

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Etude de la restructuration du réseau D'AEP de la ville de
Kaous (w. Jijel).

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0006-20

APA Citation (توثيق APA):

Mouad, Boudjediene (2020). Etude de la restructuration du réseau D'AEP de la ville
de Kaous (w. Jijel)[Mem Ing, ENSH].

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

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...)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

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

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

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

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

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: ALIMENTATION EN EAU POTABLE

THEME :

**ETUDE DE LA RESTRUCTURATION DU RESEAU
D'AEP DE LA VILLE DE KAOUS (W.JIJEL)**

Présenté par :

MOUAD BOUDJEDIENE

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
DJELLAB Mohamed	M.C.A	Président
BOUKHELIFA Mustapha	M.A.A	Membre
DERNOUNI Youcef	M.A.A	Membre
KAHLERAS Djilali	M.C.B	Promoteur

Session Septembre 2020

ملخص

الموضوع المتناول هو جزء من مشروع لبلدية قاوس بولاية جيجل لإعادة هيكلة نظام التزويد بالمياه الصالحة للشرب الموجود في البلدية بعد دخول سد العقرم في الخدمة عام 2004. حيث نركز في دراستنا على شبكة إمدادات المياه في مدينة قاوس. تتكون هذه الدراسة من تقدير لاحتياجات المدينة من المياه الصالحة للشرب على المدى الطويل حتى عام 2050.

تم إعداد دراسة تشخيصية للشبكة الحالية التي تعاني من تقلبات في إمدادات المياه. ثم انتقلنا إلى تصميم شبكة التزويد بالمياه العذبة الجديدة وفقا للمعايير المعترف بها مع تعليمات الإنجاز والتقدير المالي للمشروع.

Résumé

Le thème traité fait partie d'un projet de l'Assemblée Populaire Communale de KAOUS pour restructurer le système d'alimentation en eau potable existant dans la commune après l'entrée en service du barrage d'EL AGREM en 2004. Notre étude sur le réseau d'alimentation en eau potable de la ville KAOUS, est constituée d'une estimation des besoins du chef-lieu de la commune de KAOUS à l'horizon 2050. Une étude de diagnostic physique et hydraulique sur le réseau existant a montré des fluctuations d'alimentation en eau. Ensuite on procède au dimensionnement d'un nouveau réseau d'AEP dans les normes reconnues avec les consignes de réalisation et une estimation financière pour la réalisation du projet.

Abstract

The topic dealt with is part of a project of the Popular Municipal Assembly of KAOUS to restructure the drinking water supply system of the municipality after putting into effect the EL AGREM dam in 2004. We focus in our study on the water supply network of KAOUS. This study is interested in estimating the capital needs of the municipality of KAOUS in the long term towards 2050. A diagnostic study of the existing network experiencing water supply fluctuations is thus drawn up. We then proceed to design the new water supply network in accordance with recognized standards of construction instructions besides the financial estimation of the project.

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre I – Présentation de la zone d'étude	2
1. Introduction.....	3
2. Situation géographique	3
3. Accessibilité du site	4
4. Occupation du sol	4
5. Caractéristiques physique et naturelles	5
5.1. Topographie et relief.....	5
5.2. Géologie.....	5
5.3. Climatologie.....	5
5.3.1. Précipitation	5
5.3.2. Température	5
6. Situation hydraulique.....	6
7. Conclusion	6
Chapitre II – Calcul des besoins de consommation	7
1. Introduction.....	8
2. Estimation de la population future.....	8
3. Estimation des besoins moyens actuels	9
3.1. Définition de la dotation	9
3.2. Calcul des besoins.....	9
3.2.1. Besoins domestiques moyens actuels	9
3.2.2. Besoins des autres catégories de consommation actuels	10
3.2.3. Récapitulation de calcul des besoins moyens actuels	10
4. Variation de la consommation journalière actuelle.....	11
4.1. Consommation maximale journalière actuelle.....	11
4.2. Consommation minimale journalière actuelle	11
4.3. Récapitulation de calcul actuel	12
5. Variation de la consommation horaire actuelle.....	12
5.1. Débit moyen horaire actuel	12
5.2. Consommation maximale horaire actuelle.....	13
5.3. Consommation minimale horaire actuelle	14
5.4. Régime de consommation horaire actuelle	15

Sommaire

5.5. Tracés des graphiques de consommation horaire actuelle	17
6. Estimation des besoins moyens à l’horizon de 2050	18
6.1. Calcul des besoins à l’horizon de 2050.....	18
6.1.1. Besoins domestiques moyens à l’horizon de 2050	18
6.1.2. Besoins des autres catégories de consommation à l’horizon de 2050	18
6.1.3. Récapitulation de calcul des besoins moyens à l’horizon de 2050.....	19
6.2. Variation de la consommation journalière à l’horizon de 2050	19
6.3. Variation de la consommation horaire à l’horizon de 2050	19
6.3.1. Débit moyen horaire à l’horizon de 2050	19
6.3.2. Consommation maximale horaire à l’horizon de 2050.....	20
6.3.3. Consommation minimale horaire à l’horizon de 2050	20
6.4. Régime de consommation horaire à l’horizon de 2050	21
6.5. Tracés des graphiques de consommation horaire à l’horizon de 2050	22
7. Conclusion	23
Chapitre III – Etat actuel du réseau de distribution	24
1. Introduction.....	25
2. Objectif du diagnostic du réseau :	25
3. Etat physique.....	25
4. Etat hydraulique	28
4.1. Définition du logiciel EPANET.....	28
4.2. Débit entrant dans le réseau	28
4.3. Calcul des débits spécifiques	29
4.4. Calcul des débits en route dans chaque tronçon.....	29
4.5. Calcul des débits aux nœuds	30
4.6. Calcul des débits	30
4.7. Résultats de la simulation (Etat hydraulique)	36
5. Etat des ouvrages de stockage.....	47
6. Conclusion	47
Chapitre IV – Etude des ouvrages de stockage.....	48
1. Introduction.....	49
2. Rôles des réservoirs	49
3. Emplacement des réservoirs	49
4. Type des réservoirs	50
4.1. Selon la position.....	50
4.2. Selon la forme de la cuve.....	50
4.3. Selon le type d’usage	50

Sommaire

5. Choix du type du réservoir.....	51
6. Equipements d'un réservoir	51
6.1. Conduite d'arrivée ou d'adduction	51
6.2. Conduite de départ ou de distribution	52
6.3. Conduite de trop-plein	52
6.4. Conduite de vidange.....	52
6.5. Conduite by-pass.....	52
7. Calcul du volume du réservoir.....	53
7.1. Principe de calcul.....	54
7.1.1. Volume total.....	54
7.1.2. Volume résiduel	54
7.2. Calcul du volume	55
8. Diagnostic physique des réservoirs.....	56
9. Consignes d'entretien des réservoirs.....	57
10. Conclusion	57
Chapitre V – Projection et dimensionnement du réseau.....	58
1. Introduction.....	59
2. Types des réseaux de distribution	59
2.1. Réseau ramifié	59
2.2. Réseau maillé.....	59
2.3. Choix du réseau de distribution	60
3. Calcul du réseau de distribution.....	60
3.1. Principe de calcul.....	60
3.1.1. Débit entrant dans le réseau	60
3.1.2. Calcul des débits spécifiques	60
3.1.3. Calcul des débits en route dans chaque tronçon	61
3.1.4. Calcul des débits aux nœuds	61
3.2. Calcul des débits	62
4. Dimensionnement du réseau	66
5. Conclusion	75
Chapitre VI – Organisation du chantier.....	76
1. Introduction.....	77
2. Travaux de pose de canalisation	77
2.1. Exécution des tranchées	78
2.2. Pose du lit de sable.....	78
2.3. Pose des conduites	78

Sommaire

2.3.1. Les cônes.....	79
2.3.2. Les croix de jonction.....	79
2.3.3. Les croix de jonction et d'incendie.....	79
2.3.4. Les manchons.....	79
2.3.5. Les coudes.....	79
2.3.6. Les tés.....	79
2.3.7. Les robinets vannes.....	79
2.3.8. Les ventouses.....	80
2.3.9. Bouches et poteaux d'incendie.....	80
2.3.10. Les régulateurs de pressions.....	80
2.3.11. Appareils de mesures.....	80
2.4. Remblayage des tranchées.....	80
2.5. Compactage.....	80
3. Sécurité de travail.....	81
3.1. Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique :.....	81
3.1.1. Facteurs humains :.....	81
3.1.2. Facteurs matériels :.....	81
3.2. Mesures préventives pour éviter les accidents :.....	81
3.2.1. Protection individuelle :.....	81
3.2.2. Protection collective :.....	81
4. Calcul des quantités de travaux de pose de canalisation.....	82
4.1. Longueur des canalisations et grillage avertisseur.....	82
4.2. Volume déblai.....	83
4.3. Volume du lit de sable.....	84
4.4. Volume remblai.....	85
4.5. Volume du déblai à évacuer.....	88
5. Devis quantitatif estimatif.....	89
6. Choix des engins d'exécution.....	90
6.1. Pelle hydraulique (Exécution des tranchées).....	90
6.2. Chargeuses (Chargement et curage).....	91
6.3. Camion benne.....	91
6.4. Compacteur.....	92
7. Calcul du délai de réalisation du projet.....	92
7.1. Planification des travaux.....	92

Sommaire

8. Conclusion	93
Conclusion générale	94

Liste des figures

Chapitre I - Présentation de la zone d'étude	
Figure I.1 - Situation géographique de la région d'étude	3
Figure I.2 - Carte des axes d'accès à l'agglomération	4
Figure I.3 - Schéma vertical du système l'alimentation en eau potable de la ville de KAOUS	6
Chapitre II - Calcul des besoins de consommation	
Figure II.1 - Histogramme de variation de la consommation horaire 2020.....	17
Figure II.2 - Courbe intégrale de consommation horaire 2020.....	17
Figure II.4 - Courbe intégrale de consommation horaire 2050.....	22
Figure II.3 - Histogramme de la variation de la consommation horaire 2050.....	22
Chapitre III - Etat actuel du réseau de distribution	
Figure III.1 - Tracé en plan du réseau d'AEP existant	26
Figure III.2 - Etat du réseau existant au cas de pointe	37
Figure III.3 - Etat du réseau existant au cas de pointe plus incendie.....	38
Figure III.4 - Distribution des pressions du réseau existant (cas de pointe + incendie)	42
Figure III.5 - Distribution des pressions du réseau existant (cas de pointe).....	42
Figure III.6 - Distribution des vitesses du réseau existant (cas de pointe)	46
Figure III.7 - Distribution des vitesses du réseau existant (cas de pointe + incendie).....	46
Chapitre IV - Etude des ouvrages de stockage	
Figure IV.1 – Installation de la conduite d'arrivée	51
Figure IV.2 – Installation de la conduite de départ.....	52
Figure IV.3 – Installation de la conduite by-pass	53
Figure IV.4 - Schéma synoptique d'une installation d'un réservoir.....	53
Chapitre V - Projection et dimensionnement du réseau	
Figure V.1 – Tracé en plan du réseau d'AEP projeté	62
Figure V.2 – Tracé en plan du réseau d'AEP projeté avec les cotes piézométriques.....	67
Figure V.4 - Graphe de distribution des pressions du réseau projeté (cas de Pointe + Incendie)	69
Figure V.3 - Graphe de distribution des pressions du réseau projeté (Pointe)	69

Liste des figures

Figure V.6 - Graphe de distribution des vitesses du réseau projeté (cas de Pointe + Incendie)	72
Figure V.5 - Graphe de distribution des vitesses du réseau projeté (cas de Pointe).....	72
Figure V.7 - Etat du réseau projeté en cas de pointe	73
Figure V.8 - Etat du réseau projeté en cas de pointe plus incendie	74
Chapitre VI - Organisation du chantier	
Figure VI.1 - Coupe d'une tranchée avec canalisation posée	78
Figure VI.2 – Dispositifs de protection individuelle	81
Figure VI.3 – Dispositifs de protection collectives	82
Figure VI.4 – Pelle hydraulique.....	90
Figure VI.5 – Chargeuse	91
Figure VI.6 – Camion benne.....	91
Figure VI.7 – Rouleau Compacteur vibrant.....	92

Liste des tableaux

Chapitre I - Présentation de la zone d'étude	
Tableau I.1 - Précipitation moyenne mensuelles	5
Tableau I.2 - Températures moyennes journalières	5
Chapitre II - Calcul des besoins de consommation	
Tableau II.1 - Evolution du nombre d'habitant de la ville de KAOUS	8
Tableau II.2 - Les résultats du calcul des besoins domestiques.....	10
Tableau II.3 - Les résultats de calcul des besoins des autres catégories d'usagers	10
Tableau II.4 - Récapitulation des résultats du calcul des besoins actuels en eau de l'agglomération.....	11
Tableau II.5 - Variation des débits journalier 2020	12
Tableau II.6 - Variation du coefficient β_{max} en fonction du nombre d'habitants	13
Tableau II.7 - Variation du coefficient β_{min} en fonction du nombre d'habitants	14
Tableau II.8 - Variation de la consommation horaire actuelle.....	16
Tableau II.9 - Les résultats de calcul des besoins des besoins domestiques en 2050.....	18
Tableau II.10 - Les résultats de calcul des besoins des autres catégories d'usagers en 2050	18
Tableau II.11 - Récapitulation des résultats du calcul des besoins en eau de l'agglomération 2050.....	19
Tableau II.12 - Variation de la consommation journalière 2050	19
Tableau II.13 - Variation de la consommation horaire 2050	21
Chapitre III - Etat actuel du réseau de distribution	
Tableau III.1 - Détails de composition du réseau existant.....	26
Tableau III.2 - Résultat du diagnostic physique du réseau existant.....	28
Tableau III.3 - Calcul du débit spécifique	29
Tableau III.4 - Calcul des débits nodaux	31
Tableau III.5 - Résultats de simulation – Etat des nœuds.....	39
Tableau III.6 - Résultats de simulation – Etat des arcs.....	43
Chapitre IV - Etude des ouvrages de stockage	
Tableau IV.1 - Calcul du volume du réservoir nécessaire par la méthode analytique.....	55
Tableau IV.2 - Résultats du calcul du volume.....	56

Liste des tableaux

Chapitre V - Projection et dimensionnement du réseau

Tableau V.1 - Calcul du débit spécifique.....	61
Tableau V.2 - Calcul des débits aux nœuds.....	63
Tableau V.3 - Etat des nœuds du réseau projeté (Cas de pointe, et Pointe + Incendie)	67
Tableau V.4 - Etat des arcs du réseau projetée (Pointe et Pointe + Incendie	70

Chapitre VI - Organisation du chantier

Tableau VI.1 - Linéaire des conduites à fournir	82
Tableau VI.2 - Calcul du volume du déblai.....	84
Tableau VI.3 - Calcul du volume du lit de sable	85
Tableau VI.4 - Calcul du volume du sable d'enrobage	86
Tableau VI.5 - Calcul du volume de remblai en terrain naturel	87
Tableau VI.6 - Devis quantitatif et estimatif de l'exécution des travaux de pose de canalisation	89
Tableau VI.7 - Tâches qui précèdent et qui succèdent chaque opération.....	93
Tableau VI.8 - Détermination du délai de réalisation.....	93

Liste des planches

Planche 1 - Plan de masse avec réseau d'AEP projeté de la ville de KAOUS (W.JIJEL)

Planche 2 - PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE PRINCIPALE DU RESEAU

Planche 3 - Réservoir d'alimentation KAOUS 2*1000m³

Planche 4 - ACCESSOIRES D'INSTALLATION DU RESEAU D'AEP

Introduction générale

L'accès à l'eau potable est indispensable pour le développement socio-économique des agglomérations. La mobilisation de cette ressource est effectuée par le biais de plusieurs infrastructures. Le réseau de distribution étant le dernier lien dans cette chaîne.

Les autorités algériennes orientent leur effort pour le développement des infrastructures de mobilisation et distribution de l'eau potable, afin d'optimiser et assurer la durabilité d'exploitation de cette ressource indispensable.

Dans ce mémoire, on va traiter le thème suivant : « Etude de la restructuration du réseau existant de la ville de KAOUS W. JIJEL ».

La ville de KAOUS est dotée d'un réseau de distribution très âgé et il présente des fluctuations d'alimentation et un rendement faible.

On va commencer par une présentation de notre zone d'étude, ensuite une évaluation des besoins en alimentation en eau potable actuels, et à l'horizon de 2050 de notre agglomération. Après on établit une étude de diagnostic du réseau existant, ainsi que les ouvrages de stockage afin de pouvoir dimensionner le nouveau réseau, ainsi que les réservoirs à construire si nécessaire, et on finit par l'élaboration d'un plan d'organisation de chantier et un devis estimatif et quantitatif pour définir le coût global, et le délai de réalisation du projet.

Chapitre I

Présentation de la zone d'étude

1.Introduction

Avant de commencer n'importe quel projet d'hydraulique pour connaître les caractéristiques physiques locaux du site d'implantation, qui influencent plusieurs aspects de notre projet, à savoir :

- Choisir la variante la plus optimale.
- Choisir les matériaux adéquats.
- Prévoir la protection des conduites0

2.Situation géographique

La ville de KAOUS est le chef-lieu de la commune de KAOUS affiliée à la wilaya de JIJEL située à 8 km au sud du chef-lieu de la wilaya.



Figure I.1 - Situation géographique de la région d'étude

Source: Wikipedia, Echelle: 1:1000

La commune de KAOUS est limitée par :

- Du nord : Commune de JIJEL
- D'ouest : Commune d'AL-AOUANA
- D'est : Commune d'AMIR ABDELKADER

Présentation de la zone d'étude

- Du sud : Commune de TEXENNA

3. Accessibilité du site

La ville de KAOUS est reliée aux localités adjacentes par 4 axes routier :

- Du nord par la route nationale (RN77) vers JIJEL ville ;
- De l'ouest par la route de Wilaya (RW150) vers BENI AHMED ;
- De l'est par la route Wilaya (W135) vers EMIR ABDELKADER ;
- Du sud par ma route nationale (N77) vers TEXENNA et la route Wilaya (W153) vers CHEDDIA.

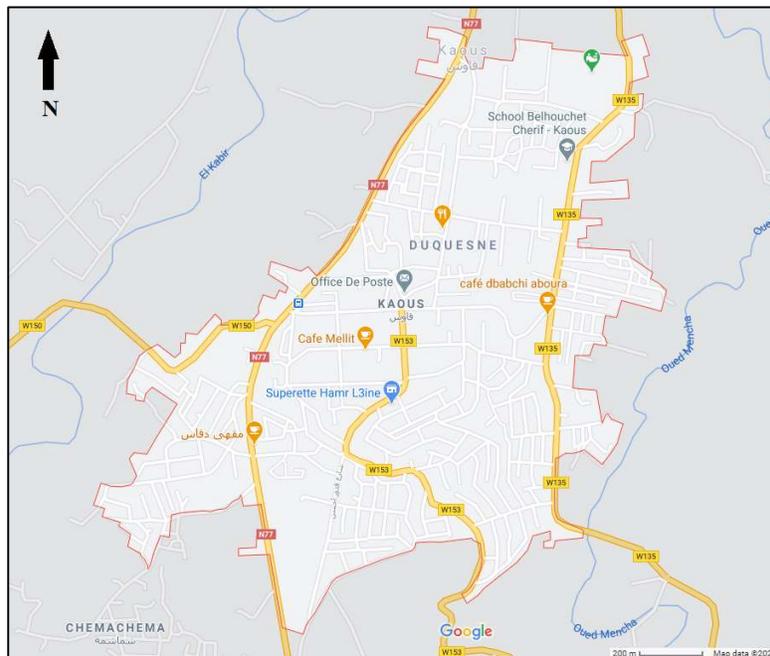


Figure I.2 - Carte des axes d'accès à l'agglomération

Source: Google Maps, Echelle: 1:200

4. Occupation du sol

L'agglomération chef-lieu de KAOUS est une ville relativement moderne occupant une superficie urbaine de 120 ha. Elle est composée d'un noyau urbain avec une majorité de bâtisses d'habitations privées allant de (R+1) jusqu'à (R+3). Les équipements : Siege APC ; écoles ; Bureau de poste et les mosquées sont situés au centre de l'agglomération et le centre de formation et le stade municipale se situent au nord de l'agglomération. **(Voir PLANCHE N°01 : Plan de masse avec réseau projeté)**

5. Caractéristiques physique et naturelles

5.1. Topographie et relief

Notre zone d'étude est caractérisée par des pentes faibles et un terrain plus au moins plat avec des altitudes variant de 28m à 78m.

5.2. Géologie

Les traits de la géologie locale sont très simples. La région de Taher appartient au bassin néogène marin de Jijel. Il est constitué de dépôts datant du mi-pliocène (tertiaire) et constitués par des marnes, des argiles, des calcaires et de dépôts actuels (quaternaire) qui correspondent aux sables dunaires, aux dépôts de terrasses alluviales et à des dépôts sur les versants (éboulis de blocs et conglomérats ...).

5.3. Climatologie

Un climat tempéré chaud est présent à KAOUS. Les précipitations sont plus importantes en hiver qu'en été. La carte climatique de Köppen-Geiger classe le climat comme étant de type Csa. Sur l'année, la température moyenne à KAOUS est de 14.6 °C. Sur l'année, la précipitation moyenne est de 1203 mm.

5.3.1. Précipitation

La région connaît des précipitations élevées en hiver et des étés sèches.

Tableau I.1 - Précipitation moyenne mensuelles

Moi	SEP	OCT	NOV	DEC	JA	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOT
P (mm)	56	125	192	212	193	143	107	82	57	27	3	7

Source : Service technique APC de KAOUS

5.3.2. Température

La température minimale enregistrée est de 7.3°C au mois de Janvier et la température maximale est de 36.8°C au mois d'Aout. Les températures moyennes mensuelles enregistrés sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau I.2 - Températures moyennes journalières

Moi	SEP	OCT	NOV	DEC	JA	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOT
T (°C)	24.1	21	16.9	12.8	12.5	12.7	14.2	15.8	18.8	22.4	25.3	26.1

Source : Service technique APC de KAOUS

6. Situation hydraulique

La ville de KAOUS est alimentée par deux réservoir jumeau situé au sud-ouest à une altitude de radier de 164m. Les réservoirs, chaqu'un d'une capacité de 1000m³ et un diamètre de 20m, sont alimentée du barrage d'EL AGGRAM par une conduite de refoulement en fonte avec un diamètre de Ø200mm.

Il existe aussi un ancien réservoir de 500 m³ qui n'est plus utilisé pour l'alimentation mais comme une réserve de secours.

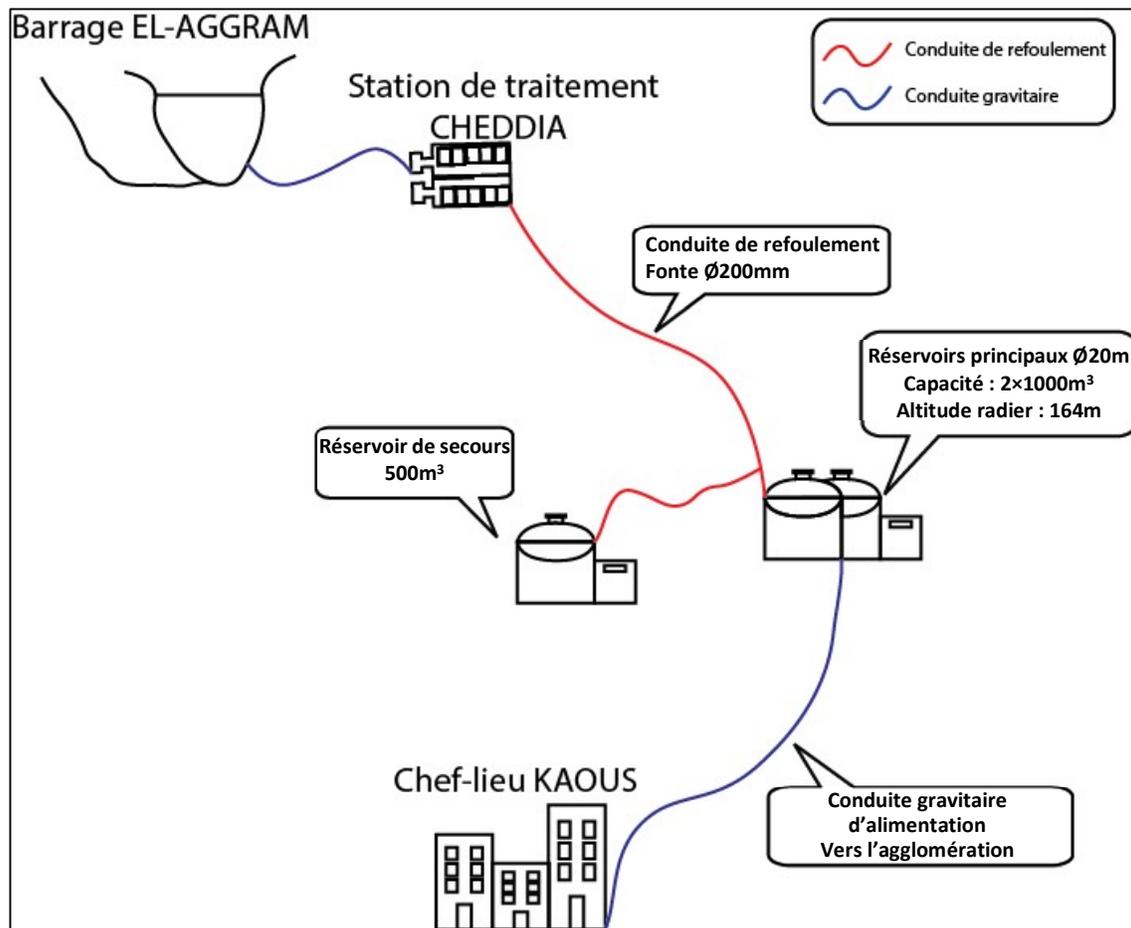


Figure I.3 - Schéma vertical du système l'alimentation en eau potable de la ville de KAOUS

Source : Service technique APC de KAOUS

7. Conclusion

Les données présentées dans ce chapitre nous permettent la connaissance de la zone d'étude dans les contextes mentionnés, et leurs analyses et interprétations, permettent de détecter les éventuels problèmes que le système de distribution d'eau potable de la zone considérée ainsi les contraintes naturelles à excepter.

Chapitre II

Calcul des besoins de consommation

1.Introduction

Afin de pouvoir dimensionner le réseau d'AEP d'une agglomération, il faut estimer les besoins des différents consommateurs de cette agglomération en eau. Les consommateurs domestiques font la majorité de cette demande, on procède ainsi dans ce chapitre à estimer la population future de l'agglomération et calculer ses besoins avec ceux des équipements locaux pour l'année 2050. Donc on assure 30 ans de fonctionnement futur du réseau.

2.Estimation de la population future

A partir des données fournies par le service technique de l'APC de KAOUS, la ville de KAOUS compte une population de 18 128 habitants selon le recensement de l'année 2008 avec un taux d'accroissement de 2.3%.

L'estimation du nombre d'habitants pour un horizon futur a été établie par le biais de la formule suivante :

$$P_N = P_0 \times (1 + \tau)^N \dots \dots \dots (II.1)$$

Avec :

- P_N : Population future prise pour un horizon quelconque (hab)
- P_0 : Population de l'année de référence (hab)
- τ : Taux d'accroissement annuel de la population
- N : nombre d'années séparant l'année de référence à l'horizon considéré

Dans notre cas : N= 30 ans (2020-2050)

Le tableau suivant présente l'évolution du nombre d'habitants au cours des années :

Tableau II.1 - Evolution du nombre d'habitant de la ville de KAOUS

Ville	Année	Estimation de nombre d'habitants (hab.)
KAOUS	2008	18 128
	2020	23 280
	2050	46 052

3. Estimation des besoins moyens actuels

3.1. Définition de la dotation

La dotation est définie comme étant la quantité d'eau potable consommée pendant 24 heures par chaque type de consommateur. Les valeurs de la dotation sont des normes définies selon plusieurs critères dont :

- Le niveau de vie de la population
- Le nombre d'habitants
- Le développement urbain de la ville
- Les ressources disponibles

3.2. Calcul des besoins

La quantité d'eau nécessaire à l'alimentation d'une agglomération est généralement évaluée en mètre-cube par jour et par unité de consommateur.

L'estimation des besoins est établie par la formule suivante :

$$Q_{moy,j} = \Sigma \frac{N_i \times q_i}{1000} \dots \dots \dots (II.2)$$

Avec :

- $Q_{moy,j}$: Consommation moyenne journalière (m³/j)
- N_i : Nombre d'usagers dans chaque groupe de catégorie de consommateur
- q_i : Dotation de consommation journalière (l/j/usager)

3.2.1. Besoins domestiques moyens actuels

En ayant estimé le nombre d'habitant de la ville de KAOUS et aussi la dotation correspondante de la localité, on peut ainsi calculer les besoins domestiques par la formule ci-dessus.

Calcul des besoins de consommation

Les résultats de calcul sont présentés dans le tableau II.2 :

Tableau II.2 - Les résultats du calcul des besoins domestiques

Type de besoins	Effectif	Unité	Dotation moyenne (L/J/Unité)	Consommation moyenne journalière (M ³ /J)
Domestiques	23 280	Habitant	150	3492

Source: Service technique ADE JIJEL

3.2.2. Besoins des autres catégories de consommation actuels

Pour les autres catégories d'utilisateurs, on a l'effectif des différents équipements présents dans la ville de KAOUS (Scolaires ; Socioculturelles ; Administratifs ; etc.), on calcule donc ses besoins.

Les résultats de calcul sont présentés dans le tableau II.3 :

Tableau II.3 - Les résultats de calcul des besoins des autres catégories d'utilisateurs

Type de besoins	Équipement	Effectif	Unité	Dotation moyenne (L/J/Unité)	Consommation moyenne journalière (M ³ /J)
Scolaires	3 Ecoles Primaires	869	Élève	20	17.38
	Ecole moyenne	550	Élève	10	5.50
	CFP	150	Stagiaire	20	3.00
Socioculturelle	Maison de jeune	124	Attribué	10	1.24
	3 mosquées	1600	Fidel	5	8.00
	Stade municipal	7000	M ²	6	42.00
Administratifs	APC	87	Employé	15	1.31
	Commissariat	75	Officier	50	3.75
	Poste	25	Employé	15	0.38
	Les impôts	20	Employé	15	0.30
Total					82.85

Source : Alimentation en eau potable des agglomérations, B.SALAH, 2014 ; Service technique APC KAOUS

3.2.3. Récapitulation de calcul des besoins moyens actuels

Après l'étude détaillée des besoins, nous dressons un tableau récapitulatif pour pouvoir calculer le débit total nécessaire pour l'alimentation de la localité jusqu'à l'horizon.

Tableau II.4 - Récapitulation des résultats du calcul des besoins actuels en eau de l'agglomération

Type de besoin	Consommation moyenne journalière M ³ /J
Domestiques	3492
Scolaires	25.88
Socioculturelle	51.24
Administratifs	5.73
Total	3574.85

4. Variation de la consommation journalière actuelle

En fonction des jours, des mois, des semaines ; on observe des variations de la consommation, le débit d'eau consommé n'est pas constant, mais varie en présentant des extremums (maximums et minimums), cette variation est caractérisée par des coefficients d'irrégularité : $K_{max,j}$ et $K_{min,j}$

4.1. Consommation maximale journalière actuelle

Par rapport à la consommation moyenne journalière déterminée, nous pouvant mettre en évidence un rapport nous indiquant de combien de fois la consommation maximale dépassera la moyenne de consommation, ce rapport est désigné sous le terme de coefficient d'irrégularité maximale journalière.

$$K_{max,j} = \frac{Q_{max,j}}{Q_{moy,j}} \dots \dots \dots (II.3)$$

Avec :

- $Q_{max,j}$: Débit de consommation maximale journalière (m³/j)
- $Q_{moy,j}$: Débit de consommation moyenne journalière (m³/j)
- $K_{max,j}$: Coefficient d'irrégularité de la consommation maximale journalière

Le coefficient d'irrégularité varie entre 1.1 et 1.3 dépendant du régime de consommation. A partir des données fournies par le service technique de l'APC de KAOUS :

$$K_{max,j} = 1.3$$

4.2. Consommation minimale journalière actuelle

Par rapport à la consommation moyenne journalière déterminée, nous pouvant mettre en évidence un rapport nous indiquant de combien de fois la consommation minimale est en

dessous de la moyenne de consommation, ce rapport est désigné sous le terme de coefficient d'irrégularité minimale journalière.

$$K_{min,j} = \frac{Q_{min,j}}{Q_{moy,j}} \dots \dots \dots (II.4)$$

Avec :

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

Le coefficient d'irrégularité varie entre 0.7 et 0.9 dépendant du régime de consommation. A partir des données fournies par le service technique de l'APC de KAOUS :

$$K_{min,j} = 0.9$$

4.3.Récapitulation de calcul actuel

Les résultats de calcul des différents débits journalier sont résumés dans le tableau II.5 :

Tableau II.5 - Variation des débits journalier 2020

Ville	$Q_{moy,j}$ (m^3/j)	$K_{max,j}$	$Q_{max,j}$ (m^3/j)	$K_{min,j}$	$Q_{min,j}$ (m^3/j)
KAOUS	3574.84	1.30	4647.29	0.90	3217.36

5.Variation de la consommation horaire actuelle

Les débits de consommation varient pendant une journée, celui la dépend des habitudes de notre population, chaque consommation horaire représente un pourcentage de consommation par rapport à la consommation totale journalière qui est égale au débit maximum journalier, la somme des consommations horaires est égal au $Q_{max,j}$.

5.1.Débit moyen horaire actuel

Le débit horaire est donné par la relation suivante :

$$Q_{moy,h} = \frac{Q_{max,j}}{24} \dots \dots \dots (II.5)$$

$$Q_{moy,h} = \frac{4647.29}{24} = 193.64 \text{ } m^3/h$$

$$Q_{moy,h} = 53.79 \text{ l/s}$$

5.2. Consommation maximale horaire actuelle

Le débit maximal horaire est défini comme étant le débit maximal consommé pendant une heure de la journée. Il est caractérisé par un coefficient d'irrégularité maximal horaire $K_{max,h}$. On calcule le débit maximal pour dimensionner les conduites du réseau.

Ce coefficient dépend de deux caractéristiques de l'agglomération étudiée α_{max} et β_{max} .

Avec :

- Le coefficient α_{max} : tient compte du régime de travail des entreprises et industries, du degré du confort des habitants et leurs habitudes.

$$\alpha_{max} = 1.2 \div 1.4$$

Pour notre cas on prend :

$$\alpha_{max} = 1.3$$

- Le coefficient β_{max} : tient compte du nombre d'habitant de l'agglomération. Ses valeurs sont données par le tableau II.6 :

Tableau II.6 - Variation du coefficient β_{max} en fonction du nombre d'habitants

Nombre d'habitant	<1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	30000	100000	300000
β_{max}	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1.1	1.03

Source : Alimentation en eau potable des agglomérations, B.SALAH, 2014

Par un calcul d'interpolation on trouve :

$$\beta_{max} = 1.18$$

Le calcul du débit maximal horaire se fait par le biais de la formule suivante :

$$Q_{max,h} = K_{max,h} \times Q_{moy,h} \dots \dots \dots (II.6)$$

Avec :

- $Q_{max,h}$: Débit de consommation maximum horaire
- $K_{max,h}$: Coefficient d'irrégularité maximum horaire

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

$$K_{max,h} = 1.3 \times 1.18 = 1.54$$

➤ $Q_{moy,h}$: Débit moyen horaire.

$$Q_{max,h} = K_{max,h} \times Q_{moy,h} \dots \dots \dots (II. 6)$$

$$Q_{max,h} = 1.54 \times 193.64 = 297.95 \text{ m}^3/h$$

$$Q_{max,h} = 82.76 \text{ l/s}$$

5.3. Consommation minimale horaire actuelle

Le débit minimal horaire est défini comme étant le débit minimal consommé pendant une heure de la journée. Il est caractérisé par un coefficient d'irrégularité minimal horaire $K_{min,h}$. L'intérêt par le calcul du débit minimal est de connaître la gamme de conduite avec pression nominale adéquate.

Ce coefficient dépend de deux caractéristiques de l'agglomération étudiée α_{min} et β_{min} .

Avec :

- Le coefficient α_{min} : tient compte du régime de travail des entreprises et industries, du degré du confort des habitants et leurs habitudes.

$$\alpha_{min} = 0.4 \div 0.6$$

Pour notre cas on prend :

$$\alpha_{min} = 0.50$$

- Le coefficient β_{min} : tient compte du nombre d'habitant de l'agglomération. Ses valeurs sont données par le tableau II.7 :

Tableau II.7 - Variation du coefficient β_{min} en fonction du nombre d'habitants

Nombre d'habitant	<1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	30000	100000	300000
β_{min}	0.1	0.1	0.1	0.2	0.25	0.4	0.5	0.6	0.7	0.83

Source : Alimentation en eau potable des agglomérations, B.SALAH, 2014

Par un calcul d'interpolation on trouve :

$$\beta_{min} = 0.53$$

Le calcul du débit minimal horaire se fait par le biais de la formule suivante :

$$Q_{min,h} = K_{min,h} \times Q_{moy,h} \dots \dots \dots (II. 8)$$

Avec :

✓ $Q_{min,h}$: Débit de consommation minimum horaire

✓ $K_{min,h}$: Coefficient d'irrégularité minimum horaire

$$K_{min,h} = \alpha_{min} \times \beta_{min} \dots \dots \dots (II. 9)$$

$$K_{min,h} = 0.50 \times 0.53 = 0.27$$

✓ $Q_{moy,h}$: Débit moyen horaire.

$$Q_{min,h} = K_{min,h} \times Q_{moy,h} \dots \dots \dots (II. 8)$$

$$Q_{min,h} = 0.27 \times 193.64 = 51.58 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{min,h} = 14.33 \text{ l/s}$$

5.4. Régime de consommation horaire actuelle

La variation des débits horaires est exprimée en pourcentage par rapport au débit maximal journalier de l'agglomération, par la relation suivante :

$$Q_{h,i} = C \times Q_{max,j} \dots \dots \dots (II. 10)$$

Avec :

- $Q_{h,i}$: Débit horaire (m^3/h)
- C : Coefficient de consommation horaire (%)
- $Q_{max,j}$: débit maximal journalier (m^3/j)

Les coefficients de consommation diffèrent selon le nombre d'habitants de l'agglomération.

Calcul des besoins de consommation

Les résultats sont résumés dans le tableau II.8 :

Tableau II.8 - Variation de la consommation horaire actuelle

Heures	Consommation %	Consommation m ³ /h	Consommation cumulée	
			%	m ³ /h
0-1	1.50%	69.71	1.50%	69.71
1-2	1.50%	69.71	3.00%	139.42
2-3	1.50%	69.71	4.50%	209.13
3-4	1.50%	69.71	6.00%	278.84
4-5	2.50%	116.18	8.50%	395.02
5-6	3.50%	162.66	12.00%	557.68
6-7	4.50%	209.13	16.50%	766.80
7-8	5.50%	255.60	22.00%	1022.40
8-9	6.25%	290.46	28.25%	1312.86
9-10	6.25%	290.46	34.50%	1603.32
10-11	6.25%	290.46	40.75%	1893.77
11-12	6.25%	290.46	47.00%	2184.23
12-13	5.00%	232.36	52.00%	2416.59
13-14	5.00%	232.36	57.00%	2648.96
14-15	5.50%	255.60	62.50%	2904.56
15-16	6.00%	278.84	68.50%	3183.40
16-17	6.00%	278.84	74.50%	3462.23
17-18	5.50%	255.60	80.00%	3717.83
18-19	5.00%	232.36	85.00%	3950.20
19-20	4.50%	209.13	89.50%	4159.33
20-21	4.00%	185.89	93.50%	4345.22
21-22	3.00%	139.42	96.50%	4484.64
22-23	2.00%	92.95	98.50%	4577.58
23-0	1.50%	69.71	100.00%	4647.29

Source : Alimentation en eau potable des agglomérations, B.SALAH, 2014

D'après le tableau ci-dessus on remarque que les heures de pointes de consommation sont les heures entre 8 heure du matin et jusqu'à midi, avec un débit maximale horaire estimé à 290.46 m³/h et la consommation minimale est estimer à 69.71 m³/h entre 23 heures et 4 heures.

5.5. Tracés des graphiques de consommation horaire actuelle

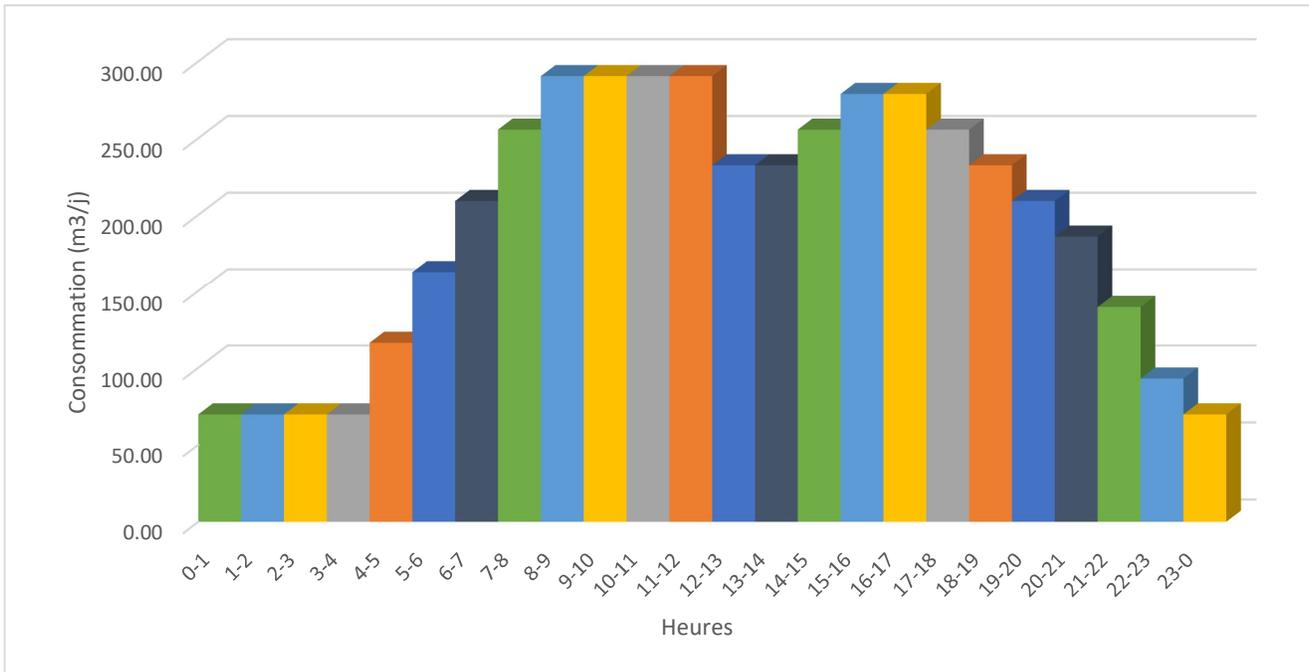


Figure II.1 - Histogramme de variation de la consommation horaire 2020

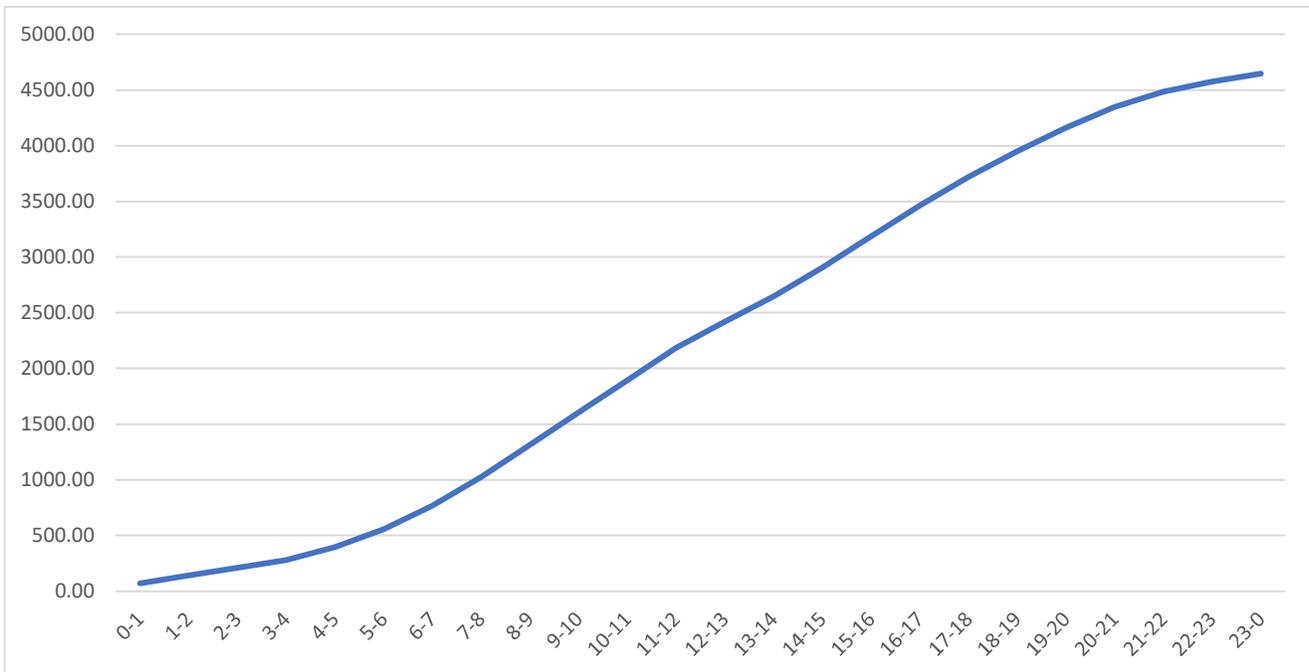


Figure II.2 - Courbe intégrale de consommation horaire 2020

6. Estimation des besoins moyens à l'horizon de 2050

Pour répondre aux besoins de la population future, on prévoit un changement d'habitude de consommation et aussi une augmentation dans le niveau de confort des ménages de notre agglomération. Cette prévision est quantifiée par une augmentation des quantités d'eau assuré pour chaque consommateur ainsi une augmentation dans les dotations dans l'horizon de 2050.

6.1. Calcul des besoins à l'horizon de 2050

L'estimation des besoins est établie par la formule (II. 2)

$$Q_{moyj} = \Sigma \frac{N_i \times q_i}{1000} \dots \dots \dots (II. 2)$$

6.1.1. Besoins domestiques moyens à l'horizon de 2050

A partir des données fournies le service technique de l'ADE de JIJEL, une augmentation de mobilisation des ressources en eau à partir du barrage d'EL AGREM est prévue à l'horizon de 2050 ainsi une augmentation de la dotation moyenne journalière.

Les résultats de calcul sont présentés dans le tableau II.9 :

Tableau II.9 - Les résultats de calcul des besoins des besoins domestiques en 2050

Type de besoins	Effectif	Unité	Dotation moyenne (L/J/Unité)	Consommation moyenne journalière (M ³ /J)
Domestiques	46 052	Habitant	180	8289.41

Source : Service technique ADE JIJEL

6.1.2. Besoins des autres catégories de consommation à l'horizon de 2050

A partir des données fournies le service technique de l'APC de KAOUS, la commune ne connaît aucun développement au niveau des équipement pour l'horizon de 2050.

Les résultats de calcul sont présentés dans le tableau II.10 :

Tableau II.10 - Les résultats de calcul des besoins des autres catégories d'utilisateurs en 2050

Type de besoins	Equipement	Effectif	Unité	Dotation moyenne (L/J/Unité)	Consommation moyenne journalière (M ³ /J)
Scolaires	3 Ecole Primaires	869	Élève	20	17.38
	Ecole moyenne	550	Élève	10	5.50

Calcul des besoins de consommation

	CFP	150	Stagiaire	20	3.00
Socioculturelle	Maison de jeune	124	Attribué	10	1.24
	3 mosquées	1600	Fidel	5	8.00
	Stade municipal	7000	M ²	6	42.00
Administratifs	APC	87	Employé	15	1.31
	Commissariat	75	Officier	50	3.75
	Poste	25	Employé	15	0.38
	Les impôts	20	Employé	15	0.30
Total					82.85

Source : Alimentation en eau potable des agglomérations, B.SALAH ? 2014 ; Service technique APC
KAOUS

6.1.3. Récapitulation de calcul des besoins moyens à l'horizon de 2050

Tableau II.11 - Récapitulation des résultats du calcul des besoins en eau de l'agglomération 2050

Type de besoin	Consommation moyenne journalière M ³ /J
Domestiques	8289.41
Scolaires	25.88
Socioculturelle	51.24
Administratifs	5.73
Total	8372.26

6.2. Variation de la consommation journalière à l'horizon de 2050

Pour le calcul des débits journaliers se fait au biais des formules (II. 3) ; (II. 4)

$$K_{max,j} = \frac{Q_{max,j}}{Q_{moy,j}} \dots \dots \dots (II. 3)$$

$$K_{min,j} = \frac{Q_{min,j}}{Q_{moy,j}} \dots \dots \dots (II. 4)$$

Les résultats de calcul des différents débits journalier sont résumés dans le tableau II.12:

Tableau II.12 - Variation de la consommation journalière 2050

Ville	Q _{moy,j} (m ³ /j)	K _{max,j}	Q _{max,j} (m ³ /j)	K _{min,j}	Q _{min,j} (m ³ /j)
KAOUS	8372.26	1.30	10883.93	0.90	7535.03

6.3. Variation de la consommation horaire à l'horizon de 2050

6.3.1. Débit moyen horaire à l'horizon de 2050

Le calcul du débit moyen horaire se fait par la formule (II. 5)

$$Q_{moy,h} = \frac{Q_{max,j}}{24} \dots \dots \dots (II.5)$$

$$Q_{moy,h} = \frac{10883.93}{24} = 453.50 \text{ m}^3/h$$

$$Q_{moy,h} = 125.97 \text{ l/s}$$

6.3.2. Consommation maximale horaire à l'horizon de 2050

On prend :

$$\alpha_{max} = 1.30$$

Par interpolation :

$$\beta_{max} = 1.14$$

Le calcul du débit maximal horaire se fait par les formules (II.6) ; (II.7)

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

$$K_{max,h} = 1.30 \times 1.14 = 1.48$$

$$Q_{max,h} = K_{max,h} \times Q_{moy,h} \dots \dots \dots (II.6)$$

$$Q_{max,h} = 1.48 \times 453.50 = 671.22 \text{ m}^3/h$$

$$Q_{max,h} = 186.45 \text{ l/s}$$

6.3.3. Consommation minimale horaire à l'horizon de 2050

On prend :

$$\alpha_{min} = 0.50$$

Par interpolation :

$$\beta_{min} = 0.62$$

Le calcul du débit maximal horaire se fait par les formules (II.8) ; (II.9)

$$K_{min,h} = \alpha_{min} \times \beta_{min} \dots \dots \dots (II.9)$$

$$K_{min,h} = 0.50 \times 0.62 = 0.31$$

Calcul des besoins de consommation

$$Q_{min,h} = K_{min,h} \times Q_{moy,h} \dots \dots \dots (II.8)$$

$$Q_{min,h} = 0.31 \times 453.50 = 141.25 \text{ m}^3/h$$

$$Q_{min,h} = 39.24 \text{ l/s}$$

6.4. Régime de consommation horaire à l'horizon de 2050

Les débits horaires sont calculés par la formule (II.10)

$$Q_{h,i} = C \times Q_{max,j} \dots \dots \dots (II.10)$$

Les résultats sont résumés dans le tableau II.13 :

Tableau II.13 - Variation de la consommation horaire 2050

Heures	Consommation %	Consommation m ³ /h	Consommation cumulée	
			%	m ³ /j
0-1	1.50%	163.26	1.50%	163.26
1-2	1.50%	163.26	3.00%	326.52
2-3	1.50%	163.26	4.50%	489.78
3-4	1.50%	163.26	6.00%	653.04
4-5	2.50%	272.10	8.50%	925.13
5-6	3.50%	380.94	12.00%	1306.07
6-7	4.50%	489.78	16.50%	1795.85
7-8	5.50%	598.62	22.00%	2394.47
8-9	6.25%	680.25	28.25%	3074.71
9-10	6.25%	680.25	34.50%	3754.96
10-11	6.25%	680.25	40.75%	4435.20
11-12	6.25%	680.25	47.00%	5115.45
12-13	5.00%	544.20	52.00%	5659.64
13-14	5.00%	544.20	57.00%	6203.84
14-15	5.50%	598.62	62.50%	6802.46
15-16	6.00%	653.04	68.50%	7455.49
16-17	6.00%	653.04	74.50%	8108.53
17-18	5.50%	598.62	80.00%	8707.15
18-19	5.00%	544.20	85.00%	9251.34
19-20	4.50%	489.78	89.50%	9741.12
20-21	4.00%	435.36	93.50%	10176.48
21-22	3.00%	326.52	96.50%	10502.99
22-23	2.00%	217.68	98.50%	10720.67
23-0	1.50%	163.26	100.00%	10883.93

Source : Alimentation en eau potable des agglomérations, B.SALAH, 2014

Calcul des besoins de consommation

D'après le tableau ci-dessus on remarque que les heures de pointes de consommation sont les heures entre 8 heure du matin et jusqu'à midi, avec un débit maximale horaire estimé à 680.25 m³/h et la consommation minimale est estimer à 163.26 m³/h entre 23 heures et 4 heures.

6.5. Tracés des graphiques de consommation horaire à l'horizon de 2050

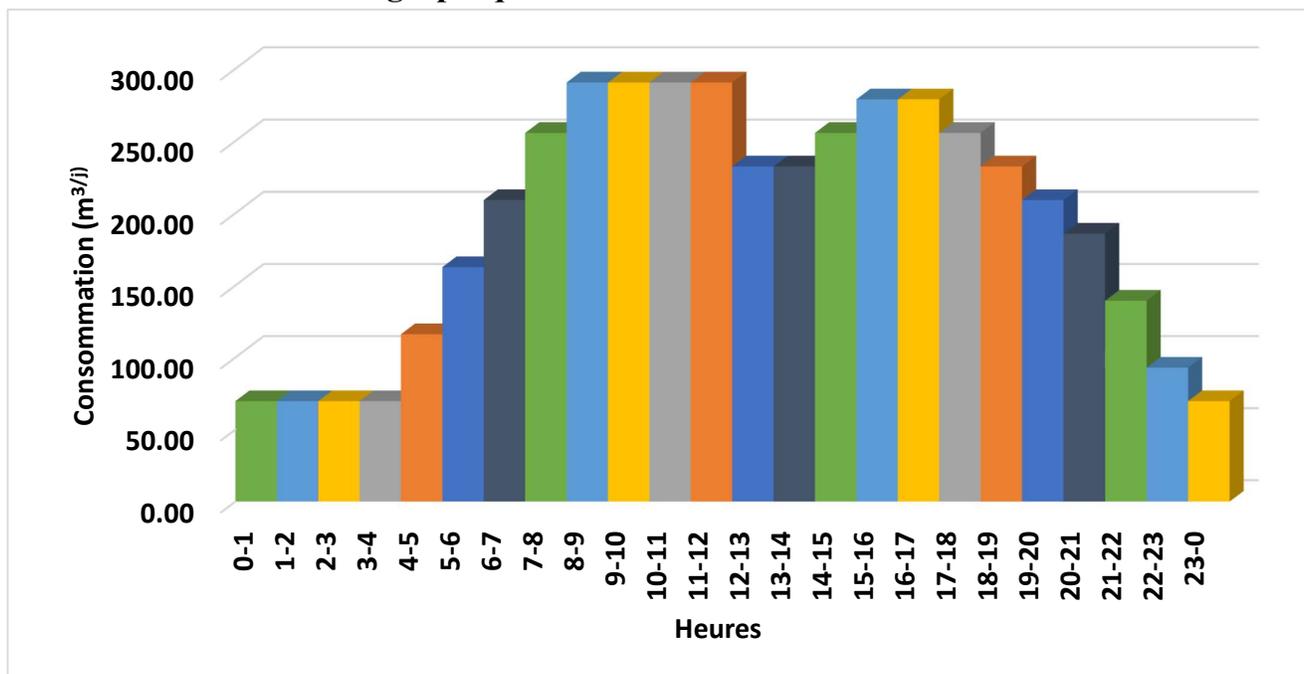


Figure II.3 - Histogramme de la variation de la consommation horaire 2050

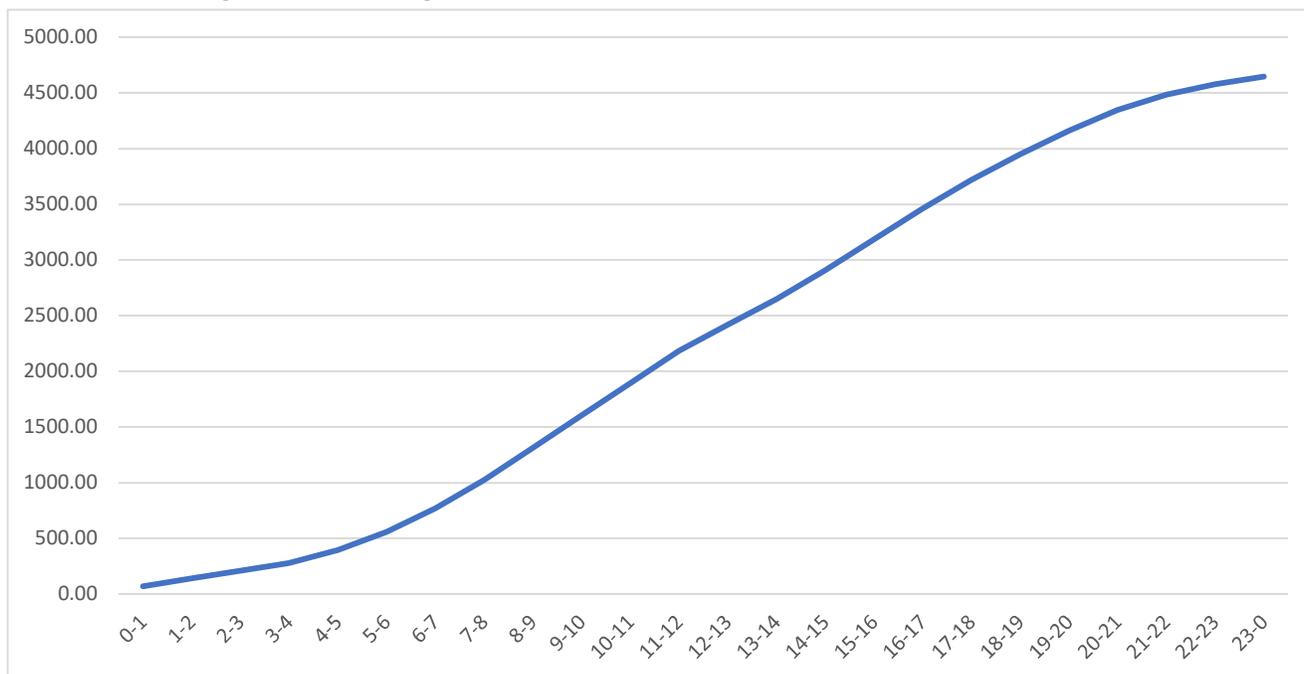


Figure II.4 - Courbe intégrale de consommation horaire 2050

7. Conclusion

A la fin de ce chapitre, on a une vision sur l'ampleur de la consommation future de la ville de KAOUS. On peut ainsi entamer une étude de diagnostic des ressources disponibles si elles peuvent satisfaire l'augmentation de la population qui a été estimée à doubler dans l'horizon de 2050, et aussi vérifier le système d'alimentation actuel disponible du point de vue de son état physique (Etats des conduites ; Matériaux utilisés ; Etats des réservoirs) et aussi du côté hydraulique s'il peut maintenir une alimentation dans les normes en termes des vitesses et pressions.

Chapitre III

Etat actuel du réseau de distribution

1.Introduction

La ville de KAOUS est actuellement alimentée en eau potable avec un réseau d'alimentation très âgé. En conséquence, on remarque que le fonctionnement de ce dernier n'est pas fiable et son service n'est pas satisfaisant. On va donc évaluer l'état du réseau du côté hydraulique (Pressions et vitesses) et aussi du côté physique (Etat des canalisations et équipements composant le réseau).

2.Objectif du diagnostic du réseau :

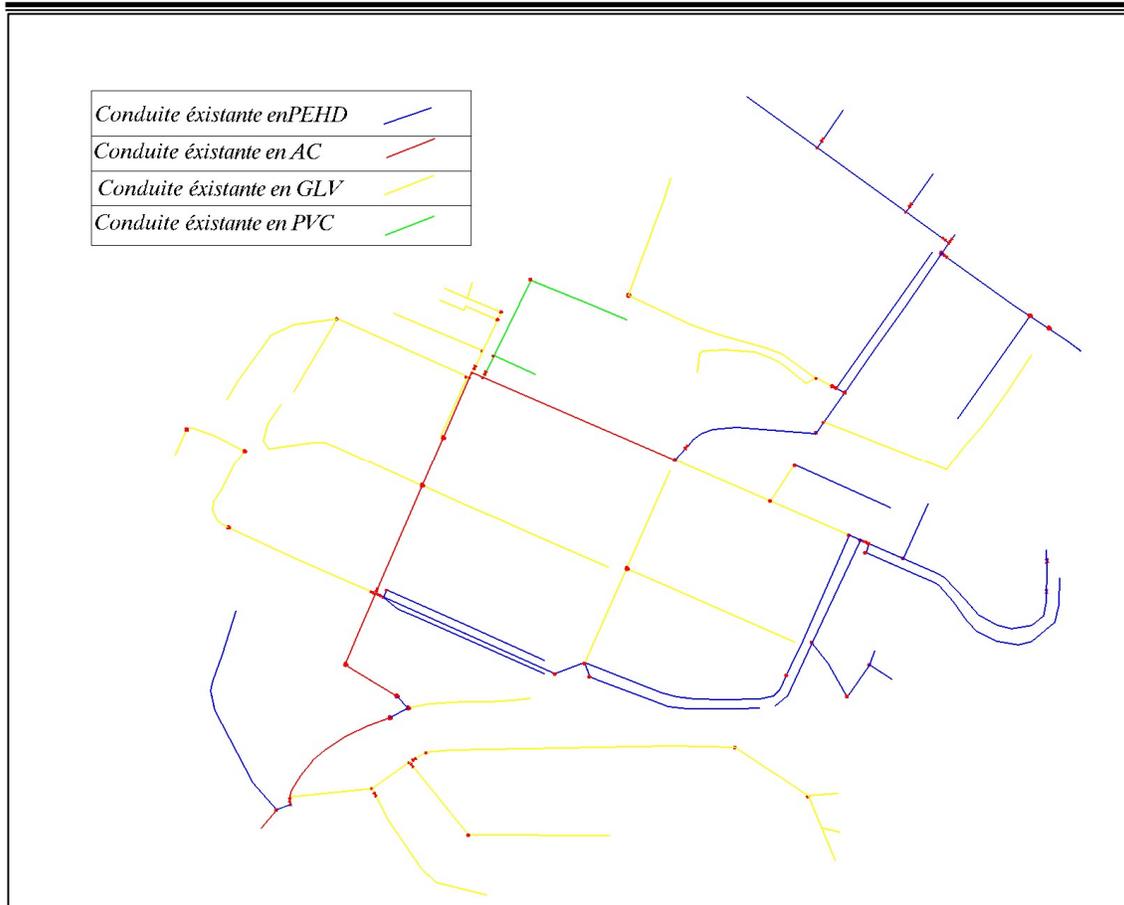
L'étude du diagnostic du réseau nous permet d'évaluer ces capacités actuelles, et élaborer un bilan des points faibles, pour aboutir à un plan d'action concernant les différents composants de ce réseau. Notre étude sera décomposée en trois principaux points d'enquête :

- Etat physique actuelle du réseau de distribution (Type matériaux ; Usures des conduites ; Etats des accessoires et pièces spéciales) ;
- Etat hydraulique du réseau de distribution (Vitesse et pression ; capacité de servir en bonne condition vis-à-vis des extensions et d'augmentation de la population) ;
- Etat des ouvrages de stockage.

3.Etat physique

D'après les données fournies par les services techniques de l'APC de KAOUS, on a élaboré un bilan des conduites constituant le réseau existant du chef-lieu de la commune. Le schéma suivant présente la disposition du réseau actuel :

Etat actuel du réseau de distribution



Source : Service technique APC KAOUS

Figure III.1 - Tracé en plan du réseau d'AEP existant

Le tableau III.1 détaille le linéaire des conduites existantes par diamètre et type du matériau utilisé ainsi que la longueur :

Tableau III.1 - Détails de composition du réseau existant

Diamètre de la conduite (mm)	Matériau	Longueur (ml)
DN75	PEHD	240
DN160	PEHD	125.88
DN40	PEHD	121.1
DN200	PEHD	164.1
DN50	PEHD	161.4
DN42/32	GLV	125.37
DN63	GLV	214.35
DN63	GLV	141.35
DN63	GLV	264.2
DN250	PEHD	137.75
DN90	PVC	249.3
DN63	GLV	279
DN200	AC	201.3

Etat actuel du réseau de distribution

Diamètre de la conduite (mm)	Matériau	Longueur (ml)
DN200	GLV	182.11
DN63	GLV	41.81
DN40	PEHD	105.5
DN125	PEHD	400
DN50	PEHD	175.25
DN50	PEHD	115.27
DN75	PEHD	150.5
DN40	PEHD	69.3
DN90	PEHD	205
DN50	PEHD	169.2
DN63	GLV	175.53
DN63	GLV	104.32
DN90	PEHD	165.5
DN50	PEHD	166.5
DN250	AC	116.4
DN63	GLV	200
DN63	GLV	292.2
DN250	AC	154.5
DN63	GLV	63.22
DN63	GLV	110
DN63	GLV	81.18
DN63	GLV	146.61
DN63	GLV	152.74
DN63	GLV	174.91
DN250	AC	71.4
DN250	AC	62.47
DN250	PEHD	22.14
DN250	PEHD	18.05
DN63	GLV	113
DN250	AC	132.3
DN40	PEHD	183.8
DN110	GLV	79.41
DN90	GLV	160.87
DN90	GLV	62.83
DN90	GLV	256.72
DN90	GLV	84.87
DN90	GLV	400
DN90	GLV	236.72

Source : Service technique APC KAOUS

La récapitulation des données du tableau III.1 est donnée dans le tableau III.2 :

Tableau III.2 - Résultat du diagnostic physique du réseau existant

Matériaux	Longueur (ml)	Pourcentage
PEHD	2496.24	34.54%
PVC	249.3	3.45%
AC	738.37	10.22%
GLV	3743.32	51.79%
Total	7227.23	100.00%

Remarque : On constate que la majorité du réseau est composé des matériaux dépassés (Amiante ciment ; Acier galvaniser ; PVC) et quelques tronçons d'extension de petits diamètres en PEHD.

4. Etat hydraulique

En se basant sur le calcul des besoins actuel de l'agglomération, on fait une analyse hydraulique du réseau pour vérifier son fonctionnement hydraulique concernant les pressions, et les vitesses d'écoulement. Afin d'effectuer cette analyse, on utilise le logiciel EPANET.

On considère deux cas de fonctionnement de réseau pour notre bilan hydraulique :

- Cas de fonctionnement en débit de pointe.
- Cas de fonctionnement en débit de pointe plus incendie.

4.1. Définition du logiciel EPANET

EPANET est un logiciel utilisé partout dans le monde pour modéliser les réseaux de distribution d'eau potable. Il a été développé comme un outil permettant de comprendre le mouvement et le devenir des constituants de l'eau potable dans les réseaux de distribution, et peut être utilisé pour de nombreux types d'applications dans l'analyse des systèmes de distribution. Aujourd'hui, les ingénieurs et les consultants utilisent EPANET pour concevoir et dimensionner de nouvelles infrastructures hydrauliques, moderniser l'infrastructure vieillissante existante, optimiser le fonctionnement des réservoirs et des pompes, réduire la consommation d'énergie, étudier les problèmes de qualité de l'eau et se préparer aux urgences. Il peut également être utilisé pour modéliser les menaces de contamination et évaluer la résilience aux menaces de sécurité ou aux catastrophes naturelles.

4.2. Débit entrant dans le réseau

C'est le débit maximal consommé dans le réseau de distribution :

$$Q_{consommé} = \sum Q_{ri} + \sum Q_{concentré} \dots \dots \dots (III.1)$$

Avec :

- $Q_{consommé}$: Débit maximal consommé (l/s)
- $\sum Q_{ri}$: Somme des débits en routes dans chaque tronçon (l/s)
- $\sum Q_{concentré}$: Somme des débits concentrés soutirés dans le réseau (l/s)

Comme notre réseau ne contient pas de consommation concentrée, $\sum Q_{concentré} = 0$, On aboutit à la relation suivante :

$$Q_{consommé} = \sum Q_{ri} \dots \dots \dots (III.2)$$

4.3.Calcul des débits spécifiques

On considère l'hypothèse que les besoins sont également répartis sur le long de la longueur du réseau de distribution. On a donc le débit spécifique calculé par :

$$q_{sp} = \frac{\sum Q_{ri}}{\sum L_i} \dots \dots \dots (III.3)$$

Avec :

- q_{sp} : Débit spécifique (l/s/ml)
- $\sum Q_{ri}$: Somme des débits en routes de chaque tronçon (l/s)
- $\sum L_i$: Somme des longueurs des tronçons assurant un service en route (ml)

On résume le résultat de calcul dans le tableau III.3 :

Tableau III.3 - Calcul du débit spécifique

Ville	KAOUS
$\sum Q_{ri}$ (l/s)	82.76
$\sum L_i$ (l/s)	8692.41
q_{sp} (l/s/ml)	0.010

4.4.Calcul des débits en route dans chaque tronçon

C'est le débit consommé le long de chaque tronçon et donné par la relation :

$$Q_{ri} = q_{sp} \times L_i \dots \dots \dots (III.4)$$

Avec :

- Q_{ri} : Débits en route (l/s)
- q_{sp} : Débit spécifique (l/s/ml)
- L_i : Longueurs du tronçon (ml)

4.5. Calcul des débits aux nœuds

Les débits concentrés en chaque nœud de consommation, représentent la moitié des débits consommés dans les tronçons autour du nœud considéré.

Un débit nodal pour un nœud donné est calculé par la formule ainsi :

$$Q_{ni} = 0.5 \times \sum Q_{ri} + \sum Q_{cci} \dots \dots \dots \dots \dots \dots (III.5)$$

Avec :

- Q_{ni} : Débit nodal dans le nœud considéré. (l/s)
- $\sum Q_{ri}$: Somme des débits en routes des tronçons adjacents au nœud considéré. (l/s)
- $\sum Q_{cci}$: Somme des débits concentrés dans le nœud considéré. (l/s)

4.6. Calcul des débits

Pour notre étude on a considéré deux cas de fonctionnement pour le calcul, pour le cas de fonctionnement en pointe les débits seront calculé par les formules ci-dessus et pour le cas de fonctionnement en pointe plus incendie on applique les mêmes formules avec l'ajout d'un débit d'incendie exigé à 17 l/s dans le nœud le plus défavorable. Pour notre cas, c'est le point le plus éloigné du réservoir, donc le nœud 90.

Les résultats de calcul des débits en routes et les débits nodaux sont résumés dans le tableau III.4 :

Etat actuel du réseau de distribution

Tableau III.4 - Calcul des débits nodaux

Nœud ID	Tronçon ID	Longueur (m)	Débit en route (P) (l/s)	Débit en route (P+I) (l/s)	Débit nodale (P) (l/s)	Débit nodale (P+I) (l/s)
1	1-2	23.27	0.22	0.22	0.11	0.11
2	1-2	23.27	0.22	0.22	1.20	1.20
	2-3	213.80	2.04	2.04		
	2-4	14.13	0.13	0.13		
3	2-3	213.80	2.04	2.04	1.02	1.02
4	2-4	14.13	0.13	0.13	0.10	0.10
	4-5	7.77	0.07	0.07		
5	4-5	7.77	0.07	0.07	1.12	1.12
	5-6	147.90	1.41	1.41		
	5-7	79.57	0.76	0.76		
6	5-6	147.90	1.41	1.41	1.34	1.34
	6-19	118.00	1.12	1.12		
	6-20	15.88	0.15	0.15		
7	5-7	79.57	0.76	0.76	1.36	1.36
	7-8	160.90	1.53	1.53		
	7-9	44.17	0.42	0.42		
8	7-8	160.90	1.53	1.53	0.77	0.77
9	7-9	44.17	0.42	0.42	0.73	0.73
	9-10	90.40	0.86	0.86		
	9-12	18.82	0.18	0.18		
10	9-10	90.40	0.86	0.86	1.08	1.08
	10-11	135.70	1.29	1.29		
11	10-11	135.70	1.29	1.29	0.65	0.65
12	9-12	18.82	0.18	0.18	1.51	1.51
	12-13	297.60	2.83	2.83		
13	12-13	297.60	2.83	2.83	1.82	1.82
	13-14	84.47	0.80	0.80		
14	13-14	84.47	0.80	0.80	0.70	0.70
	14-15	28.87	0.27	0.27		
	14-16	33.59	0.32	0.32		
15	14-15	28.87	0.27	0.27	0.14	0.14
16	14-16	33.59	0.32	0.32	0.41	0.41
	16-17	18.20	0.17	0.17		
	16-18	33.31	0.32	0.32		
17	16-17	18.20	0.17	0.17	0.09	0.09
18	16-18	33.31	0.32	0.32	0.16	0.16
19	6-19	118.00	1.12	1.12	0.56	0.56

Etat actuel du réseau de distribution

Nœud ID	Tronçon ID	Longueur (m)	Débit en route (P) (l/s)	Débit en route (P+I) (l/s)	Débit nodale (P) (l/s)	Débit nodale (P+I) (l/s)
20	6-20	15.88	0.15	0.15	0.36	0.36
	20-21	58.82	0.56	0.56		
21	20-21	58.82	0.56	0.56	0.63	0.63
	21-22	74.44	0.71	0.71		
22	21-22	74.44	0.71	0.71	1.68	1.68
	22-23	8.73	0.08	0.08		
	22-37	155.60	1.48	1.48		
	22-41	114.00	1.09	1.09		
23	22-23	8.73	0.08	0.08	2.56	2.56
	23-24	174.90	1.67	1.67		
	23-25	181.10	1.72	1.72		
	23-26	172.50	1.64	1.64		
24	23-24	174.90	1.67	1.67	0.83	0.83
25	23-25	181.10	1.72	1.72	1.01	1.01
	25-27	30.46	0.29	0.29		
26	23-26	172.50	1.64	1.64	0.82	0.82
27	25-27	30.46	0.29	0.29	2.40	2.40
	27-28	14.23	0.14	0.14		
	27-30	360.50	3.43	3.43		
	27-49	99.30	0.95	0.95		
28	27-28	14.23	0.14	0.14	0.87	0.87
	28-29	169.50	1.61	1.61		
29	28-29	169.50	1.61	1.61	0.81	0.81
30	27-30	360.50	3.43	3.43	2.17	2.17
	30-52	11.94	0.11	0.11		
	30-73	82.77	0.79	0.79		
31	31-32	71.86	0.68	0.68	0.34	0.34
32	31-32	71.86	0.68	0.68	1.16	1.16
	32-33	62.42	0.59	0.59		
	32-52	109.60	1.04	1.04		
33	32-33	62.42	0.59	0.59	0.48	0.48
	33-34	38.00	0.36	0.36		
34	33-34	38.00	0.36	0.36	0.37	0.37
	34-35	14.31	0.14	0.14		
	34-36	25.47	0.24	0.24		
35	34-35	14.31	0.14	0.14	0.07	0.07
36	34-36	25.47	0.24	0.24	0.12	0.12
37	22-37	155.60	1.48	1.48	1.17	1.17
	37-38	89.23	0.85	0.85		

Etat actuel du réseau de distribution

Nœud ID	Tronçon ID	Longueur (m)	Débit en route (P) (l/s)	Débit en route (P+I) (l/s)	Débit nodale (P) (l/s)	Débit nodale (P+I) (l/s)
38	37-38	89.23	0.85	0.85	0.71	0.71
	38-39	60.60	0.58	0.58		
39	38-39	60.60	0.58	0.58	0.42	0.42
	39-40	27.21	0.26	0.26		
40	39-40	27.21	0.26	0.26	0.13	0.13
41	22-41	114.00	1.09	1.09	2.70	2.70
	41-42	206.00	1.96	1.96		
	41-43	50.61	0.48	0.48		
	41-48	195.80	1.86	1.86		
42	41-42	206.00	1.96	1.96	0.98	0.98
43	41-43	50.61	0.48	0.48	0.89	0.89
	43-44	66.09	0.63	0.63		
	43-58	69.25	0.66	0.66		
44	43-44	66.09	0.63	0.63	0.97	0.97
	44-45	137.70	1.31	1.31		
45	44-45	137.70	1.31	1.31	1.72	1.72
	45-46	81.94	0.78	0.78		
	45-47	141.50	1.35	1.35		
46	45-46	81.94	0.78	0.78	0.39	0.39
47	45-47	141.50	1.35	1.35	0.67	0.67
48	41-48	195.80	1.86	1.86	0.93	0.93
49	27-49	99.30	0.95	0.95	1.81	1.81
	49-50	176.50	1.68	1.68		
	49-51	103.40	0.98	0.98		
50	49-50	176.50	1.68	1.68	0.84	0.84
51	49-51	103.40	0.98	0.98	0.49	0.49
52	30-52	11.94	0.11	0.11	0.62	0.62
	32-52	109.60	1.04	1.04		
	52-53	8.91	0.08	0.08		
53	52-53	8.91	0.08	0.08	1.51	1.51
	53-54	36.17	0.34	0.34		
	53-57	272.10	2.59	2.59		
54	53-54	36.17	0.34	0.34	2.35	2.35
	54-55	57.83	0.55	0.55		
	54-56	400.00	3.81	3.81		
55	54-55	57.83	0.55	0.55	0.28	0.28
56	54-56	400.00	3.81	3.81	1.90	1.90
57	53-57	272.10	2.59	2.59	1.30	1.30

Etat actuel du réseau de distribution

Nœud ID	Tronçon ID	Longueur (m)	Débit en route (P) (l/s)	Débit en route (P+I) (l/s)	Débit nodale (P) (l/s)	Débit nodale (P+I) (l/s)
58	43-58	69.25	0.66	0.66	0.50	0.50
	58-59	23.43	0.22	0.22		
	58-71	11.42	0.11	0.11		
59	58-59	23.43	0.22	0.22	0.71	0.71
	59-60	92.47	0.88	0.88		
	59-61	33.40	0.32	0.32		
60	59-60	92.47	0.88	0.88	0.44	0.44
61	59-61	33.40	0.32	0.32	0.49	0.49
	61-62	8.39	0.08	0.08		
	61-66	61.83	0.59	0.59		
62	61-62	8.39	0.08	0.08	0.21	0.21
	62-63	34.94	0.33	0.33		
63	62-63	34.94	0.33	0.33	0.36	0.36
	63-64	16.01	0.15	0.15		
	63-65	23.90	0.23	0.23		
64	63-64	16.01	0.15	0.15	0.08	0.08
65	63-65	23.90	0.23	0.23	0.11	0.11
66	61-66	61.83	0.59	0.59	0.29	0.29
67	67-68	100.30	0.95	0.95	0.48	0.48
68	68-69	81.95	0.78	0.78	0.87	0.87
	67-68	100.30	0.95	0.95		
69	68-69	81.95	0.78	0.78	0.71	0.71
	69-70	43.95	0.42	0.42		
	69-71	23.37	0.22	0.22		
70	69-70	43.95	0.42	0.42	0.21	0.21
71	58-71	11.42	0.11	0.11	1.12	1.12
	69-71	23.37	0.22	0.22		
	71-72	201.00	1.91	1.91		
72	71-72	201.00	1.91	1.91	2.14	2.14
	72-73	100.40	0.96	0.96		
	72-76	147.10	1.40	1.40		
73	30-73	82.77	0.79	0.79	1.07	1.07
	72-73	100.40	0.96	0.96		
	73-74	41.81	0.40	0.40		
74	73-74	41.81	0.40	0.40	0.68	0.68
	74-75	101.70	0.97	0.97		
75	74-75	101.70	0.97	0.97	0.48	0.48
76	72-76	147.10	1.40	1.40	0.77	0.77
	76-77	13.82	0.13	0.13		

Etat actuel du réseau de distribution

Nœud ID	Tronçon ID	Longueur (m)	Débit en route (P) (l/s)	Débit en route (P+I) (l/s)	Débit nodale (P) (l/s)	Débit nodale (P+I) (l/s)
77	76-77	13.82	0.13	0.13	1.49	1.49
	77-78	265.20	2.53	2.53		
	77-79	34.50	0.33	0.33		
78	77-78	265.20	2.53	2.53	1.26	1.26
79	77-79	34.50	0.33	0.33	0.99	0.99
	79-80	164.10	1.56	1.56		
	79-91	9.07	0.09	0.09		
80	79-80	164.10	1.56	1.56	1.34	1.34
	80-81	104.30	0.99	0.99		
	80-84	12.70	0.12	0.12		
81	80-81	104.30	0.99	0.99	1.36	1.36
	81-82	121.10	1.15	1.15		
	81-83	59.82	0.57	0.57		
82	81-82	121.10	1.15	1.15	0.58	0.58
83	81-83	59.82	0.57	0.57	0.28	0.28
84	80-84	12.70	0.12	0.12	0.35	0.35
	84-85	9.54	0.09	0.09		
	84-86	51.19	0.49	0.49		
85	84-85	9.54	0.09	0.09	0.05	0.05
86	84-86	51.19	0.49	0.49	0.96	0.96
	86-87	44.74	0.43	0.43		
	86-88	105.40	1.00	1.00		
87	86-87	44.74	0.43	0.43	0.21	0.21
88	86-88	105.40	1.00	1.00	1.11	1.11
	88-89	43.56	0.41	0.41		
	88-90	83.56	0.80	0.80		
89	88-89	43.56	0.41	0.41	0.21	0.21
90	88-90	83.56	0.80	0.80	0.40	17.40
91	79-91	9.07	0.09	0.09	0.83	0.83
	91-92	161.40	1.54	1.54		
	91-93	3.75	0.04	0.04		
92	91-92	161.40	1.54	1.54	0.77	0.77
93	91-93	3.75	0.04	0.04	0.10	0.10
	93-94	17.75	0.17	0.17		
94	93-94	17.75	0.17	0.17	1.71	1.71
	94-95	199.10	1.90	1.90		
	94-98	141.90	1.35	1.35		
95	94-95	199.10	1.90	1.90	1.41	1.41
	95-96	98.02	0.93	0.93		

Etat actuel du réseau de distribution

Nœud ID	Tronçon ID	Longueur (m)	Débit en route (P) (l/s)	Débit en route (P+I) (l/s)	Débit nodale (P) (l/s)	Débit nodale (P+I) (l/s)
96	96-97	22.89	0.22	0.22	0.58	0.58
	95-96	98.02	0.93	0.93		
97	96-97	22.89	0.22	0.22	0.11	0.11
98	94-98	141.90	1.35	1.35	0.68	0.68

4.7. Résultats de la simulation (Etat hydraulique)

Après l'introduction des différents paramètres hydraulique de notre réseau : Diamètres ; Rugosités ; longueurs ; les caractéristiques des réservoirs existant ainsi que les débits nodaux de consommation, on lance la simulation et on extrait l'état des nœuds et des arcs de notre réseau.

Les schémas suivants montrent les résultats obtenus lors de la simulation pour les deux cas de fonctionnement :

Etat actuel du réseau de distribution

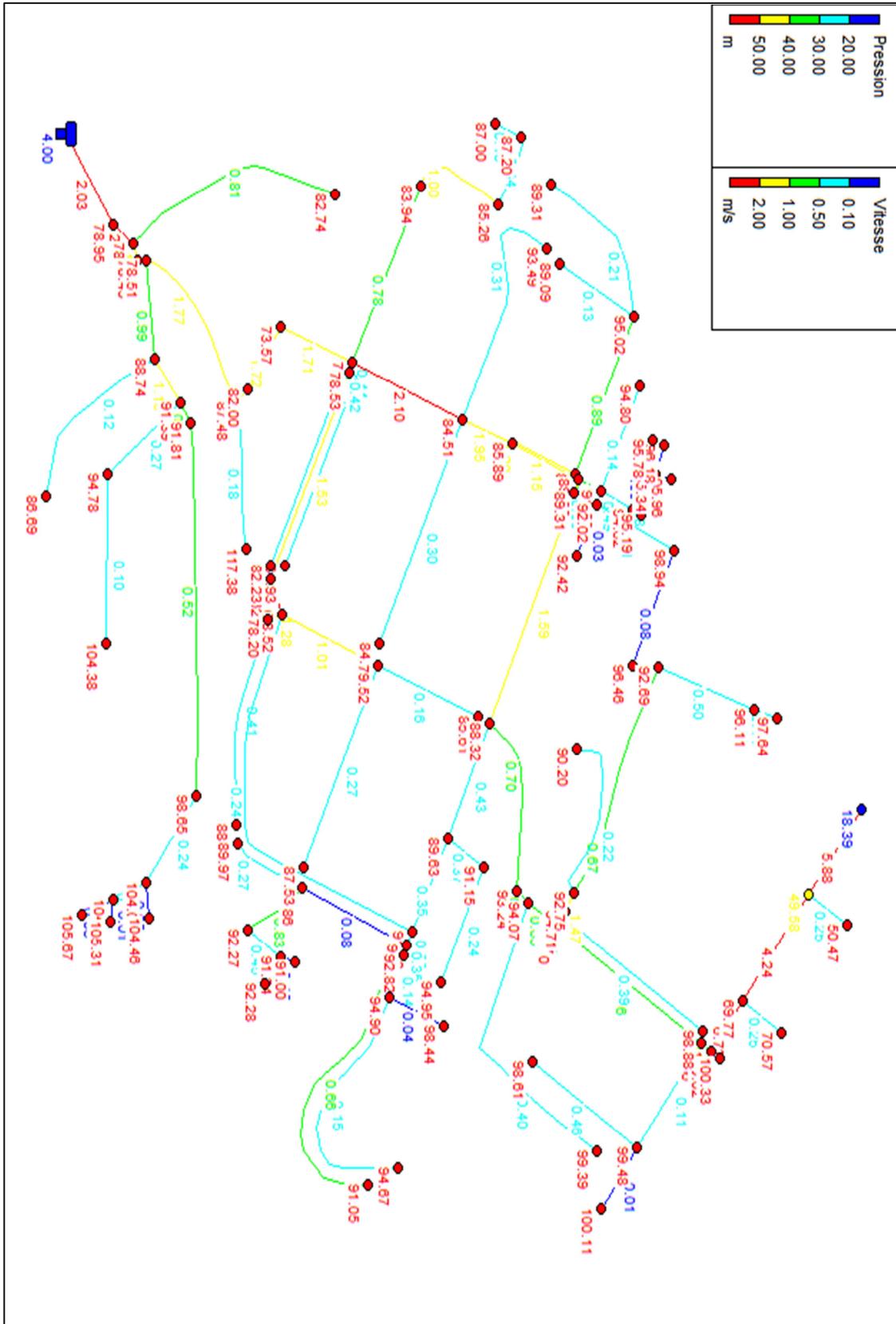


Figure III.3 - Etat du réseau existant au cas de pointe plus incendie

Etat actuel du réseau de distribution

Les résultats obtenus sont détaillés dans les tableaux III.5 et III.6 :

Tableau III.5 - Résultats de simulation – Etat des nœuds

Noeud ID	Altitude	Pointe		Pointe + Incendie	
		Demande Base (l/s)	Pression (m)	Demande Base (l/s)	Pression (m)
1	69.99	0.11	84.74	0.11	78.95
2	69.99	1.2	84.5	1.2	78.61
3	61.55	1.02	88.63	1.02	82.74
4	69.96	0.1	84.43	0.1	78.49
5	69.83	1.12	84.48	1.12	78.51
6	59.23	1.34	94.01	1.34	87.48
7	58.81	1.36	94.71	1.36	88.74
8	60.81	0.77	92.66	0.77	86.69
9	55.41	0.73	97.36	0.73	91.39
10	51.91	1.08	100.75	1.08	94.78
11	42.29	0.65	110.35	0.65	104.38
12	54.85	1.51	97.78	1.51	91.81
13	46.87	1.82	104.62	1.82	98.65
14	41.43	0.7	109.98	0.7	104.01
15	40.98	0.14	110.43	0.14	104.46
16	40.87	0.41	110.54	0.41	104.57
17	40.13	0.09	111.28	0.09	105.31
18	39.77	0.16	111.64	0.16	105.67
19	29.23	0.56	123.91	0.56	117.38
20	64.55	0.36	88.58	0.36	82
21	72.35	0.63	80.38	0.63	73.57
22	66.51	1.68	85.73	1.68	78.65
23	66.62	2.56	85.61	2.56	78.53
24	62.38	0.83	89.01	0.83	81.93
25	61.23	1.01	88.31	1.01	79.62
26	62.11	0.82	89.31	0.82	82.23
27	60.73	2.4	87.88	2.4	78.52
28	60.41	0.87	87.55	0.87	78.2
29	49.16	0.81	98.03	0.81	88.68
30	47.06	2.17	101.58	2.17	91.9
31	48.77	0.34	99.65	0.34	89.97
32	49.09	1.16	99.54	1.16	89.86
33	45.38	0.48	101.94	0.48	92.27
34	46.14	0.37	100.92	0.37	91.24
35	46.38	0.07	100.68	0.07	91
36	45.09	0.12	101.95	0.12	92.28

Etat actuel du réseau de distribution

Noeud ID	Altitude	Pointe		Pointe + Incendie	
		Demande Base (l/s)	Pression (m)	Demande Base (l/s)	Pression (m)
37	59.24	1.17	91.01	1.17	83.94
38	54.66	0.71	92.33	0.71	85.26
39	52.24	0.42	94.28	0.42	87.2
40	52.43	0.13	94.08	0.13	87
41	58.36	2.7	92.48	2.7	84.51
42	48.88	0.98	101.47	0.98	93.49
43	56.08	0.89	94.23	0.89	85.89
44	52.02	0.97	96.39	0.97	88.05
45	42.79	1.72	103.36	1.72	95.02
46	48.68	0.39	97.43	0.39	89.09
47	48.33	0.67	97.65	0.67	89.31
48	58.22	0.93	92.19	0.93	84.22
49	57.68	1.81	88.87	1.81	79.52
50	49.36	0.84	96.88	0.84	87.53
51	51.52	0.49	94.96	0.49	85.61
52	46.51	0.62	102.12	0.62	92.45
53	46.13	1.51	102.49	1.51	92.82
54	44.05	2.35	104.57	2.35	94.9
55	40.50	0.28	108.12	0.28	98.44
56	44.17	1.9	104.35	1.9	94.67
57	45.01	1.3	100.73	1.3	91.05
58	52.32	0.5	97.81	0.5	89.33
59	49.46	0.71	100.31	0.71	91.83
60	46.43	0.44	103.29	0.44	94.8
61	46.48	0.49	103.11	0.49	94.62
62	45.90	0.21	103.68	0.21	95.19
63	45.72	0.36	103.83	0.36	95.34
64	45.10	0.08	104.45	0.08	95.96
65	44.88	0.11	104.67	0.11	96.18
66	45.31	0.29	104.27	0.29	95.78
67	44.92	0.48	105.02	0.48	96.46
68	42.46	0.87	107.5	0.87	98.94
69	49.43	0.71	100.58	0.71	92.02
70	49.03	0.21	100.98	0.21	92.42
71	52.18	1.12	97.87	1.12	89.31
72	50.79	2.14	98.05	2.14	88.32
73	49.39	1.07	99.33	1.07	89.63
74	47.75	0.68	100.85	0.68	91.15
75	43.76	0.48	104.65	0.48	94.95

Etat actuel du réseau de distribution

Noeud ID	Altitude	Pointe		Pointe + Incendie	
		Demande Base (l/s)	Pression (m)	Demande Base (l/s)	Pression (m)
76	45.63	0.77	103.14	0.77	93.24
77	44.78	1.49	103.98	1.49	94.07
78	38.47	1.26	109.3	1.26	99.39
79	43.50	0.99	105.25	0.99	95.3
80	38.83	1.34	109.88	1.34	99.56
81	38.91	1.36	109.79	1.36	99.48
82	38.88	0.58	108.93	0.58	98.61
83	38.27	0.28	110.43	0.28	100.11
84	38.35	0.35	110.36	0.35	100.02
85	38.04	0.05	110.67	0.05	100.33
86	38.09	0.96	109.78	0.96	69.77
87	37.14	0.21	110.57	0.21	70.57
88	37.68	1.11	109.92	1.11	49.58
89	36.65	0.21	110.81	0.21	50.47
90	30.26	0.4	117.3	17.4	18.39
91	43.70	0.83	105.02	0.83	95.07
92	39.12	0.77	108.83	0.77	98.88
93	43.90	0.1	104.66	0.1	94.71
94	45.13	1.71	102.7	1.71	92.75
95	43.26	1.41	102.64	1.41	92.69
96	38.94	0.58	106.06	0.58	96.11
97	37.39	0.11	107.59	0.11	97.64
98	47.50	0.68	100.16	0.68	90.2

Etat actuel du réseau de distribution

Les figures 4 et 5 montrent la distribution des pressions dans le réseau pour chaque cas de fonctionnement :



Figure III.4 - Distribution des pressions du réseau existant (cas de pointe + incendie)

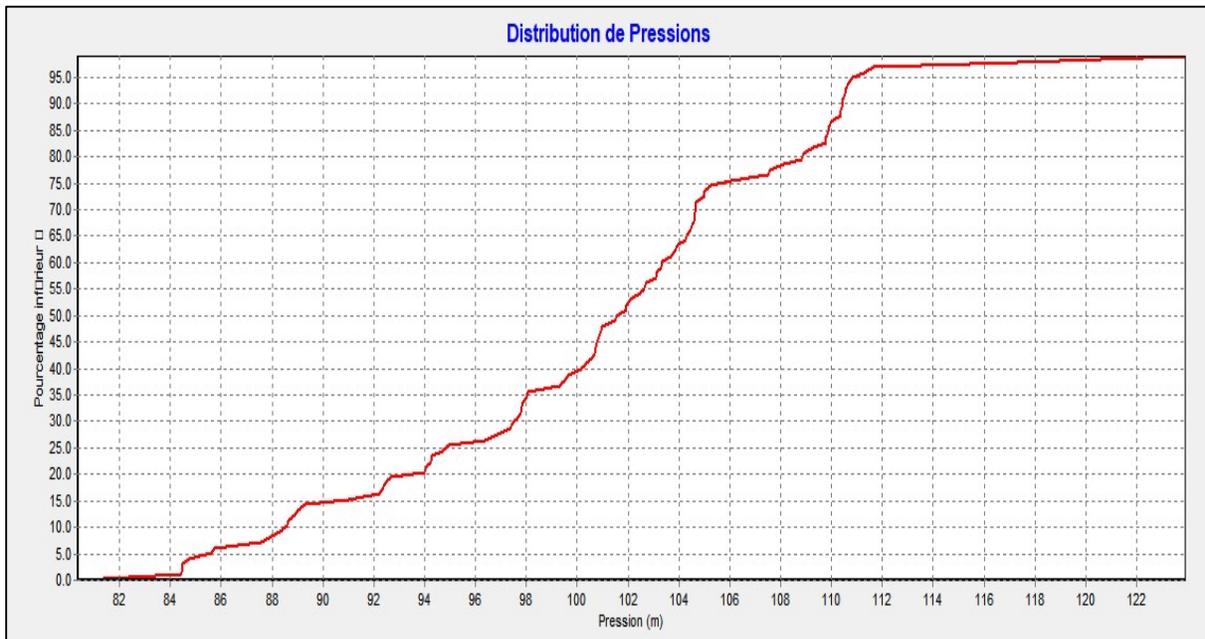


Figure III.5 - Distribution des pressions du réseau existant (cas de pointe)

Etat actuel du réseau de distribution

Tableau III.6 - Résultats de simulation – Etat des arcs

Tronçon ID	Longueur (m)	Pointe			Pointe + Incendie		
		Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m)
1-2	23.27	82.72	1.69	10.02	99.72	2.03	14.4
2-3	213.8	1.02	0.81	20.18	1.02	0.81	20.18
2-4	14.13	80.5	1.64	7.84	97.5	1.99	11.19
5-6	147.9	69.86	1.42	7.23	86.86	1.77	11.02
7-8	160.9	0.77	0.12	0.27	0.77	0.12	0.27
7-9	44.17	7.29	1.15	16.87	7.29	1.15	16.87
9-10	90.4	1.73	0.27	1.15	1.73	0.27	1.15
10-11	135.7	0.65	0.1	0.2	0.65	0.1	0.2
9-12	18.82	4.83	0.76	7.72	4.83	0.76	7.72
12-13	297.6	3.32	0.52	3.82	3.32	0.52	3.82
13-14	84.47	1.5	0.24	0.89	1.5	0.24	0.89
14-15	28.87	0.14	0.02	0.01	0.14	0.02	0.01
14-16	33.59	-0.66	0.1	0.2	-0.66	0.1	0.2
16-17	18.2	0.09	0.01	0.01	0.09	0.01	0.01
16-18	33.31	-0.16	0.03	0.01	-0.16	0.03	0.01
6-19	118	0.56	0.18	0.86	0.56	0.18	0.86
6-20	15.88	67.96	1.38	6.86	84.96	1.73	10.56
20-21	58.82	67.6	1.38	6.79	84.6	1.72	10.47
21-22	74.44	66.97	1.36	6.67	83.97	1.71	10.32
22-23	8.728	11.87	0.38	0.77	13.96	0.44	1.05
23-24	174.9	0.83	0.42	4.78	0.83	0.42	4.78
23-25	181.1	7.66	1.2	14.85	9.75	1.53	23.78
23-26	172.5	0.82	0.42	4.68	0.82	0.42	4.68
25-27	30.46	6.65	1.56	30.48	8.74	2.05	52.07
27-28	14.23	1.68	1.28	45.12	1.68	1.28	45.12
28-29	169.5	0.81	0.41	4.58	0.81	0.41	4.58
27-30	360.5	-0.57	0.09	0.08	1.52	0.24	0.81
31-32	71.86	-0.34	0.27	2.9	-0.34	0.27	2.9
32-33	62.42	1.04	0.83	20.9	1.04	0.83	20.9
33-34	38	0.56	0.45	6.95	0.56	0.45	6.95
34-35	14.31	0.07	0.06	0.12	0.07	0.06	0.12
34-36	25.47	0.12	0.1	0.47	0.12	0.1	0.47
22-37	155.6	2.43	0.78	12.72	2.43	0.78	12.72
37-38	89.23	1.26	1	36.54	1.26	1	36.54
38-39	60.6	0.55	0.44	7.75	0.55	0.44	7.75
39-40	27.21	0.13	0.1	0.59	0.13	0.1	0.59
22-41	114	50.99	1.62	12.26	65.9	2.1	20.13
41-42	206	0.98	0.31	2.36	0.98	0.31	2.36

Etat actuel du réseau de distribution

Tronçon ID	Longueur (m)	Pointe			Pointe + Incendie		
		Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m)
41-43	50.61	46.38	1.48	10.21	61.29	1.95	17.48
43-44	66.09	3.75	1.2	29	3.75	1.2	29
44-45	137.7	2.78	0.89	16.4	2.78	0.89	16.4
45-46	81.94	0.39	0.13	0.45	0.39	0.13	0.45
45-47	141.5	0.67	0.21	1.18	0.67	0.21	1.18
41-48	195.8	0.93	0.3	2.14	0.93	0.3	2.14
27-49	99.3	3.14	1.01	20.67	3.14	1.01	20.67
49-50	176.5	0.84	0.27	1.78	0.84	0.27	1.78
49-51	103.4	0.49	0.16	0.68	0.49	0.16	0.68
32-52	109.6	-2.54	0.08	0.05	-2.54	0.08	0.05
30-52	11.94	10.5	0.33	0.57	10.5	0.33	0.57
52-53	8.905	7.34	0.35	0.78	7.34	0.35	0.78
53-54	36.17	4.53	0.14	0.13	4.53	0.14	0.13
54-55	57.83	0.28	0.04	0.05	0.28	0.04	0.05
54-56	400	1.9	0.15	0.26	1.9	0.15	0.26
53-57	272.1	1.3	0.66	10.61	1.3	0.66	10.61
43-58	69.25	41.74	0.85	2.7	56.65	1.15	4.83
58-59	23.43	2.69	0.86	15.41	2.69	0.86	15.41
59-60	92.47	0.44	0.14	0.56	0.44	0.14	0.56
59-61	33.4	1.54	0.49	5.42	1.54	0.49	5.42
61-62	8.39	0.76	0.24	1.48	0.76	0.24	1.48
62-63	34.94	0.55	0.18	0.83	0.55	0.18	0.83
63-64	16.01	0.08	0.03	0.02	0.08	0.03	0.02
63-65	23.9	0.11	0.04	0.03	0.11	0.04	0.03
61-66	61.83	-0.29	0.09	0.27	-0.29	0.09	0.27
67-68	100.3	-0.48	0.08	0.11	-0.48	0.08	0.11
68-69	81.95	-1.35	0.21	0.67	-1.35	0.21	0.67
69-70	43.95	0.21	0.03	0.02	0.21	0.03	0.02
69-71	23.37	-2.27	0.36	1.67	-2.27	0.36	1.67
58-71	11.42	38.55	1.23	7.16	53.46	1.7	13.41
71-72	201	35.16	1.12	6	50.07	1.59	11.82
72-73	100.4	15.47	0.49	1.27	13.38	0.43	0.96
73-74	41.81	-1.16	0.37	2.85	-1.16	0.37	2.85
74-75	101.7	0.48	0.24	1.83	0.48	0.24	1.83
30-73	82.77	-13.24	0.42	0.95	-11.15	0.35	0.68
72-76	147.1	17.55	0.36	0.49	34.55	0.7	1.66
76-77	13.82	16.78	0.34	0.45	33.78	0.69	1.59
77-78	265.2	-1.26	0.4	3.74	-1.26	0.4	3.74
77-79	34.5	14.03	0.29	0.33	31.03	0.63	1.36

Etat actuel du réseau de distribution

Tronçon ID	Longueur (m)	Pointe			Pointe + Incendie		
		Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m)
79-80	164.1	6.85	0.22	0.26	23.85	0.76	2.49
80-81	104.3	2.22	0.11	0.1	2.22	0.11	0.1
81-82	121.1	0.58	0.46	7.39	0.58	0.46	7.39
81-83	59.82	0.28	0.01	0	0.28	0.01	0
80-84	12.7	3.29	0.1	0.07	20.29	0.65	1.86
84-85	9.543	0.05	0	0	0.05	0	0
84-86	51.19	2.89	0.98	16.55	19.89	6.72	596.03
86-87	44.74	0.21	0.25	3.32	0.21	0.25	3.32
86-88	105.4	1.72	0.39	2.49	18.72	4.24	195.43
88-89	43.56	0.21	0.25	3.32	0.21	0.25	3.32
88-90	83.56	0.4	0.14	0.5	17.4	5.88	462.09
79-91	9.067	6.19	0.65	3.9	6.19	0.65	3.9
91-92	161.4	0.77	0.39	4.75	0.77	0.39	4.75
93-94	17.75	4.49	1.44	40.96	4.49	1.44	40.96
94-95	199.1	2.1	0.67	9.66	2.1	0.67	9.66
95-96	98.02	0.69	0.5	9.24	0.69	0.5	9.24
96-97	22.89	0.11	0.14	1.29	0.11	0.14	1.29
94-98	141.9	-0.68	0.22	1.21	-0.68	0.22	1.21
4-5	7.774	80.4	1.64	9.49	97.4	1.98	13.76
5-7	79.57	9.42	0.99	9.96	9.42	0.99	9.96
R-1	1320.88	-82.83	1.69	10.05	-99.83	2.03	14.43
91-93	3.746	-4.59	1.47	42.73	-4.59	1.47	42.73

Etat actuel du réseau de distribution

Les figures 6 et 7 montrent la distribution des vitesses dans le réseau pour chaque cas de fonctionnement :

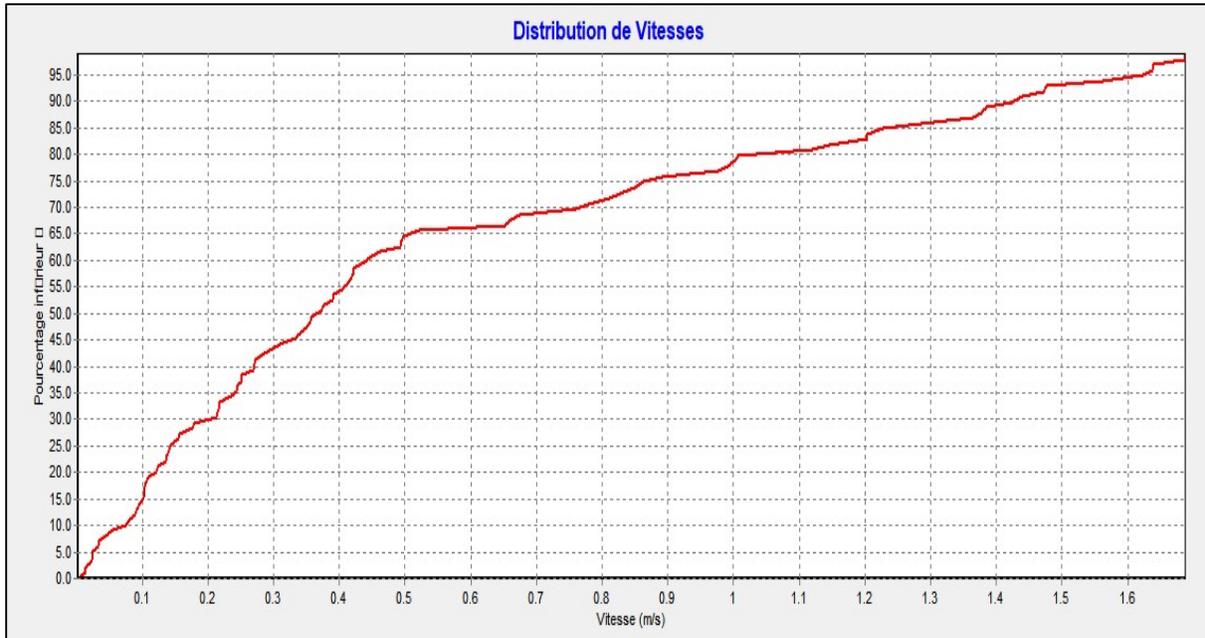


Figure III.6 - Distribution des vitesses du réseau existant (cas de pointe)

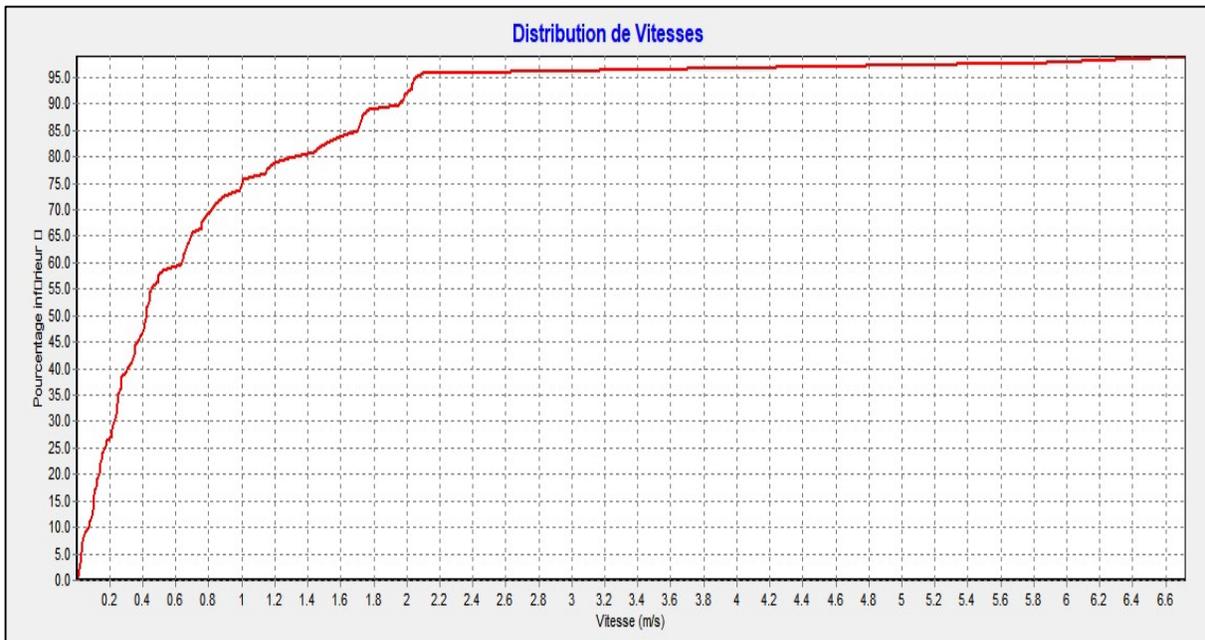


Figure III.7 - Distribution des vitesses du réseau existant (cas de pointe + incendie)

Remarques : On constate que notre réseau fonctionne mal hydrauliquement. Les vitesses dans les conduites sont très faibles presque nulles dans plusieurs tronçons dans le cas de pointe, ainsi que pour le cas de pointe + incendie, et on remarque aussi dans ce dernier une augmentation de plus de 2m/s dans plusieurs tronçons de conduites. Concernant les pressions, on voit qu'ils sont acceptables dans le cas de pointe et faibles dans le cas de pointe + incendie jusqu'à 18mce dans le point le plus défavorable.

5. Etat des ouvrages de stockage

L'alimentation de la ville de KAOUS est assurée par deux réservoirs adjacents de capacité totale de 2000 m³. On va donc effectuer un diagnostic sur la capacité du stockage pour vérifier qu'ils peuvent assurer une alimentation pour la consommation future et aussi on donne des recommandations des tests qui doivent avoir lieu pour s'assurer de la conformité structurelle des ouvrages existants.

On va détailler le calcul des réservoirs dans le chapitre IV.

6. Conclusion

Ce chapitre nous a permis de bien connaître l'état actuel de notre réseau de distribution. Ainsi on a donné les recommandations adéquates concernant les différents tronçons existants de point de vue de la qualité des conduites qui affecte directement la qualité de l'eau et aussi leur durabilité. En outre, du point de vue hydraulique notre réseau assure à peine une alimentation pour les consommateurs actuels. On procède donc à redimensionner notre réseau d'alimentation pour satisfaire la demande à long-terme (horizon de notre étude).

Chapitre IV

Etude des ouvrages de stockage

1.Introduction

Le réservoir d'alimentation en eau potable joue un rôle critique dans le fonctionnement du réseau de distribution. C'est la jonction indispensable entre la source d'eau traitée et les consommateurs dans les systèmes de réservoir en tête.

On procède dans ce qui suit à analyser la situation des réservoirs existant dans notre agglomération et vérifier leurs capacités d'assurer une quantité suffisante d'eau pour une alimentation future à l'horizon de 2050.

2.Rôles des réservoirs

Les réservoirs jouent plusieurs rôles dans un système d'alimentation en eau potable, on cite ainsi les majeures fonctions de ces ouvrages.

- Au cours d'une même journée, le débit d'apport d'eau est uniforme, alors que celui de la distribution est variable dans le temps. Le réservoir joue le rôle de régulateur de débits entre les deux régimes. Il assure la continuité d'alimentation pendant les heures d'arrêt de la pompe.
- Rôle d'emménagement d'eau pendant les heures creuses de consommation et restitution de l'eau pendant les autres heures ou la consommation est importante.
- Dans le cas où le réseau est étendu longitudinalement, et que de faibles pressions apparaissent aux points les plus éloignés du réservoir principal, on construit dans cette zone un deuxième réservoir appelé réservoir d'extrémité ou d'équilibre. Il joue donc le rôle de régulateur des pressions dans le réseau.
- Un ouvrage de sécurité assurant une réserve d'incendie dans les cas de consommations exceptionnelles (incendie).
- Ils peuvent également jouer le rôle de brise-charge dans le cas d'une distribution étagée.^[1]

3.Emplacement des réservoirs

L'emplacement du réservoir pose souvent un problème délicat à résoudre. Pour cela on a intérêt à tenir en compte des consignes ci-dessous : ^[2]

- Pour des raisons d'économie d'exploitation, il est préférable de positionner notre réservoir à un niveau inférieur que la prise d'eau de la source pour assurer un remplissage gravitaire.
- L'alimentation du réseau de distribution doit être gravitaire, donc le réservoir doit être construit à un niveau supérieur à celui de niveau le plus haut de l'agglomération considérée.
- Dans le cas de multiplicité de réservoirs, on a intérêt à les placer soit aux extrémités du réseau ou proche du centre important de consommation.

4. Type des réservoirs

Il existe plusieurs critères de classement des réservoirs, chaque critère présente plusieurs types on les cite ci-dessous :^[3]

4.1. Selon la position

- Réservoir posé sur sol.
- Réservoir enterré.
- Réservoir semi-enterré.
- Réservoir surélevé (château d'eau).

4.2. Selon la forme de la cuve

- Circulaire : utiliser pour des petites capacités de stockage.
- Rectangulaire ou carré : utiliser pour les grandes capacités de stockage divisés plusieurs compartiments pour assurer une continuité de fonctionnement.

4.3. Selon le type d'usage

- Réservoirs principaux d'accumulation et de stockage.
- Réservoirs d'équilibres.
- Réservoirs de transits.

5.Choix du type du réservoir

On considère plusieurs facteurs dans le choix de type du réservoir, et on cite :^[4]

- Conditions topographiques de la région à desservir.
- Conditions hydrauliques imposées sur le réseau de distribution.
- Le budget du projet.
- Sécurité d’approvisionnement et facilité d’exploitation.

6.Equipements d’un réservoir

6.1.Conduite d’arrivée ou d’adduction

- Arrivée par le haut : Elle a un avantage de permettre, l’oxygénation des eaux, ce qui peut être favorable pour les eaux souterraines ordinairement pauvres en oxygène, par contre elle présente l’inconvénient de libérer plus facilement le gaz carbonique dissous, et par suite favoriser l’entartrage du réservoir et des conduites avales.
- Arrivée par le bas ou siphon noyée : Elle a l’avantage de permettre le brassage des eaux qui rentrent et quittent le réservoir, permet une petite économie sur les frais d’exploitation dans le cas d’une adduction par refoulement, mais présente un inconvénient en cas d’accident sur la conduite de refoulement, le réservoir se vide par siphonage. Il peut y être remédié en déposant un clapet sur l’arrivée du réservoir

Cette conduite est munie d’un robinet-flotteur si l’adduction est gravitaire ou dispositif permettant l’arrêt du groupe électropompe si l’adduction s’effectue par refoulement pour assurer l’obturation lorsque le réservoir est rempli.^[6]

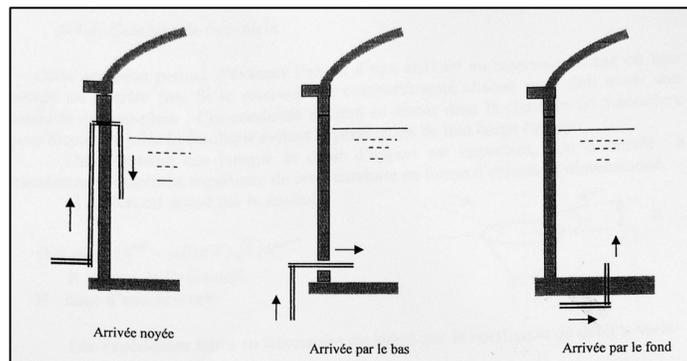


Figure IV.1 – Installation de la conduite d’arrivée

Source : Alimentation en eau potable des agglomérations, B. SALAH, 2014

6.2. Conduite de départ ou de distribution

Cette conduite est disposée à l'opposé de la conduite d'arrivée, par rapport à l'orifice de départ dans la conduite de distribution, et elle devra être située 0.15 à 0.20 m au-dessus du radier pour éviter l'entraînement des dépôts décantés dans le réservoir dans la conduite de distribution. L'extrémité est munie d'une crépine courbée afin d'éviter le phénomène de vortex. D'où la pénétration de l'air dans la conduite. Cette conduite est équipée d'une vanne à survitesse permettant la fermeture rapide en cas de rupture au niveau de cette conduite. [7]

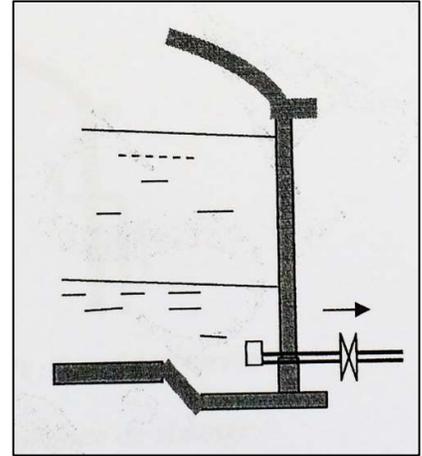


Figure IV.2 – Installation de la conduite de départ

Source : Alimentation en eau potable des agglomérations, B. SALAH, 2014

6.3. Conduite de trop-plein

Cette conduite est disposée juste au-dessus du niveau maximal du réservoir pour permettre l'évacuation du débit excédentaire lorsque le niveau d'eau dépasse sa limite au cas de défaillance du système d'arrêt des pompes ou du mécanisme de la vanne flotteur. Le trop plein est conçu de manière d'assurer efficacement l'évacuation de l'eau dans un temps raisonnable. Cette conduite est reliée avec la conduite d'alimentation pour éviter le gaspillage d'eau. [8]

6.4. Conduite de vidange

Cette conduite est disposée au point le plus bas du réservoir, généralement raccorder à la conduite du trop-plein, elle permet la vidange du réservoir pour les interventions de maintenances ou de réparations. [9]

6.5. Conduite by-pass

Elle assure la continuité de distribution au moment de nettoyage en cas d'un seul réservoir isolé, et elle relie la conduite d'adduction à celle de distribution par un tronçon de conduite appelé by-pass. [10]

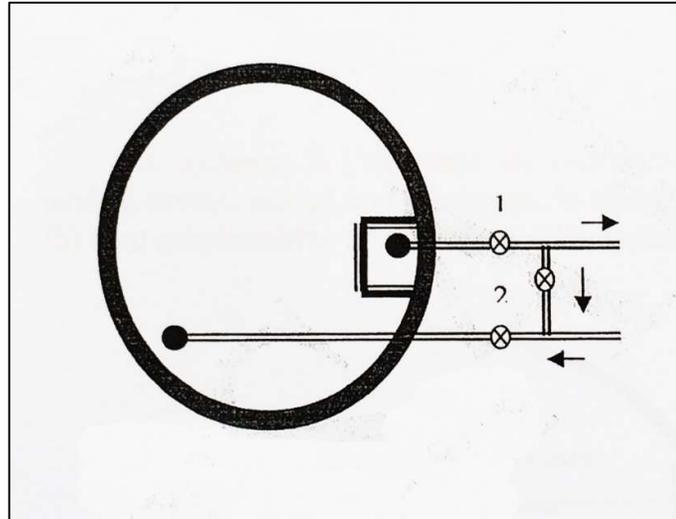


Figure IV.3 – Installation de la conduite by-pass

Source : Alimentation en eau potable des agglomérations, B. SALAH, 2014

Le schéma ci-dessous représente la disposition d'une installation d'un réservoir :

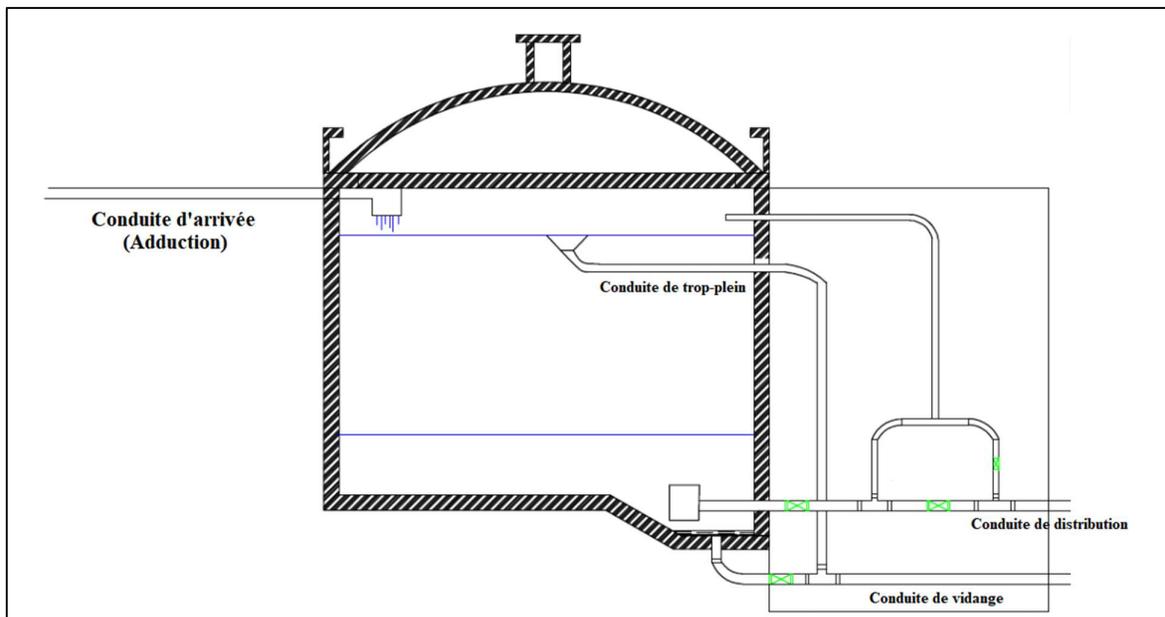


Figure IV.4 - Schéma synoptique d'une installation d'un réservoir

Source : Alimentation en eau potable des agglomérations, B. SALAH, 2014

7. Calcul du volume du réservoir

Pour calculer la capacité de stockage nécessaire pour notre consommation, on doit prendre en considération deux paramètres, le premier c'est le régime de la consommation journalière de notre agglomération et le deuxième c'est le régime d'alimentation du réservoir, pour notre cas un refoulement de 16h/24h.

Il existe deux méthodes de calcul du volume de réservoir : la méthode analytique et la méthode graphique. On opte à utiliser la méthode analytique pour notre étude.

7.1.Principe de calcul

7.1.1.Volume total

Le calcul du volume total se fera par le biais de la formule suivante :

$$V_T = V_r + V_{inc} \dots \dots \dots (IV. 1)$$

Avec :

- V_T : Volume total estimé du réservoir (m^3);
- V_r : Volume résiduel (m^3);
- V_{inc} : Volume de la réserve d'incendie.

$$V_{inc} = 120 m^3$$

7.1.2.Volume résiduel

La capacité résiduelle est calculée par la formule suivante :

$$V_r = \frac{\alpha \times Q_{max,j}}{100} \dots \dots \dots (IV. 2)$$

Avec :

- V_r : Volume résiduel (m^3);
- α : Fraction horaire du débit maximal journalier (%);
- $Q_{max,j}$: Débit maximal journalier (m^3/j).

La détermination de la fraction horaire du débit maximal se fait comme suit :

On diminue les coefficients de consommation de ceux de l'apport ensuite on classe chaque résultat :

- Si le résultat est positif on considère un stockage

Etude des ouvrages de stockage

- Si le résultat est négatif on considère une distribution

Ensuite on choisit la période où le réservoir est vide (Résidu = 0), et on calcule le reste en cumulant les valeurs de stockage et de distribution, puis on calcule la fraction horaire en sommant les valeurs maximales positives et négatives en valeur absolue.

7.2. Calcul du volume

Application numérique :

- Calcul du volume résiduel :

$$V_r = \frac{\alpha \times Q_{max,j}}{100} \dots \dots \dots (IV.2)$$

Tableau IV.1 - Calcul du volume du réservoir nécessaire par la méthode analytique

Heures	Consommation	Apport	Diff	Distribution	Stockage	Résidu
0-1	1.50%	0.00%	-1.50%	-1.50%	--	-8.00%
1-2	1.50%	0.00%	-1.50%	-1.50%	--	-9.50%
2-3	1.50%	0.00%	-1.50%	-1.50%	--	-11.00%
3-4	1.50%	0.00%	-1.50%	-1.50%	--	-12.50%
4-5	2.50%	6.25%	3.75%	--	3.75%	-8.75%
5-6	3.50%	6.25%	2.75%	--	2.75%	-6.00%
6-7	4.50%	6.25%	1.75%	--	1.75%	-4.25%
7-8	5.50%	6.25%	0.75%	--	0.75%	-3.50%
8-9	6.25%	6.25%	0.00%	0.00%	0.00%	-3.50%
9-10	6.25%	6.25%	0.00%	0.00%	0.00%	-3.50%
10-11	6.25%	6.25%	0.00%	0.00%	0.00%	-3.50%
11-12	6.25%	6.25%	0.00%	0.00%	0.00%	-3.50%
12-13	5.00%	6.25%	1.25%	--	1.25%	-2.25%
13-14	5.00%	6.25%	1.25%	--	1.25%	-1.00%
14-15	5.50%	6.25%	0.75%	--	0.75%	-0.25%
15-16	6.00%	6.25%	0.25%	--	0.25%	0.00%
16-17	6.00%	6.25%	0.25%	--	0.25%	0.25%
17-18	5.50%	6.25%	0.75%	--	0.75%	1.00%
18-19	5.00%	6.25%	1.25%	--	1.25%	2.25%
19-20	4.50%	6.25%	1.75%	--	1.75%	4.00%
20-21	4.00%	0.00%	-4.00%	-4.00%	--	0.00%
21-22	3.00%	0.00%	-3.00%	-3.00%	--	-3.00%
22-23	2.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%	--	-5.00%
23-0	1.50%	0.00%	-1.50%	-1.50%	--	-6.50%

Source : Alimentation en eau potable des agglomérations, B.SALAH, 2014

$$\alpha = 12.75 + |-3.75| = 16.5\%$$

$$V_r = \frac{16.5 \times 10883.93}{100}$$

$$V_r = 1795.85 \text{ m}^3$$

➤ Calcul du volume total :

$$V_T = V_r + V_{inc} \dots \dots \dots (IV.1)$$

$$V_T = 1795.85 + 120$$

$$V_T = 1915.85 \text{ m}^3$$

On résume les résultats de calcul dans le tableau IV.2 :

Tableau IV.2 - Résultats du calcul du volume

Fraction du débit maximal journalier (%)	16.5
Volume résiduel (m ³)	1795.85
Volume incendie (m ³)	120.00
Volume total (m ³)	1915.85

Remarque : A partir du calcul précédent on déduit que les réservoirs déjà présents (existants, V=2000m³), alimentant la ville de KAOUS peuvent satisfaire les besoins futurs de l'agglomération à l'horizon de 2050.

8. Diagnostic physique des réservoirs

Les ouvrages de stockage sont exposés à l'eau pour des périodes prolongées, donc on conseil d'effectuer des tests sur les structures en béton pour s'assurer de leurs résistances mécaniques. On liste ci-dessous les tests qu'on opte à faire :

- Essai in-situ
 - Potentiel de corrosion.
 - Perméabilité à l'air.
 - Mesure d'épaisseur de revêtement.

- Essai en laboratoire
 - Essai de caractérisation de la microstructure.
 - Porosité.
 - Perméabilité.
 - Absorption capillaire.

9. Consignes d'entretien des réservoirs

Les réservoirs sont des ouvrages d'importance majeure, pour cela il faut les entretenir régulièrement pour assurer une alimentation en eau de bonne qualité et aussi prolonger la durée de vie des ouvrages. On cite ainsi les différents entretiens qu'il faut prendre :^[11]

- Il faut éviter les stagnations prolongées de l'eau dans les réservoirs surtout dans les périodes de haute température, donc une vidange fréquente des réservoirs est recommandée.
- Les températures au sein des réservoirs doivent être contrôlées et maintenues à des niveaux acceptables.
- Un contrôle de qualité d'eau doit avoir lieu régulièrement en amont et en aval du réservoir.
- Un nettoyage de la cuve intérieure du réservoir doit être programmé au moins un fois par an.

10. Conclusion

Ce chapitre nous a permis de connaître la capacité de stockage présente dans la ville de KAOUS. On déduit que les réservoirs jumeaux existants $2 \times 1000 \text{m}^3$ peuvent satisfaire les besoins à l'horizon de 2050.

Chapitre V

Projection et dimensionnement du réseau

1.Introduction

Le diagnostic physique et hydraulique du réseau de distribution actuel de la ville de KAOUS, nous a montré que ce dernier n'est pas capable d'assurer une bonne alimentation en eau potable. Donc, il est impératif de réhabiliter le réseau afin de mieux servir les consommateurs de la ville. Dans ce chapitre, on procède au dimensionnement d'un nouveau réseau de distribution dans les normes en se basant sur la conclusion que le réseau actuel est inadéquat sur les plans physique et hydraulique.

2.Types des réseaux de distribution

Il existe différents types des réseaux de distribution on distingue :

- Réseau maillé.
- Réseau ramifié.
- Réseau mixte (Contient des ramifications ainsi que des mailles).

2.1.Réseau ramifié

Le réseau ramifié est constitué par une conduite principale et des conduites secondaires (branches) branchées tout le long de la conduite principale, on peut même passer à des conduites tertiaires : c'est un réseau arborescent. Il n'assure aucune distribution en retour, il suffit qu'une panne se produise sur la conduite principale et que toute la population à l'aval sera privée d'eau. Le réseau est aussi mal équilibré, donc il n'y a pas une équitabilité de distribution.^[12]

Le tracé du réseau dépend du plan d'urbanisation, de l'emplacement des grands consommateurs et du relief. On tend à utiliser les réseaux ramifiés dans les cas des petites villes pour des raison d'économie.

2.2.Réseau maillé

Un réseau maillé est constitué d'une série de tronçons disposés sous formes des mailles fermées adjacentes et interconnectées. Contrairement au réseau ramifié, le réseau maillé assure une distribution de retour en cas de panne d'un tronçon on peut l'isoler sans privé les autres tronçons de l'eau. Il est mieux équilibré en terme hydraulique et assure une équitabilité de distribution pour tous les ménages. Il est utilisé généralement dans les zones urbanisées et les agglomérations étalées sur une large superficie avec une haute densité de consommateurs.^[13]

Le tracé d'un réseau maillé se fait comme suit :

- On localise les réservoirs de distribution.

- On détermine un sens de distribution.
- On trace les conduites principales parallèles au sens de distribution (Il faut s'assurer que ces conduites sont bien réparties).
- On trace les conduites secondaires entre les conduites principales pour former des mailles fermées.

2.3.Choix du réseau de distribution

Pour le cas de notre étude, on choisit un réseau de distribution maillé à cause du relief présent (pentes très faible) et aussi la stabilité et l'équilibre de distribution qu'il nous offre.

3.Calcul du réseau de distribution

Le dimensionnement du réseau projeté de la ville de KAOUS sera fait de façon à satisfaire les besoins actuels de l'agglomération et assurer ainsi une alimentation future au long terme pour les extensions et les consommateurs futurs. Le calcul sera fait en considérant les deux cas suivants : Cas de pointe, et cas de pointe + incendie.

3.1.Principe de calcul

3.1.1.Débit entrant dans le réseau

C'est le débit maximal consommé dans le réseau de distribution :

$$Q_{conso \quad \acute{e}} = \sum Q_{ri} + \sum Q_{concentré} \dots \dots \dots (V. 1)$$

Avec :

- $Q_{consommé}$: Débit maximal consommé (l/s) ;
- $\sum Q_{ri}$: Somme des débits en routes dans chaque tronçon (l/s) ;
- $\sum Q_{concentré}$: Somme des débits concentrés soutirés dans le réseau (l/s).

Comme notre réseau ne contient pas de consommation concentré $\sum Q_{concentré} = 0$, On aboutit à la relation suivante :

$$Q_{consommé} = \sum Q_{ri} \dots \dots \dots (V. 2)$$

3.1.2.Calcul des débits spécifiques

On considère l'hypothèse que les besoins sont également répartis sur le long de la longueur du réseau de distribution. On a donc le débit spécifique calculé par :

$$q_{sp} = \frac{\sum Q_{ri}}{\sum L_i} \dots \dots \dots (V.3)$$

Avec :

- q_{sp} : Débit spécifique (l/s/ml)
- $\sum Q_{ri}$: Somme des débits en routes de chaque tronçon (l/s)
- $\sum L_i$: Somme des longueurs des tronçons assurant un service en route (ml)

On résume le résultat de calcul dans le tableau V.1 :

- $\sum Q_{ri}$: A partir du calcul du chapitre II le débit maximal consommé dans notre réseau est égale à : 186.86 l/s
- $\sum L_i$: Apres le tracé du réseau sur le logiciel AutoCAD on fait l'extrait du schéma du réseau vers le logiciel EPANET et on crée le tableau des tronçons avec longueurs à partir de la fonction « Tableau » et on fait la somme.

Tableau V.1 - Calcul du débit spécifique

Ville	KAOUS
$\sum Q_{ri}$ (l/s)	186.45
$\sum L_i$ (m)	7837.30
q_{sp} (l/s/m)	0.024

3.1.3. Calcul des débits en route dans chaque tronçon

C'est le débit consommé le long de chaque tronçon et donné par la relation :

$$Q_{ri} = q_{sp} \times L_i \dots \dots \dots (V.4)$$

Avec :

- Q_{ri} : Débits en route (l/s)
- q_{sp} : Débit spécifique (l/s/ml)
- L_i : Longueur du tronçon (ml)

3.1.4. Calcul des débits aux nœuds

Ce sont des débits concentrés en chaque nœud de consommation. Ils représentent la moitié des débits consommé dans les tronçons autour du nœud considéré. Un débit nodal pour un nœud donné est calculé par la formule suivante :

$$Q_{ni} = 0.5 \times \sum Q_{ri} + \sum Q_{cci} \dots \dots \dots (V.5)$$

Avec :

- Q_{ni} : Débit nodal dans le nœud considéré. (l/s)
- $\sum Q_{ri}$: Somme des débits en routes des tronçon adjacents au nœud considéré. (l/s)
- $\sum Q_{cci}$: Somme des débits concentrés dans le nœud considéré. (l/s)

3.2. Calcul des débits

Le calcul se fait pour deux cas de fonctionnement, en pointe, et en pointe plus incendie, en ajoutant pour le dernier un débit d'incendie exigé à 17 l/s dans le nœud le plus défavorable. Pour notre cas, c'est le point le plus éloigné du réservoir, donc le nœud 40.

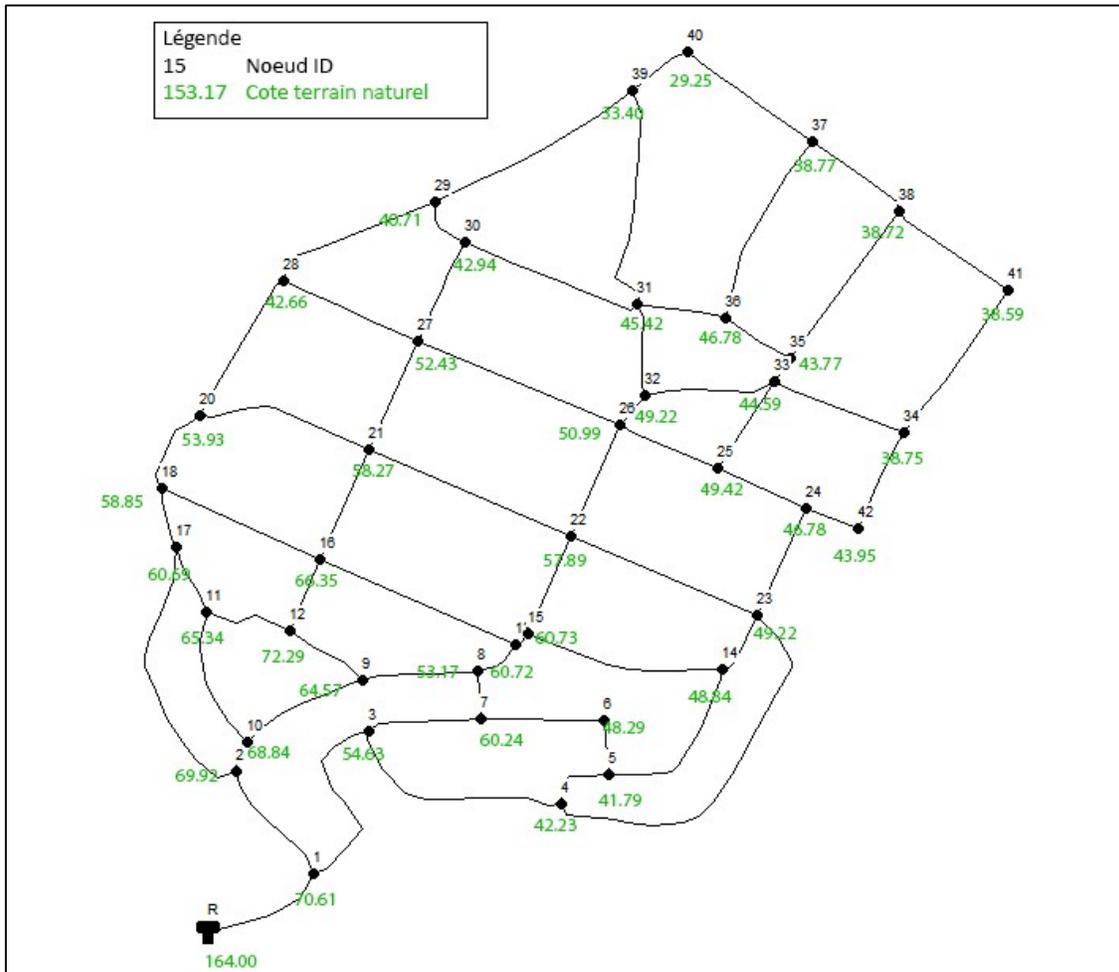


Figure V.1 – Tracé en plan du réseau d'AEP projeté

Projection et dimensionnement du réseau

Les résultats de calcul des débits en routes et les débits nodaux sont résumés dans le tableau V.2 :

Tableau V.2 - Calcul des débits aux nœuds

Noeud ID	Tronçon ID	Longueur (m)	Débit en route (P) (l/s/m)	Débit en route (P+I) (l/s/m)	Débit nodale (P) (l/s)	Débit nodale (P+I) (l/s)
1	1-2	125.20	2.98	2.98	3.82	3.82
	1-3	196.00	4.66	4.66		
2	1-2	125.20	2.98	2.98	5.02	5.02
	2-10	29.57	0.70	0.70		
	2-17	267.20	6.36	6.36		
3	1-3	196.00	4.66	4.66	6.24	6.24
	3-4	220.80	5.25	5.25		
	3-7	108.20	2.57	2.57		
4	3-4	220.80	5.25	5.25	7.76	7.76
	4-5	63.75	1.52	1.52		
	4-23	368.20	8.76	8.76		
5	4-5	63.75	1.52	1.52	3.41	3.41
	5-6	52.34	1.25	1.25		
	5-14	170.20	4.05	4.05		
6	6-7	115.80	2.75	2.75	2.00	2.00
	5-6	52.34	1.25	1.25		
7	3-7	108.20	2.57	2.57	3.20	3.20
	6-7	115.80	2.75	2.75		
	7-8	45.37	1.08	1.08		
8	7-8	45.37	1.08	1.08	2.38	2.38
	8-9	108.60	2.58	2.58		
	8-13	46.15	1.10	1.10		
9	8-9	108.60	2.58	2.58	3.79	3.79
	9-10	126.30	3.00	3.00		
	9-12	83.64	1.99	1.99		
10	2-10	29.57	0.70	0.70	3.50	3.50
	9-10	126.30	3.00	3.00		
	10-11	138.10	3.29	3.29		
11	10-11	138.10	3.29	3.29	3.48	3.48
	11-12	85.87	2.04	2.04		
	11-17	68.38	1.63	1.63		
12	9-12	83.64	1.99	1.99	2.90	2.90
	11-12	85.87	2.04	2.04		
	12-16	74.50	1.77	1.77		

Projection et dimensionnement du réseau

Noeud ID	Tronçon ID	Longueur (m)	Débit en route (P) (l/s/m)	Débit en route (P+I) (l/s/m)	Débit nodale (P) (l/s)	Débit nodale (P+I) (l/s)
13	8-13	46.15	1.10	1.10	3.14	3.14
	13-15	17.14	0.41	0.41		
	13-16	201.00	4.78	4.78		
14	5-14	170.20	4.05	4.05	5.02	5.02
	14-15	188.70	4.49	4.49		
	14-23	62.95	1.50	1.50		
15	13-15	17.14	0.41	0.41	3.65	3.65
	14-15	188.70	4.49	4.49		
	15-22	101.20	2.41	2.41		
16	13-16	201.00	4.78	4.78	6.60	6.60
	12-16	74.50	1.77	1.77		
	16-18	164.10	3.90	3.90		
	16-21	115.40	2.75	2.75		
17	2-17	267.20	6.36	6.36	4.69	4.69
	11-17	68.38	1.63	1.63		
	17-18	58.83	1.40	1.40		
18	16-18	164.10	3.90	3.90	3.69	3.69
	17-18	58.83	1.40	1.40		
	18-20	87.53	2.08	2.08		
20	18-20	87.53	2.08	2.08	4.87	4.87
	20-21	169.40	4.03	4.03		
	20-28	152.40	3.63	3.63		
21	16-21	115.40	2.75	2.75	7.23	7.23
	20-21	169.40	4.03	4.03		
	21-22	208.40	4.96	4.96		
	21-27	114.30	2.72	2.72		
22	15-22	101.20	2.41	2.41	7.35	7.35
	21-22	208.40	4.96	4.96		
	22-23	190.80	4.54	4.54		
	22-26	117.70	2.80	2.80		
23	4-23	368.20	8.76	8.76	8.75	8.75
	14-23	62.95	1.50	1.50		
	23-24	113.40	2.70	2.70		
	22-23	190.80	4.54	4.54		
24	23-24	113.40	2.70	2.70	3.06	3.06
	24-25	91.54	2.18	2.18		
	24-42	52.05	1.24	1.24		

Projection et dimensionnement du réseau

Noeud ID	Tronçon ID	Longueur (m)	Débit en route (P) (l/s/m)	Débit en route (P+I) (l/s/m)	Débit nodale (P) (l/s)	Débit nodale (P+I) (l/s)
25	24-25	91.54	2.18	2.18	3.47	3.47
	25-26	101.40	2.41	2.41		
	25-33	98.59	2.35	2.35		
26	22-26	117.70	2.80	2.80	5.49	5.49
	25-26	101.40	2.41	2.41		
	26-27	206.60	4.92	4.92		
	26-32	35.80	0.85	0.85		
27	21-27	114.30	2.72	2.72	6.73	6.73
	26-27	206.60	4.92	4.92		
	27-28	140.30	3.34	3.34		
	27-30	104.18	2.48	2.48		
28	20-28	152.40	3.63	3.63	5.48	5.48
	27-28	140.30	3.34	3.34		
	28-29	167.80	3.99	3.99		
29	28-29	167.80	3.99	3.99	5.20	5.20
	29-30	53.63	1.28	1.28		
	29-39	215.80	5.13	5.13		
30	27-30	104.18	2.48	2.48	3.99	3.99
	29-30	53.63	1.28	1.28		
	30-31	177.90	4.23	4.23		
31	30-31	177.90	4.23	4.23	6.80	6.80
	31-32	89.25	2.12	2.12		
	31-36	83.65	1.99	1.99		
	31-39	221.00	5.26	5.26		
32	26-32	35.80	0.85	0.85	2.99	2.99
	31-32	89.25	2.12	2.12		
	32-33	125.90	3.00	3.00		
33	25-33	98.59	2.35	2.35	4.55	4.55
	32-33	125.90	3.00	3.00		
	33-34	131.20	3.12	3.12		
	33-35	26.78	0.64	0.64		
34	33-34	131.20	3.12	3.12	4.78	4.78
	34-41	169.30	4.03	4.03		
	34-42	101.50	2.41	2.41		
35	33-35	26.78	0.64	0.64	3.26	3.26
	35-36	73.29	1.74	1.74		
	35-38	174.40	4.15	4.15		

Projection et dimensionnement du réseau

Noeud ID	Tronçon ID	Longueur (m)	Débit en route (P) (l/s/m)	Débit en route (P+I) (l/s/m)	Débit nodale (P) (l/s)	Débit nodale (P+I) (l/s)
36	31-36	83.65	1.99	1.99	4.14	4.14
	35-36	73.29	1.74	1.74		
	36-37	190.90	4.54	4.54		
37	36-37	190.90	4.54	4.54	5.29	5.29
	37-38	107.30	2.55	2.55		
	37-40	146.70	3.49	3.49		
38	35-38	174.40	4.15	4.15	4.88	4.88
	37-38	107.30	2.55	2.55		
	38-41	128.50	3.06	3.06		
39	29-39	215.80	5.13	5.13	5.96	5.96
	31-39	221.00	5.26	5.26		
	39-40	64.62	1.54	1.54		
40	39-40	64.62	1.54	1.54	2.51	(2.51+17) 19.51
	37-40	146.70	3.49	3.49		
41	38-41	128.50	3.06	3.06	3.54	3.54
	34-41	169.30	4.03	4.03		
42	24-42	52.05	1.24	1.24	1.83	1.83
	34-42	101.50	2.41	2.41		

4. Dimensionnement du réseau

Pour en finir on insert toutes ces données sur EPANET, et on lance la simulation. On extrait les valeurs des pressions et des vitesses à partir de la fonction tableau dans la barre d'outils d'EPANET en choisissant les valeurs des arcs et des nœuds. Les résultats sont donnés dans les tableaux V.3 et V.4 :

Projection et dimensionnement du réseau

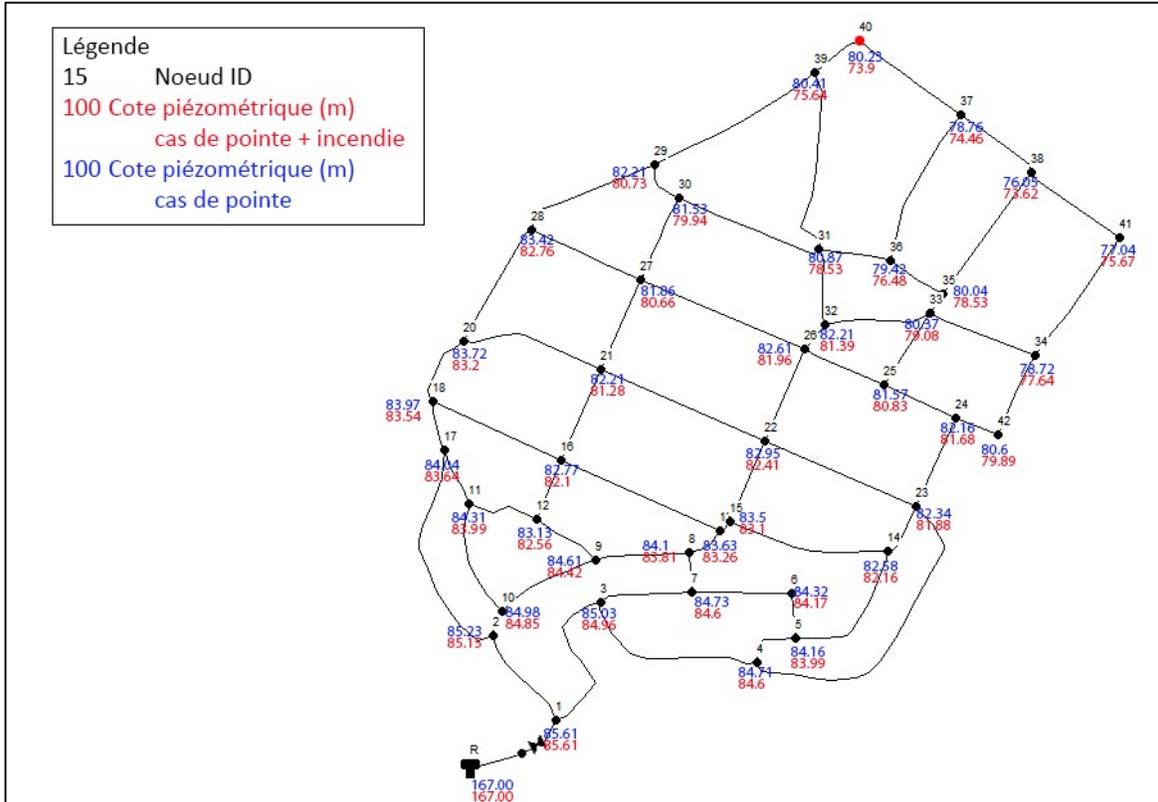


Figure V.2 – Tracé en plan du réseau d’AEP projeté avec les cotes piézométriques

Tableau V.3 - Etat des nœuds du réseau projeté (Cas de pointe, et Pointe + Incendie)

Nœud ID	Cote TN (m)	Pointe		Pointe + Incendie	
		Cote Piézométrique (m)	Pression (mce)	Cote Piézométrique (m)	Pression (mce)
1	70.61	85.61	15	85.61	15
10	68.84	84.98	16.14	84.85	16.01
9	64.57	84.61	20.05	84.42	19.85
8	53.17	84.1	30.93	83.81	30.65
13	60.72	83.63	22.91	83.26	22.54
16	66.35	82.77	16.42	82.1	15.75
12	72.29	83.13	10.83	82.56	10.27
15	60.73	83.5	22.77	83.1	22.37
22	57.89	82.95	25.06	82.41	24.52
23	49.22	82.34	33.12	81.88	32.66
14	48.84	82.58	33.75	82.16	33.32
21	58.27	82.21	23.94	81.28	23.01
27	52.43	81.86	29.43	80.66	28.23
28	42.66	83.42	40.77	82.76	40.11

Projection et dimensionnement du réseau

Nœud ID	Cote TN (m)	Pointe		Pointe + Incendie	
		Cote Piézométrique (m)	Pression (mce)	Cote Piézométrique (m)	Pression (mce)
29	40.71	82.21	41.5	80.73	40.01
40	29.25	80.23	50.98	73.9	44.65
39	33.40	80.41	47.01	75.64	42.24
31	45.42	80.87	35.45	78.53	33.1
30	42.94	81.53	38.59	79.94	37
37	38.77	78.76	39.98	74.46	35.69
38	38.72	76.05	37.33	73.62	34.9
41	38.59	77.04	38.45	75.67	37.08
36	46.78	79.42	32.64	76.48	29.69
35	43.77	80.04	36.27	78.53	34.77
33	44.59	80.37	35.77	79.08	34.48
26	50.99	82.61	31.62	81.96	30.97
25	49.42	81.57	32.16	80.83	31.41
24	46.78	82.16	35.38	81.68	34.9
34	38.75	78.72	39.97	77.64	38.89
20	53.93	83.72	29.78	83.2	29.26
18	58.85	83.97	25.12	83.54	24.69
11	65.34	84.31	18.97	83.99	18.65
17	60.69	84.04	23.35	83.64	22.95
32	49.22	82.21	32.99	81.39	32.17
2	69.92	85.23	15.31	85.15	15.23
42	43.95	80.6	36.64	79.89	35.93
6	48.29	84.32	36.04	84.17	35.88
5	41.79	84.16	42.38	83.99	42.2
7	50.24	84.73	34.49	84.6	34.36
3	54.63	85.03	30.4	84.96	30.33
4	42.25	84.71	42.46	84.6	42.36
R	164	167	3	167	3

Les graphiques suivants démontrent la distribution des pressions dans notre réseau :

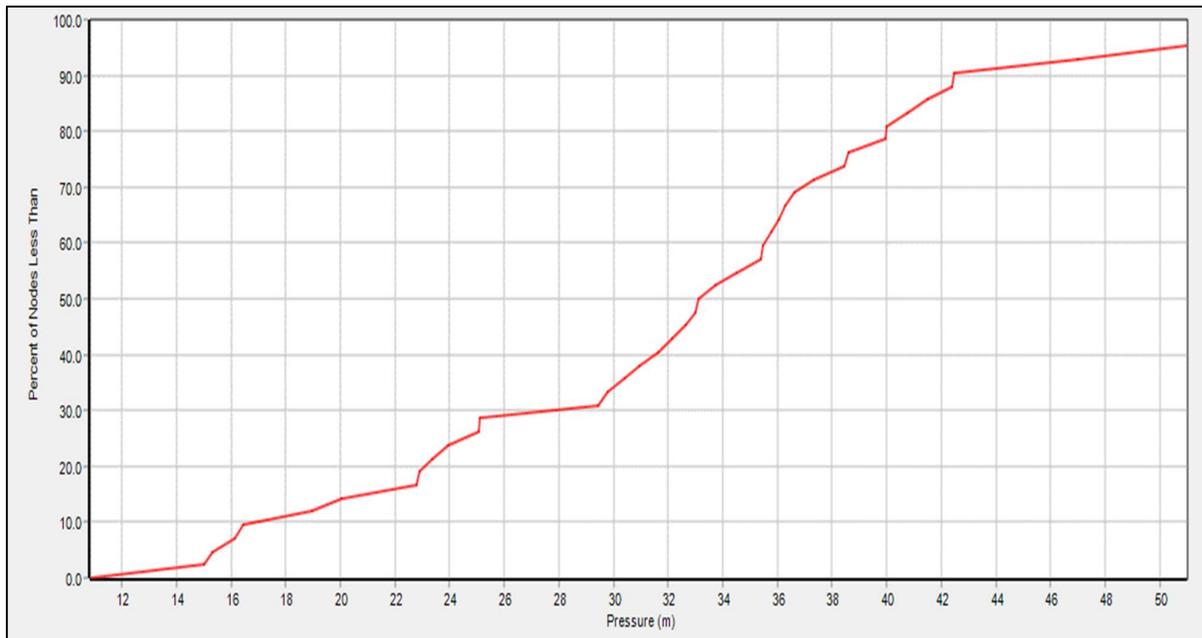


Figure V.3 - Graphe de distribution des pressions du réseau projeté (Pointe)

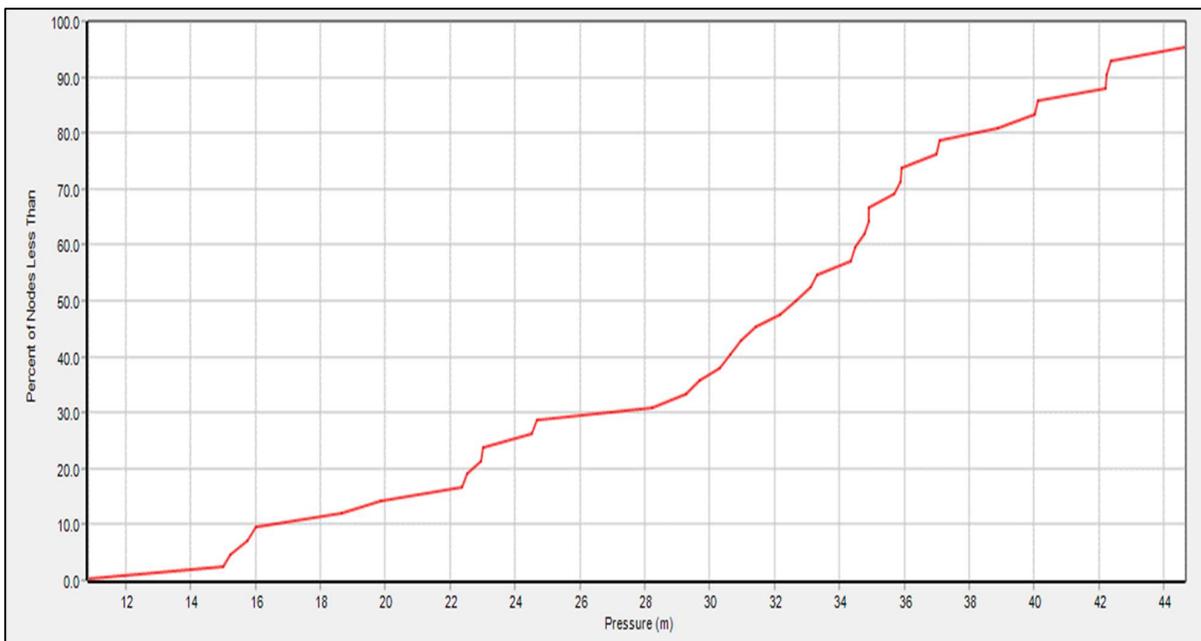


Figure V.4 - Graphe de distribution des pressions du réseau projeté (cas de Pointe + Incendie)

On opte à utiliser un réducteur de pression avec un pression amant de 90mce (9bars) et une pression aval de 15mce (1.5bar) à l'entrée du réseau pour qu'il fonctionne avec des pressions satisfaisantes et protéger les installations des consommateurs des pressions exagérer. La totalité des nœuds ont des pressions supérieures à 10mce (norme d'alimentation minimale) pour les deux cas de fonctionnements considérés dans notre étude.

Projection et dimensionnement du réseau

Tableau V.4 - Etat des arcs du réseau projetée (Pointe et Pointe + Incendie)

Tronçon ID	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Diamètre extérieur (mm)	Pointe			Pointe + Incendie		
				Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m)
1-2	125.2	352.6	400	120.05	1.23	0.38	132.77	1.36	0.46
9-10	126.3	277.6	315	62.13	1.03	0.37	67.83	1.12	0.43
8-9	108.6	220.4	250	44.03	1.15	0.52	47.9	1.26	0.60
8-13	46.15	220.4	250	65.76	1.72	0.46	72.61	1.9	0.55
13-16	201	96.8	110	4.63	0.63	0.86	5.45	0.74	1.16
12-16	74.5	141	160	13.39	0.86	0.35	15.44	0.99	0.46
13-15	17.14	220.4	250	57.99	1.52	0.14	64.02	1.68	0.16
15-22	101.2	220.4	250	47.31	1.24	0.55	53.27	1.4	0.69
22-23	190.8	96.8	110	3.94	0.54	0.61	3.64	0.49	0.53
14-23	62.95	141	160	12.04	0.77	0.25	12.96	0.83	0.28
14-15	188.7	110.2	125	7.02	0.74	0.92	7.1	0.74	0.93
16-21	115.4	141	161	13.65	0.87	0.57	16.77	1.07	0.83
21-22	208.4	79.2	90	2.44	0.49	0.74	3.09	0.63	1.13
21-27	114.3	141	160	10.42	0.67	0.34	14.4	0.92	0.62
27-28	140.3	79.2	90	4.59	0.93	1.56	5.41	1.1	2.10
28-29	167.8	141	160	16.84	1.08	1.21	22.36	1.43	2.03
39-40	64.62	110.2	125	5.17	0.54	0.18	17.95	1.88	1.75
31-39	221	110.2	125	4.42	0.46	0.47	12.1	1.27	2.89
30-31	177.9	141	160	11.67	0.75	0.66	17.77	1.14	1.41
29-30	53.63	79.2	90	4.94	1	0.68	5.34	1.08	0.79
29-39	215.8	96.8	110	6.71	0.91	1.81	11.82	1.61	5.09
37-40	146.7	66	75	2.66	0.78	1.47	1.56	0.45	0.56
37-38	107.3	44	50	1.49	0.98	2.71	0.78	0.51	0.84
38-41	128.5	44	50	0.77	0.5	0.99	1.16	0.76	2.06
31-36	83.65	79.2	90	5.86	1.19	1.45	7.08	1.44	2.05
35-36	73.29	66	75	2.41	0.7	0.61	4.69	1.37	2.06
33-35	26.78	96.8	110	8.29	1.13	0.33	10.89	1.48	0.54
35-38	174.4	55.4	63	2.62	1.09	3.99	2.94	1.22	4.92
26-27	206.6	79.2	90	2.45	0.5	0.75	3.35	0.68	1.30
25-26	101.4	79.2	90	4.37	0.89	1.03	4.58	0.93	1.12
24-25	91.54	66	75	2.07	0.61	0.59	2.54	0.74	0.84
25-33	98.59	66	75	2.97	0.87	1.21	3.65	1.07	1.76
33-34	131.2	66	75	3.01	0.88	1.65	2.79	0.82	1.44

Projection et dimensionnement du réseau

Tronçon ID	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Diamètre extérieur (mm)	Pointe			Pointe + Incendie		
				Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m)
34-41	169.3	79.2	90	4.31	0.87	1.68	4.7	0.95	1.97
23-24	113.4	176.2	200	13.04	0.53	0.17	14.12	0.58	0.20
20-21	169.4	55.4	63	1.56	0.65	1.51	1.78	0.74	1.92
18-20	87.53	220.4	250	33.34	0.87	0.25	39.89	1.05	0.35
11-17	68.38	220.4	250	39.21	1.03	0.26	45.34	1.19	0.34
17-18	58.83	277.6	315	39.25	0.65	0.07	46.05	0.76	0.10
16-18	164.1	66	75	2.23	0.65	1.20	2.47	0.72	1.44
11-12	85.87	55.4	63	1.98	0.82	1.18	2.2	0.91	1.43
9-12	83.64	110.2	125	14.31	1.5	1.49	16.14	1.69	1.86
20-28	152.4	220.4	250	26.91	0.71	0.30	33.25	0.87	0.43
31-32	89.25	79.2	90	5.4	1.1	1.34	8.2	1.66	2.87
27-30	104.176	141	160	10.73	0.69	0.33	16.42	1.05	0.72
22-26	117.7	220.4	250	33.58	0.88	0.34	39.19	1.03	0.45
2-17	267.2	96.8	110	4.73	0.64	1.19	5.4	0.73	1.51
10-11	138.1	220.4	250	44.67	1.17	0.68	51.02	1.34	0.86
34-42	101.5	79.2	90	6.08	1.23	1.88	6.69	1.36	2.24
24-42	52.05	79.2	90	7.91	1.6	1.56	8.52	1.73	1.79
36-37	190.9	96.8	110	-4.13	0.56	0.66	7.62	1.04	2.02
5-6	52.34	96.8	110	3.85	0.52	0.16	4.05	0.55	0.18
5-14	170.2	110.2	125	10.04	1.05	1.58	10.88	1.14	1.83
7-8	45.37	141	160	24.11	1.54	0.63	27.09	1.74	0.78
6-7	115.8	110.2	125	5.85	0.61	0.40	6.05	0.63	0.43
3-7	108.2	220.4	250	33.16	0.87	0.31	36.34	0.95	0.36
3-4	220.8	220.4	250	23.16	0.61	0.32	24.27	0.64	0.35
4-5	63.75	110.2	125	9.6	1.01	0.55	10.24	1.07	0.61
4-23	368.2	96.8	110	5.81	0.79	2.37	6.27	0.85	2.72
1-3	196	277.6	315	62.57	1.03	0.58	66.85	1.1	0.65
32-33	125.9	110.2	125	12.88	1.35	1.84	14.58	1.53	2.32
26-32	35.8	141	160	21.27	1.36	0.40	25.77	1.65	0.56
2-10	29.57	277.6	315	110.3	1.82	0.25	122.35	2.02	0.30
R-1	1320.88	409.2	500	186.44	1.42	4.40	203.44	1.55	5.18

Les graphiques suivants démontrent la distribution des vitesses dans notre réseau :

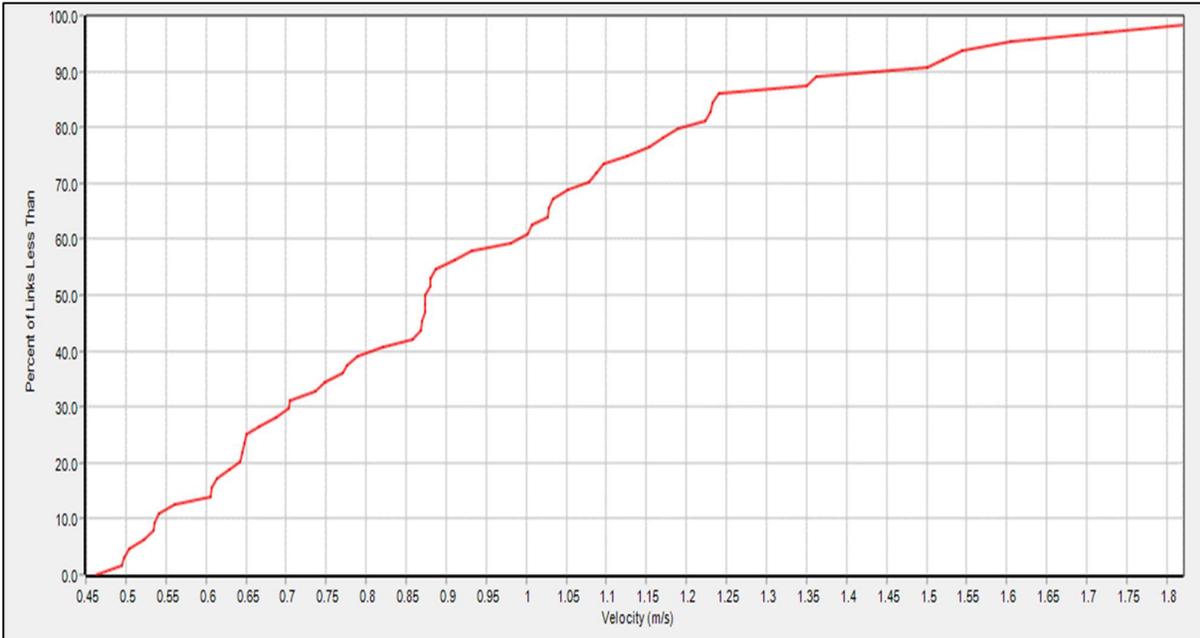


Figure V.5 - Graphe de distribution des vitesses du réseau projeté (cas de Pointe)

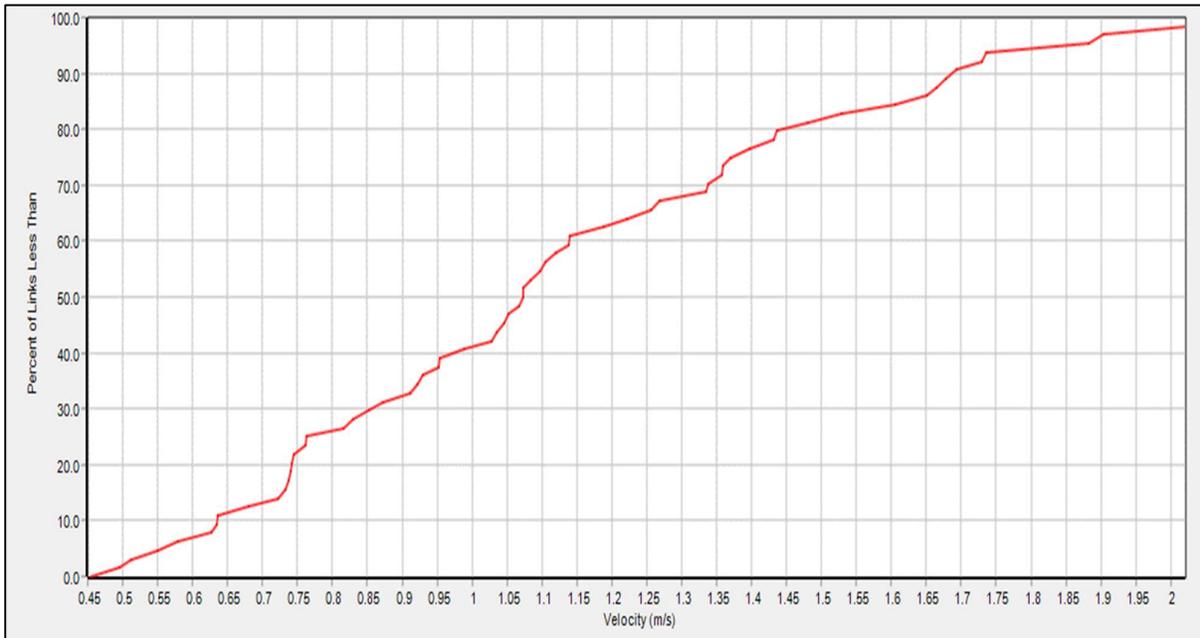


Figure V.6 - Graphe de distribution des vitesses du réseau projeté (cas de Pointe + Incendie)

On remarque que les vitesses dans notre réseau sont très satisfaisantes. La majorité des arcs véhiculent des débits avec des vitesses dans la fourchette de $0.5 \div 2$ m/s (norme des vitesses acceptables) pour les deux cas de fonctionnements étudiés.

Les schémas suivants représentent l'état des nœuds et des arcs dans les deux cas de fonctionnement (Pointe et Pointe + Incendie) :

Projection et dimensionnement du réseau

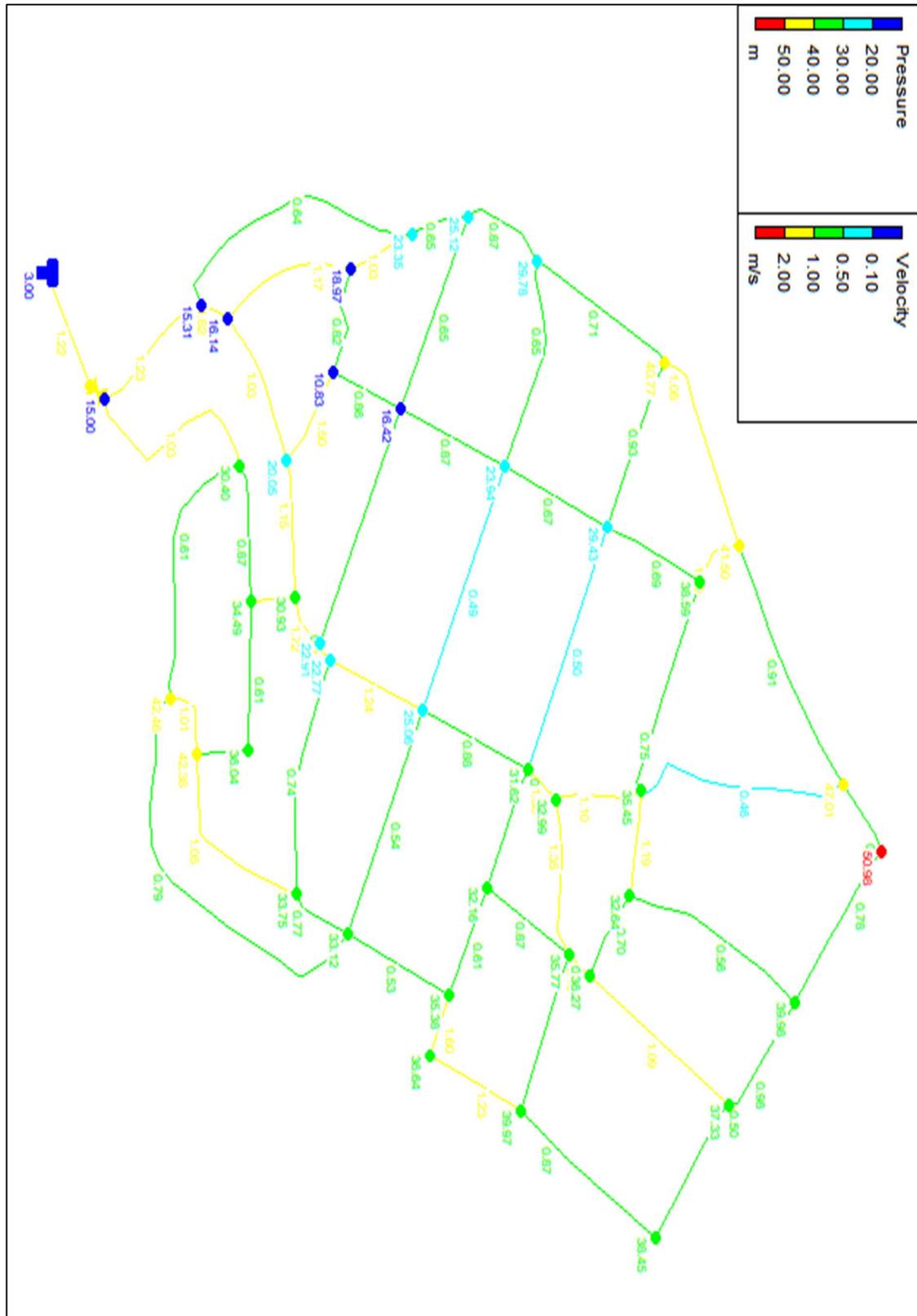


Figure V.7 - Etat du réseau projeté en cas de pointe

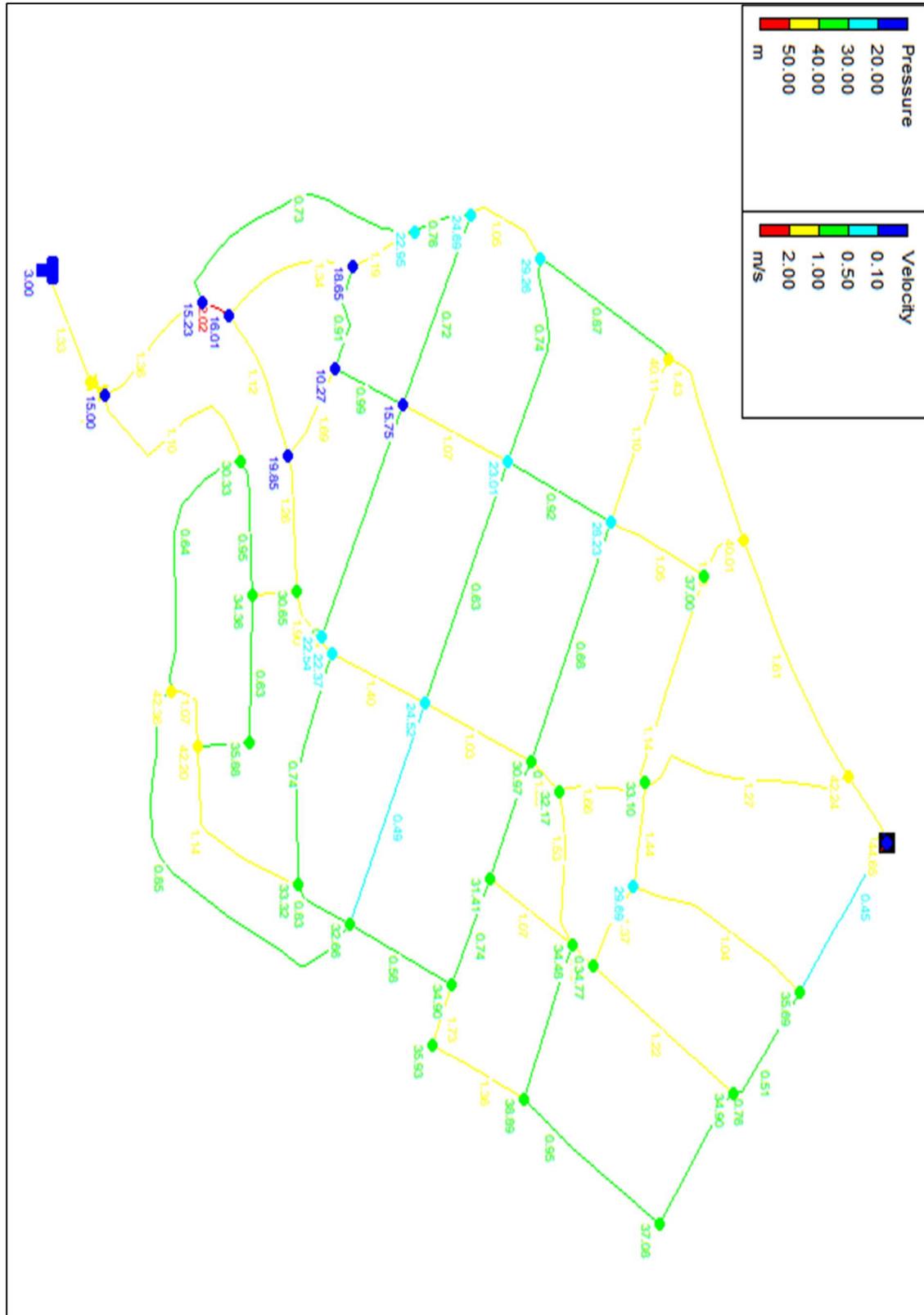


Figure V.8 - Etat du réseau projeté en cas de pointe plus incendie

5. Conclusion

A l'issue de ce chapitre, on est arrivé à dimensionner le nouveau réseau de la ville de KAOUS qui peut assurer une consommation stable et équilibrée pour l'agglomération pour ces besoins actuels et les besoins à l'horizon de 2050.

On s'est assuré que les vitesses et les pressions restent dans les normes acceptables. On a opté à utiliser des conduites en PEHD d'une norme de pression PN10 à cause des avantages constructifs du matériau (résistant mécaniquement et inerte chimiquement) qui permet une installation sans dispositif de protection cathodique et des pressions jusqu'à 10 bars.

Chapitre VI

Organisation du chantier

1.Introduction

Dans ce chapitre, on élabore l'organisation du chantier de notre projet. C'est le procédé de définir les différents travaux à exécuter pour prévoir la disponibilité de tous les ressources humains et matérielles nécessaires pour chaque tâche à entreprendre afin de garantir un bon déroulement des travaux.

On doit donc mettre en évidence les travaux de la pose de canalisation dans les normes requises pour calculer les volumes des travaux à exécuter et la durée nécessaire pour chaque étape, ainsi que les besoins matériels.

A l'issue de ce chapitre on aura un devis quantitatif estimatif du projet et un réseau de planification des tâches avec le temps nécessaire pour l'achèvement du projet.

2.Travaux de pose de canalisation

La canalisation doit être bien placée pour s'assurer de la longévité d'exploitation prévue. La profondeur de la tranchée doit être suffisante pour que la conduite soit à l'abri des conditions climatiques (Gel et changement de température) et ne subisse pas l'action directe des surcharges d'exploitation des routes. La largeur de la tranchée est en fonction du diamètre de la conduite. Elle varie aussi selon la nature du sol, les matériaux constituant la conduite, le type de joint et les conditions de pose.

Une canalisation enterrée supporte sa masse propre et se trouve soumise à des efforts externes dus à :

- La masse d'eau.
- Le poids du remblai.
- Les surcharges d'exploitation des routes.

Le schéma suivant représente une coupe de tranchée de la conduite posée dans les normes :

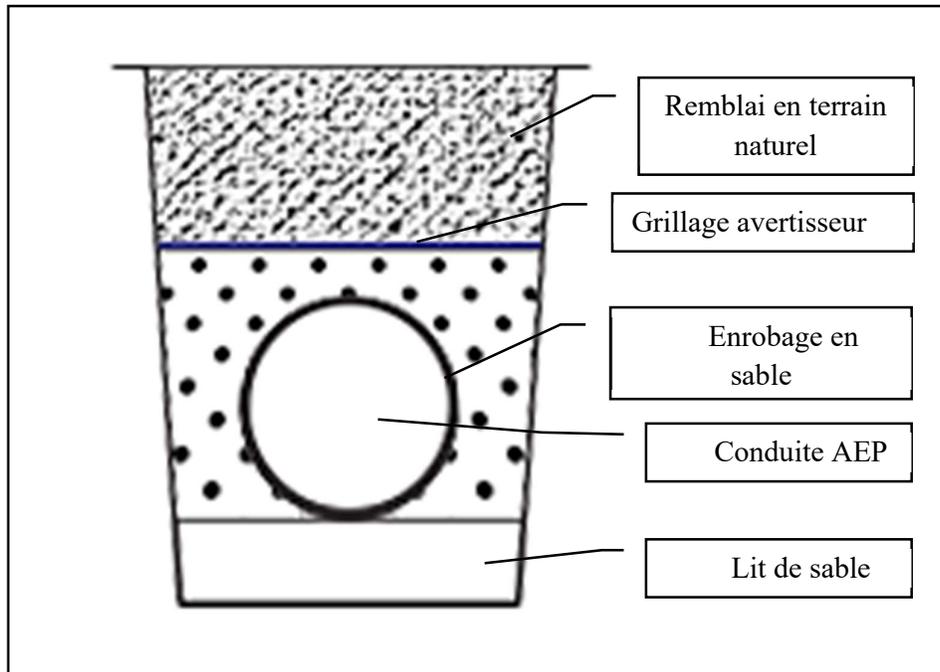


Figure VI.1 - Coupe d'une tranchée avec canalisation posée

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

2.1. Exécution des tranchées

C'est la première opération dans la pose de n'importe quelle canalisation. Elle consiste à exécuter des excavations selon un axe de projet tracé avec une pelle hydraulique. Le déblai excavé sera stocké le long de la tranchée pour l'utiliser ultérieurement au remblayage.

Le fond de la tranchée doit ensuite être nettoyé et nivelé de tout matériaux qui peuvent endommager la canalisation posée.

2.2. Pose du lit de sable

Le pose d'un lit de sable de 0.1 à 0.15m d'épaisseur comme une couche de protection de la conduite de toute irrégularité présente au fond de la tranchée.

2.3. Pose des conduites

La pose des conduites est une opération délicate, il faut l'exécuter avec prudence afin de ne pas endommager les conduites en PEHD. Les conduites sont d'abord alignées parallèlement à la tranchée puis elles sont surélevées avec un engin de puissance suffisante.

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

Les canalisations sont aussi munies des pièces spéciales et des accessoires, si nécessaire comme suit :

➤ Les pièces spéciales

2.3.1. Les cônes

Ils sont utilisés pour relier les conduites de diamètre différents, les accessoires aux conduites. On distingue soit des cônes à emboitement, soit des cônes à emboitement et brides. ^[14]

2.3.2. Les croix de jonction

Ces pièces sont utilisées pour croiser des canalisations de sens perpendiculaire. Les manchons des croix peuvent avoir des diamètres différents. Elles peuvent être à brides complètement ou à manchons et brides. ^[15]

2.3.3. Les croix de jonction et d'incendie

Elles ont le même rôle que les précédentes, en plus elles reçoivent les bouches ou les poteaux d'incendie. ^[16]

2.3.4. Les manchons

En pratique, on les rencontre à bouts lisses, à deux emboitements, à emboitement et bout lisse, à deux brides, à bride et bout lisse, à emboitement et bride.

On les rencontre surtout au niveau des montages des appareils accessoires. ^[17]

2.3.5. Les coudes

On y rencontre des coudes à deux emboitements ou bien à emboitement et bout lisse. Ils se présentent avec les angles suivants : 1/4 (90°) ; 1/8 (45°) ; 1/16 (22°30) ; 1/32 (11°15). ^[18]

2.3.6. Les tés

Ils se présentent soit à trois emboitements ; trois brides ou emboitements et brides. Ils sont utilisés pour soutirer un débit ou ajouter un débit complémentaire dans une conduite. ^[19]

➤ Les accessoires

2.3.7. Les robinets vannes

C'est des organes placés sur le réseau pour permettre la régulation des débits et le sectionnement ou isolation des conduites pour intervention de réparation et aussi permettre la

vidange des canalisations. Ils sont placés soit sous des bouche à clé (faible diamètres) soit en chambres sous regards (grands diamètres).^[20]

2.3.8. Les ventouses

Elles sont installées aux points hauts pour évacuer l'air accumulé suite à un dégazage de l'oxygène dissout. Elles sont disposées dans des regards visitables et leur bon fonctionnement doit être vérifié périodiquement.^[21]

2.3.9. Bouches et poteaux d'incendie

Ce sont des organes qui permettent l'utilisation de la réserve d'incendie de 120m³ leur diamètre est normalisé à 80, 100 ou 150mm. Ils doivent assurer un débit de 17l/s à 1bar de pression.^[22]

2.3.10. Les régulateurs de pressions

Ce sont des organes de vannage qui introduisent une perte de charge variable de manière à ce que la pression aval soit maintenue à une valeur constante de consigne.^[23]

2.3.11. Appareils de mesures

C'est des appareils qui mesurent les pressions et les vitesses réelles dans le réseau. On distingue : pour la mesure du débit, les débitmètres à organes déprimogène et les débitmètres ultrason et pour la mesure de pression les manomètres à soufflet ; à capsule et à membrane.^[24]

2.4. Remblayage des tranchées

Cette opération se fait en deux couches, la première et le recouvrement de la conduite par du sable fin jusqu'à une hauteur de 15cm au-dessus de la conduite, ensuite une grille d'avertissement de couleur bleu en plastique est placée pour séparer les deux couches de remblais, puis en continue le remblayage avec de la terre déjà excavée de la tranchée présente sur place.

2.5. Compactage

Après le remblayage de la tranchée, il faut procéder à compacter le sol avec un engin de compactage à rouleau lisse afin d'augmenter la densité du sol recouvrant la conduite pour assurer la stabilité du sol et la protection de la conduite contre les mouvements du sol.

3.Sécurité de travail

L'objectif essentiel de la sécurité sera la diminution de la fréquence et de la gravité des accidents de travail dans les chantiers du domaine hydraulique, et lors de la réalisation d'un projet d'alimentation en eau potable.

3.1.Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique :

Généralement les accidents de travail imputables à des conditions dangereuses et actions dangereuses sont causés par deux facteurs :

3.1.1.Facteurs humains :

- Manque de contrôle et négligence
- La fatigue des travailleurs, manque de maîtrise et de responsable.
- Encombrement dans les différentes phases d'exécution des travaux
- Erreurs de jugement ou de raisonnement.

3.1.2.Facteurs matériels :

- Outillage, engins, et machines de travail.
- Nature des matériaux mis en œuvre.
- Les installations mécaniques et électriques.

3.2.Mesures préventives pour éviter les accidents :

3.2.1.Protection individuelle :

Pour mieux se protéger contre les dangers pendant l'exercice des tâches de pose de canalisation, il est indispensable d'utiliser les dispositifs de protection individuelle (casques, gans, chaussures, lunette protectrice etc.)



Figure VI.2 – Dispositifs de protection individuelle

3.2.2.Protection collective :

Un moyen de protection est dit collectif s'il assure indistinctement la sécurité d'un employé et celle des autres personnes présentes à proximité. On cite quelques moyens de protection collective :

- La protection par éloignement (balisage, déviation...),

- La protection par obstacle (rambarde de sécurité...),
- La protection par consignation d'une fonction dangereuse lors d'interventions.



Figure VI.3 – Dispositifs de protection collectives

4. Calcul des quantités de travaux de pose de canalisation

4.1. Longueur des canalisations et grillage avertisseur

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

Tableau VI.1 - Linéaire des conduites à fournir

D_{ext} (mm)	L (m)	Fourniture	Linéaire à fournir
50	235.8	Couronne 100m	236 ml
63	429.7	Couronne 100m	430 ml
75	705.4	Couronne 100m	706 ml
90	1206	Couronne 100m	1206 ml
110	1513	Couronne 100m	1513 ml
125	1034	Barre 12m	1034 ml
160	898.2	Barre 12m	900 ml
200	113.4	Barre 12m	114 ml
250	1166	Barre 12m	1166 ml
315	410.7	Barre 12m	411 ml
400	125.2	Barre 12m	126 ml
500	1321	Barre 12m	1321 ml
Total :			9 164 ml

Le linéaire total à fournir de canalisations et de grillage avertisseur est :

$$L_T = 9\,164\text{m}$$

4.2. Volume déblai

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

- Le volume du déblai :

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

Avec :

- V_d : Volume du déblai pour chaque diamètre (m^3)
- S_d : Section de la tranchée pour chaque diamètre (m^2)
- L : Longueur de la tranchée pour chaque diamètre (m)

- La section du déblai :

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

Avec :

- B_{tr} : Largeur de la tranchée pour chaque diamètre (m)
- H_{tr} : Profondeur de la tranchée pour chaque diamètre (m)
- ✓ Largeur de la tranchée : Elle est calculée en fonction du diamètre, on ajoute 30 cm de chaque côté de la conduite pour permettre les manœuvres des ouvriers.

$$B_{tr} = D_{ext} + (0.3 \times 2) \dots \dots \dots (VI.3)$$

Avec :

- D_{ext} : Diamètre extérieur de la conduite (m)
- ✓ Profondeur de la tranchée : Elle est calculée en fonction du diamètre, on ajoute la hauteur génératrice supérieure de la conduite à la surface du terrain naturel et la hauteur du lit de sable.

$$H_{tr} = D_{ext} + H + e_s \dots \dots \dots (VI.4)$$

Avec :

- H : Hauteur génératrice supérieure de la conduite à la surface du terrain naturel (m) - On prend $H = 1\text{m}$
- e_s : Epaisseur du lit de sable (m) - On prend $e_s = 0.15\text{m}$

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

Tableau VI.2 - Calcul du volume du déblai

D_{ext} (mm)	L (m)	B_{tr} (m)	H_{tr} (m)	S_D (m ²)	V_D (m ³)
50	235.8	0.65	1.20	0.78	183.92
63	429.7	0.66	1.21	0.80	345.55
75	705.4	0.68	1.23	0.83	583.29
90	1206	0.69	1.24	0.86	1031.92
110	1513	0.71	1.26	0.89	1353.55
125	1034	0.73	1.28	0.92	955.44
160	898.2	0.76	1.31	1.00	894.24
200	113.4	0.80	1.35	1.08	122.47
250	1166	0.85	1.40	1.19	1387.78
315	410.7	0.92	1.47	1.34	550.53
400	125.2	1.00	1.55	1.55	194.06
500	1321	1.10	1.65	1.82	2397.40
Total :					10 000.16

Le volume total du déblai à excaver est :

$$V_d = 10\,001\,m^3$$

4.3. Volume du lit de sable

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

$$V_s = B_{tr} \times L \times e_s \dots \dots \dots (VI.5)$$

Avec :

- V_s : Volume de lit de sable (m³).
- B_{tr} : Largeur de la tranchée (m).
- L : Longueur de la tranchée de chaque diamètre (m).
- e_s : Epaisseur de lit de sable (m) - On prend $e_s = 0.15m$

On résume le calcul dans le tableau VI.3 :

Tableau VI.3 - Calcul du volume du lit de sable

D_{ext} (mm)	B_{tr} (m)	L (m)	e_s (m)	V_S (m ³)
50	0.65	235.8	0.15	22.99
63	0.66	429.7	0.15	42.73
75	0.68	705.4	0.15	71.42
90	0.69	1206	0.15	124.83
110	0.71	1513	0.15	161.14
125	0.73	1034	0.15	112.41
160	0.76	898.2	0.15	102.39
200	0.80	113.4	0.15	13.61
250	0.85	1166	0.15	148.69
315	0.92	410.7	0.15	56.37
400	1.00	125.2	0.15	18.78
500	1.10	1321	0.15	217.95
Total :				1093.30

Le volume du sable à fournir pour lit de sable est :

$$V_S = 1\,094\,m^3$$

4.4. Volume remblai

Le volume de chaque couche de remblais sera calculé ainsi :

- ✓ Volume de sable d'enrobage (première couche) :

On le calcul par la formule suivante :

$$V_{SE} = L \times [(D_{ext} + 0.15) \times B_{tr}] - D_{ext}^2 \times \pi/4] \dots \dots \dots (VI.6)$$

Avec :

- V_{SE} : Volume du sable d'enrobage (m³).
- B_{tr} : Largeur de la tranchée (m).
- L : Longueur de la tranchée de chaque diamètre (m).

On résume les calculs dans le tableau V.4 :

Tableau VI.4 - Calcul du volume du sable d'enrobage

D_{ext} (mm)	L (m)	B_{tr} (m)	V_{SE} (m ³)
50	235.8	0.65	30.19
63	429.7	0.66	59.34
75	705.4	0.68	104.02
90	1206	0.69	192.05
110	1513	0.71	264.92
125	1034	0.73	193.39
160	898.2	0.76	193.56
200	113.4	0.80	28.19
250	1166	0.85	339.26
315	410.7	0.92	142.74
400	125.2	1.00	53.13
500	1321	1.10	685.08
			Total : 2285.86

Le volume total du sable de remblayage :

$$V_{SE} = 2\,286\text{ m}^3$$

✓ Volume de remblai en terrain naturel épierré :

On le calcule par la formule suivante :

$$V_{TN} = (1 - 0.15) \times L \times B_{tr} \dots \dots \dots (VI.7)$$

Avec :

- V_{TN} : Volume du remblai en terrain naturel (m³).
- B_{tr} : Largeur de la tranchée (m).
- L : Longueur de la tranchée de chaque diamètre (m).

On résume les calculs dans le tableau V.5 :

4.5. Volume du déblai à évacuer

Le volume du déblai à évacuer est calculé par la formule suivante :

$$V_{DE} = V_D - V_{TN} \dots \dots \dots (VI. 9)$$

Avec :

- V_{DE} : Volume du déblai à évacuer (m³).
- V_D : Volume du déblai excavé (m³).
- V_{TN} : Volume du remblai en terrain naturel (m³).

Le volume du déblai à évacuer est :

$$V_{DE} = 10001 - 6196$$

$$V_{DE} = 3\,805\, m^3$$

5. Devis quantitatif estimatif

Tableau VI.6 - Devis quantitatif et estimatif de l'exécution des travaux de pose de canalisation

N° d'article	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant
I	Pose de canalisation				
I.1.1	Terrassement				
I.1.2	- Travaux de déblai en tranchée pour la pose des conduites	M ³	10001	300	3000300
I.1.3	- Confection d'un lit de sable de 15 cm d'épaisseur au fond de la tranchée	M ³	1094	1500	1641000
I.1.4	- Pose de sable d'enrobage de la conduite jusqu'à 15cm au-dessus des conduites	M ³	2286	1500	3429000
I.1.5	- Fourniture et mise en place d'un grillage avertisseur de couleur bleu	ML	9164	70	641480
I.1.6	- Travaux de remblai en terrain naturel	M ³	6196	200	1239200
I.1.7	- Evacuation des terres excédentaires à décharge publique	M ³	3805	150	570750
I.2	Conduite				
I.2.1	- Fourniture et pose des conduites en PEHD PN10 bars DN50	ML	236	250	59000
I.2.2	- Fourniture et pose des conduites en PEHD PN10 bars DN63	ML	430	300	129000
I.2.3	- Fourniture et pose des conduites en PEHD PN10 bars DN75	ML	706	400	282400
I.2.4	- Fourniture et pose des conduites en PEHD PN10 bars DN90	ML	1206	600	723600
I.2.5	- Fourniture et pose des conduites en PEHD PN10 bars DN110	ML	1513	1000	1513000
I.2.6	- Fourniture et pose des conduites en PEHD PN10 bars DN125	ML	1034	1500	1551000
I.2.7	- Fourniture et pose des conduites en PEHD PN10 bars DN160	ML	900	2500	2250000
I.2.8	- Fourniture et pose des conduites en PEHD PN10 bars DN200	ML	114	4000	456000
I.2.9	- Fourniture et pose des conduites en PEHD PN10 bars DN250	ML	1166	6000	6996000
I.2.10	- Fourniture et pose des conduites en PEHD PN10 bars DN315	ML	411	10000	4110000
I.2.11	- Fourniture et pose des conduites en PEHD PN10 bars DN400	ML	126	14500	1827000

I.2.12	- Fourniture et pose des conduites en PEHD PN16 bars DN500	ML	1321	25000	33025000
Prix total hors taxes					63443730
TVA (19%)					12054308
Prix total toutes taxes comprises					75498038

Le prix total d'exécution du projet est estimé à :

$$P_T = 75\,498\,038.00 \text{ DA}$$

Prix total en lettre : Soixante-quinze millions quatre cents quatre-vingt-dix-huit mille trente-huit dinars.

6.Choix des engins d'exécution

6.1.Pelle hydraulique (Exécution des tranchées)

C'est un engin de terrassement qui travaille en station. Elle est prévue pour plusieurs type de travaux :

- ✓ En butte ;
- ✓ En retro ;
- ✓ En dragline ;
- ✓ En benne preneuse ;
- ✓ Avec équipements divers.

Pour notre projet, on opte pour l'utilisation d'une pelle hydraulique automotrice sur pneus fonctionnant en retro (ou rétro caveuse, ou en fouille) parce qu'elle permet l'extraction de matériau au-dessous de l'aire d'assise de la pelle et le creusement de tranchée étroite. ^[25]



Figure VI.4 – Pelle hydraulique

6.2. Chargeuses (Chargement et curage)

C'est un engin qui est sur pneus ou chenilles. On opte pour les chargeuses sur pneus à cause de leurs grande mobilité (rapidité de manœuvre, plus grande facilité de déplacement).^[26]

Les chargeuses sont utilisées pour :

- Le chargement de tous matériaux ;
- L'épandage et le nivellement des matériaux routiers.



Figure VI.5 – Chargeuse

6.3. Camion benne

C'est un engin de 4 ou 6 roues motrices. La vidange de la benne se fait en général par basculement arrière ou latéral, à l'aide de vérins hydraulique.

Les camions benne sont utilisés pour le transport de déblais, de sable et des pierres cassées. Il a l'avantage de la capacité et de la vitesse. Il s'accommode des rampes atteignant 10 à 12%.^[27]



Figure VI.6 – Camion benne

6.4. Compacteur

Le compacteur est un engin lourd qui tasse la terre sous lui grâce à un ou plusieurs rouleaux en fonte ou plusieurs lignes de pneumatiques. Le compactage permet de réduire au minimum tout mouvement ultérieur des matériaux de la tranchée autour de la canalisation ce qui élimine les risques de cassure des conduites.

On opte pour des petits rouleaux compresseurs vibrant parce qu'ils conviennent à la largeur étroite de la tranchée et produisent une densité élevée du sol. [28]



Figure VI.7 – Rouleau Compacteur vibrant

7. Calcul du délai de réalisation du projet

7.1. Planification des travaux

Les principales opérations à exécuter sont :

- A : Préparation de l'espace de travail :
- B : Exécution des tranchées :
- C : Aménagement du lit de pose :
- D : Mise en place des canalisations :
- E : Assemblage des canalisations :
- F : Remblaiement des tranchées :
- G : Nivellement et compactage :
- H : Faire des vérifications et des finitions du projet

On montre le lien entre les opérations qui précèdent et qui succèdent dans le tableau VI.7

Organisation du chantier

Tableau VI.7 - Tâches qui précèdent et qui succèdent chaque opération

N°	Opération	TR (jours)	Précède	Succède
01	A	5	B	--
02	B	28	C	A
03	C	10	D	B
04	D	30	E	C
05	E	15	F	D
06	F	20	G	E
07	G	15	H	F
08	H	10	--	G

Tableau VI.8 - Détermination du délai de réalisation

Opération	TR (jours)	DP		DPP		MT
		DCP	DFP	DCPP	DFPP	
A	5	0	5	0	5	0
B	28	5	33	5	33	0
C	10	33	43	33	43	0
D	30	43	73	43	73	0
E	15	73	88	73	88	0
F	20	88	108	88	108	0
G	15	108	123	108	123	0
H	10	123	133	123	0	0

Le chemin critique est A-B-C-D-E-F-G-H. Donc de délai de la réalisation est **123 jours**.

8. Conclusion

A la fin de ce chapitre on arrive à déterminer les différentes étapes de la pose de canalisation ainsi que les différents accessoires mis en place. On a aussi mis en évidence les différents volumes de travaux à effectuer avec un devis quantitatif estimatif. On estime le cout total de réalisation de ce projet à : 75 498 038.00DA TTC, pour un délai de réalisation de : 123 jours

Conclusion générale

Dans ce mémoire, on a procédé à l'étude à analyser le réseau de distribution de la ville de KAOUS afin d'arriver à des solutions au problème de fluctuation d'alimentation e eau potable.

A travers notre étude de diagnostics physique et hydraulique, on a constaté que le réseau existant de la ville de KAOUS n'est pas conforme aux normes de fonctionnement normal des réseaux. De plus, on trouve que les ouvrages de stockages déjà existants peuvent satisfaire la demande de la ville à l'horizon 2050.

A cet effet, on propose dans cette étude la réalisation d'un nouveau réseau d'alimentation en eau potable capable de satisfaire les besoins en eau actuels et futurs de la ville vis-à-vis de la disponibilité de la ressource au niveau du barrage d'ELAGRAM.

On a donnée des recommandations sur la pose des canalisations en préconisant l'utilisation du PEHD PN10 pour notre installation, pour augmenter la durée de vie du réseau de distribution.

Enfin nous souhaitons avoir fait un travail qui peut servir d'avant-projet a une étude détaillée afin de garantir une alimentation en eau potable sans interruptions

Références bibliographiques

1.Document

- MOUSSA Mahmoud « Alimentation en eau potable », 2002.
- [14][15][16][17][18][19][20][21][22][23][24] : SALLAH Boualem « Alimentation En Eau Potable Des Agglomérations », ENSH 2014.
- [1][2][3][4] : DUPONT « Hydraulique urbaine », Tome II, édition Eyrolles, Paris 1977.
- [25][26][27][28] : KAHLERRAS Djilali « Organisation De Chantier », ENSH 2018.

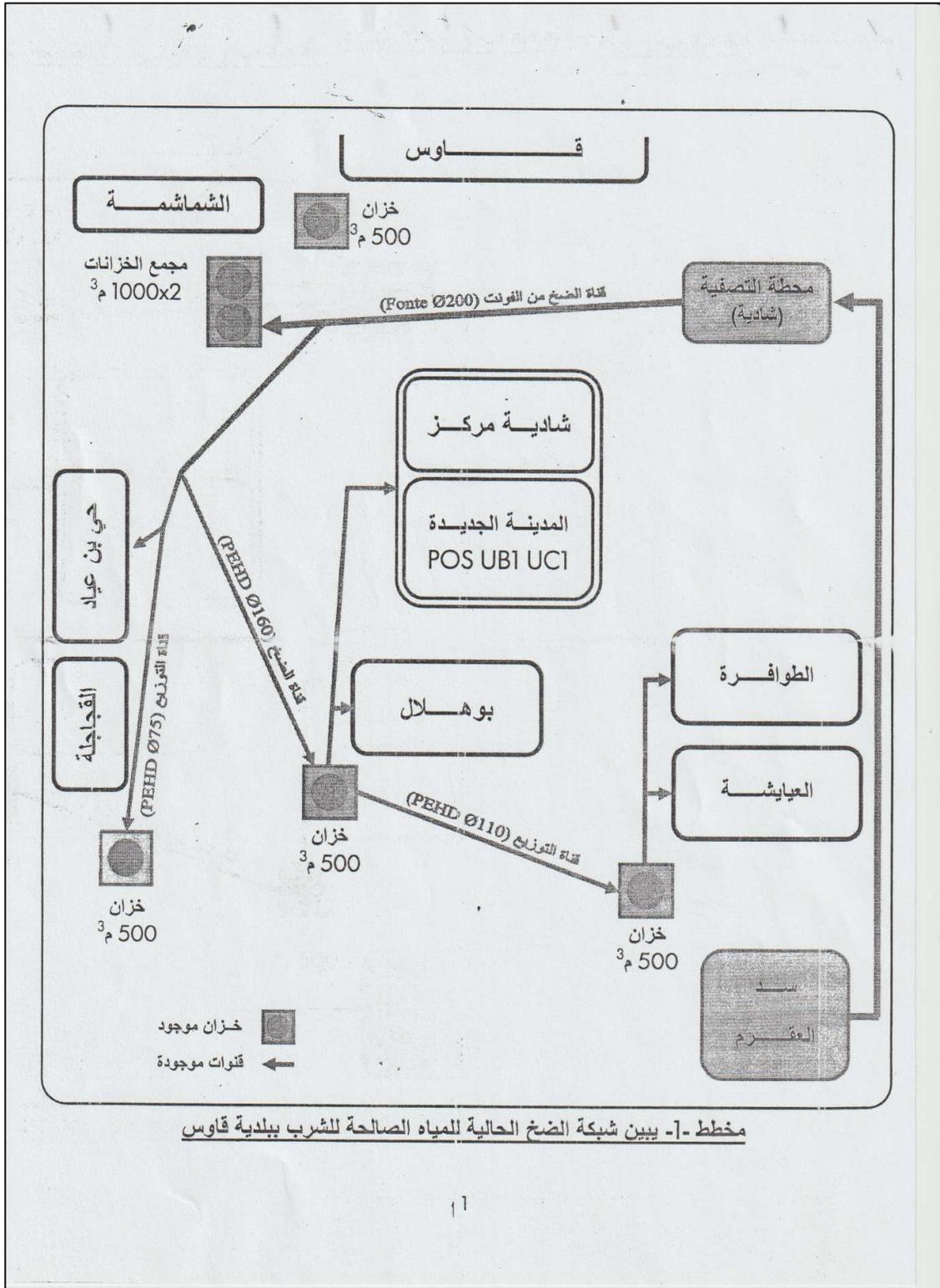
2.Mémoire de fin d'études

- [5][6][7][8][9][10][11] : BERKANI Amina "ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE KHEMISTI", ENSH 2015.
- [12][13] : BOUDOUR Anis "Etude du système d'alimentation en eau potable de la ville de MAHELMA. W. ALGER", ENSH 2017.

3. Webographie

- https://www.groupe-chiali.com/en/documentation-en#specifications_techniques , version 7/31/2020.
- <https://www.ramus-industrie.com/nos-produits/regulation/reducteur-regulateur-stabilisateur-de-pression-aval/redar-rl-2/> , version 6/26/2020.

Annexe



Annexe 1 – Schéma vertical du réseau de pompage actuel de la commune de KAOUS

Annexe

ÉVALUATION DES BESOINS EN EAU .1.

OBJET	EN LITRES		OBSERVATIONS
Alimentation et besoins domestiques.....	60 à 100	Par habitant et par jour	Valeurs moyennes (1).
Alimentation, besoins domestiques et arrosage du jardin familial. ...	100 à 150	Par habitant et par jour	Valeurs moyennes (le jardin correspond généralement à plusieurs personnes)
Alimentation, besoins domestiques, arrosage et services publics. ...	150 à 200	Petite ville ou groupe important de logements par habitant et par jour	Sans industries ni installations particulières telles que les fontaines, etc...
	200 à 250	Grande agglomération	Compris petites industries et toutes installations publiques.
	300 à 500	Grande ville	
Arrosage jardins et pelouses	6	Par mètre carré	Régions sèches (+ 50%) Régions humides (-50 %)
Lavage des cours	1,5 à 5	Par mètre carré	Suivant revêtement.
Baignoire	200	Par personne pour un bain	Compris le rinçage de l'appareil
Douche	25	Par personne pour une douche	Compris le rinçage de l'appareil
W.-C. à réservoir de chasse.	10 à 12	Par opération de chasse	
Lavabo	10	Par personne et par jour	Pour toilettes seulement
Bidet - pédiluve	6	Par personne et par jour	
EVIER	30	Par personne et par jour	Pour cuisine et besoins domestiques.
Nettoyage des marchés et champs de foire	5	Par mètre carré	Dans le cas de nettoyage mécanisé, voir le débit des engins utilisés
Nettoyage caniveaux,	25	Par mètre de caniveaux	
Lavoir public	1200	Par place et par jour	
Lavage de voiture automobile	100 à 150	Par voiture	Si portique de lavage voir débit de l'appareil.

(1). Ces valeurs sont des moyennes. Elles ne peuvent donc pas servir pour un petit nombre d'habitants (ou pavillon) sans une étude sérieuse.

Annexe 2 – Tableau des dotations des équipements (Partie 1)

Annexe

ÉVALUATION DES BESOINS EN EAU . 2 .

OBJET	EN LITRES		OBSERVATIONS
Hôpitaux	300 à 400	Par lit et par jour (1)	Compris toutes les personnes et services.
Caserne	50	Par personne et par jour	Lavage des cours et matériel non compris.
Hôtels (par chambre)	70 230	Sans bain Avec bain	Compris restaurant
Internat Écoles : Demi-pension Externat	50 20 10	Par élève et par jour	Pour les écoles techniques, il faut majorer ces chiffres.
Bureaux	15	Par employé et par jour	
Cantines : 1 repas 2 repas 3 repas	10 20 25	Par rationnaire et par jour	1 repas = repas de midi 2 repas = repas de midi et du soir.
Restaurants : 1 repas 2 repas. 3 repas	20 35 45	Par personne et par jour	Pour les restaurants de luxe, on pourra majorer les chiffres.
Bétail : Cheval Bovidé Mouton	50 50 70 5	Par animal et par jour	Pour les jeunes animaux, on adoptera 50% de ces chiffres
Arrosage cultures maraîchères.	25	Par mètre carré et par jour	
Laiterie - Beurrerie - Fromagerie	5	Par litre de lait traité	Ces chiffres ne sont donnés qu'à titre indicatif : on adoptera de préférence les chiffres donnés par les utilisateurs (2)
sucrierie	100	Par kilo de sucre fabriqué	
garage	15	Par employé et par jour	Non compris lavage voiture
Abattoirs petit bétail	200	Par tête de bétail	
Abattoirs gros bétail	500		

(1). Pour les cliniques ou petits établissements, minorer ce chiffre.

(2). Les besoins industriels doivent être étudiés d'après les indications des utilisateurs.

Annexe 3 – Tableau des dotations des équipements (Partie 2)

Annexe

VARIATIONS HORAIRES DE LA CONSOMMATION TOTALE DANS DIVERS CENTRES D'AGGLOMERATIONS .

HEURES	NOMBRES D'HABITANTS				
	Moins de 10.000	de 10001 à 50000	de 50001 à 100000	plus de 100000	Aggl. de type rural
I	2	3	4	5	6
0 - I	1.00	1.50	3.00	3.35	0.75
I - 2	1.00	1.50	3.20	3.25	0.75
2 - 3	1.00	1.50	2.50	3.30	1.00
3 - 4	1.00	1.50	2.60	3.20	1.00
4 - 5	2.00	2.50	3.50	3.25	3.00
5 - 6	3.00	3.50	4.10	3.40	5.50
6 - 7	5.00	4.50	4.50	3.85	5.50
7 - 8	6.50	5.50	4.90	4.45	5.50
8 - 9	6.50	6.25	4.90	5.20	3.50
9 - 10	5.50	6.25	5.60	5.05	3.50
10 - II	4.50	6.25	4.80	4.85	6.00
II - 12	5.50	6.25	4.70	4.60	8.50
12 - 13	7.00	5.00	4.40	4.60	8.50
13 - 14	7.00	5.00	4.10	4.55	6.00
14 - 15	5.50	5.50	4.20	4.75	5.00
15 - 16	4.50	6.00	4.40	4.70	5.00
16 - 17	5.00	6.00	4.30	4.65	3.50
17 - 18	6.50	5.50	4.10	4.35	3.50
18 - 19	6.50	5.00	4.50	4.40	6.00
19 - 20	5.00	4.50	4.50	4.30	6.00
20 - 21	4.50	4.00	4.50	4.30	6.00
21 - 22	3.00	3.00	4.80	4.20	3.00
22 - 23	2.00	2.00	4.60	3.75	2.00
23 - 24	1.00	1.50	3.30	3.70	1.00
Total	100.00 %	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Annexe 4 - Tableau des coefficients du régime de consommation selon la population

Annexe

ANNEXE 1

Épaisseurs de paroi

Dimensions en millimètres

Dim. nom.	Séries de tubes											
	SDR 6		SDR 7,4		SDR 9		SDR 11		SDR 13,6		SDR 17	
	S 2,5	S 3,2	S 4	S 5	S 6,3	S 8	Pression nominale PN en bar					
	PN 10		PN 8		PN 5		PN 4					
	PN 25		PN 20		PN 16		PN 12,5		PN 10		PN 8	
	PN 25		PN 20		PN 16		PN 12,5		PN 10		PN 8	
	Épaisseur de paroi											
	e _{min}	e _{max}	e _{min}	e _{max}	e _{min}	e _{max}	e _{min}	e _{max}	e _{min}	e _{max}	e _{min}	e _{max}
16	3,0 ^(a)	3,4	2,3 ^(a)	2,7	2,0 ^(a)	2,3	—	—	—	—	—	—
20	3,4	3,9	3,0 ^(a)	3,4	2,3	2,7	2,0 ^(c)	2,3	—	—	—	—
25	4,2	4,8	3,5	4,0	3,0 ^(a)	3,4	2,3	2,7	2,0 ^(a)	2,3	—	—
32	5,4	6,1	4,4	5,0	3,6	4,1	3,0 ^(a)	3,4	2,4	2,8	2,0 ^(a)	2,3
40	6,7	7,5	5,5	6,2	4,5	5,1	3,7	4,2	3,0	3,5	2,4	2,8
50	8,3	9,3	6,9	7,7	5,6	6,3	4,6	5,2	3,7	4,2	3,0	3,4
63	10,5	11,7	8,6	9,6	7,1	8,0	5,8	6,5	4,7	5,3	3,8	4,3
75	12,5	13,9	10,3	11,5	8,4	9,4	6,8	7,6	5,6	6,3	4,5	5,1
90	15,0	16,7	12,3	13,7	10,1	11,3	8,2	9,2	6,7	7,5	5,4	6,1
110	18,3	20,3	15,1	16,8	12,3	13,7	10,0	11,1	8,1	9,1	6,6	7,4
125	20,8	23,0	17,1	19,0	14,0	15,6	11,4	12,7	9,2	10,3	7,4	8,3
140	23,3	25,8	19,2	21,3	15,7	17,4	12,7	14,1	10,3	11,5	8,3	9,3
160	26,6	29,4	21,9	24,2	17,9	19,8	14,6	16,2	11,8	13,1	9,5	10,6
180	29,9	33,0	24,6	27,2	20,1	22,3	16,4	18,2	13,3	14,8	10,7	11,9
200	33,2	36,7	27,4	30,3	22,4	24,8	18,2	20,2	14,7	16,3	11,9	13,2
225	37,4	41,3	30,8	34,0	25,2	27,9	20,5	22,7	16,6	18,4	13,4	14,8
250	41,5	45,8	34,2	37,8	27,9	30,8	22,7	25,1	18,4	20,4	14,8	16,4
280	46,5	51,3	38,3	42,3	31,3	34,8	25,4	28,1	20,6	22,8	16,6	18,4
315	52,3	57,7	43,1	47,6	35,2	38,9	28,6	31,6	23,2	25,7	18,7	20,7
355	58,0	63,0	48,5	53,5	39,7	43,9	32,2	35,6	26,1	28,9	21,1	23,4
400	—	—	54,7	60,3	44,7	49,3	36,3	40,1	29,4	32,5	23,7	26,2
450	—	—	61,5	67,8	50,3	55,5	40,9	45,1	33,1	36,6	26,7	29,5
500	—	—	—	—	55,8	61,5	45,4	50,1	36,8	40,6	29,7	32,8
560	—	—	—	—	—	—	50,8	56,0	41,2	45,5	33,2	36,7
630	—	—	—	—	—	—	57,2	63,1	46,3	51,1	37,4	41,3
710	—	—	—	—	—	—	—	—	52,2	57,6	42,1	46,5
800	—	—	—	—	—	—	—	—	58,8	64,8	47,4	52,3
900	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	53,3	58,8
1 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59,3	65,4
1 200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

9

Annexe 5 – Tableau des diamètres des conduite en PEHD