombres d'habitants				
	Moins de 10000	de 10001 à 50000	de 50001 à 100000	plus de 100000	Agglomération 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

Cette variation des débits horaires est exprimée en pourcentage (%) par rapport au débit maximal journalier de l'agglomération.

Formule de conversion:

$$Q_p^h = k_p^h \times \frac{Q_p^j}{24} = \frac{k_p^h}{24} \times 100 \times Q_p^j = a_i(\%) \times Q_p^j$$