

Higher National School of Hydraulic

The Library

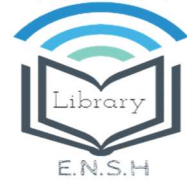
Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Gestion des réseaux d'eau potable en temps de crise cas de
laville de fouka (w. Tipaza).

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0016-09

APA Citation (توثيق APA):

Souanef, Nassima (2009). Gestion des réseaux d'eau potable en temps de crise cas
de laville de fouka (w. Tipaza)[Mem Ing, ENSH].

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

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...)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

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

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

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

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

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L'HYDRAULIQUE
« ARBAOUI Abdellah »

DEPARTEMENT DES SPECIALITES

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR D'ETAT EN HYDRAULIQUE

Spécialité : Conception des Systèmes d'Alimentation En Eau Potable

THEME

**GESTION DES RESEAUX D'EAU POTABLES EN
TEMPS DE CRISE
« CAS DE LA VILLE DE FOUKAW.TIPAZA »**

Présenté par :
M^{elle} SOUANEF NASSIMA

Promoteur :
Mr A. AMMARI

Devant le jury composé de :

Président: Mr T. KHETTAL
Examineurs: Mr M.S. BENHAFID
M^{me} M.KAHLERRAS
M^{me} D.DJOUDAR
Mr A. RASSOUL
Mr M. FODIL CHERIF

Octobre 2009

REMERCIEMENTS

En premier lieu, je tiens tout d'abord à remercier Dieu pour m'avoir donné la force et le courage pour pouvoir réaliser ce travail.

Un grand Merci à mon promoteur Mr AMMARI A pour sa disponibilité, ses conseils, sa patience et sa confiance.

Merci à mon papa, pour m'avoir soutenu au quotidien, pour m'avoir transmis une partie de son expérience.

Je tiens à remercier les membres du jury qui ont accepté d'examiner mon travail :

**Mr M.S BENHAFID
Mme. KAHLERASS
Mme DJOUDAR
Mr RASSOUL
Mr FODIL CHERIF**

Ainsi que Mr KHETTAL qui m'a fait l'honneur de présider mon jury.

Merci à ma maman pour son soutien et ses pensées.

Merci à MOUFIDA qui saura pourquoi.

Je tiens aussi à remercier l'ensemble des enseignants de l'ENSH qui ont participé à ma formation.

Et enfin merci à toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

DEDICACES

**A mes très chers parents qui ont tout fait et tout donné pour
que j'en arrive là,**

A mes frères et sœurs:

**TOUFIK, MOUFIDA, NADIA, MOURAD, NASSER,
WALIDA, SELMA ET AMINA,**

A ma meilleure amie LATIFA,

A mes belles sœurs : SABAH et MOUNA,

A mes neveux et nièces,

A mes amis de l'ENSH et qui m'ont beaucoup aidé :

IBRAHIM, AREZKI, AMINE, AICHA ET MEHDI,

A SARAH,

Et tout particulièrement à CHOUAIB

Je dédie ce mémoire.

ملخص:

العمل المنجز في إطار مذكرة نهاية الدراسة يهدف إلى توفير فهم أفضل لشبكة التزويد بالمياه الصالحة للشرب.

وفي حالتنا ، دون استخدام الحاسوب والمحاكاة العددية ، فإنه من غير الممكن أن تكون هناك معرفة جيدة للسلوك الهيدروليكية للشبكة. وعلى الرغم من القيود العديدة المفرطة المرتبطة بحجم الشبكة والمنافذ المختلفة لتغذية المدينة بأكملها ، نقترح تحسين العملية ، من أجل تزويد المدينة تحت ظروف هيدروليكية جيدة للتوزيع في حالة وجود توزيع في أوقات النقص.

Résumé :

L'objectif de cette présente étude est de permettre la gestion des réseaux d'AEP en temps de crise de la commune de FOUKA W.TIPAZA.

La simulation du fonctionnement hydraulique du réseau a permis d'effectuer un diagnostic de ce dernier et de déterminer les zones à problèmes.

A partir de cet état des lieux, une réhabilitation et une sectorisation du réseau ont été proposées.

Les aménagements suggérés permettront un meilleur fonctionnement du réseau.

La sectorisation permettra une meilleure gestion du réseau en temps de crise, et cela en séparant les différents secteurs et de les alimenter équitablement le long de la journée.

En dehors du temps de crise, la sectorisation permettra une gestion efficace de des réseaux de distribution d'eau potable en détectant plus facilement les fuites.

Abstract:

The objective of this study is to allow the management of the water networks in times of crisis of the municipality of FOUKA W.TIPAZA.

The simulation of the hydraulic functioning of the network allowed to make a diagnosis of this last one and to determine zones to problems.

From this inventory of fixtures, rehabilitation and a division into sectors of the network were proposed.

The suggested arrangements will allow a better functioning of the network.

The division into sectors will allow a better management of the network in times of crisis, and it by separating the various sectors and to feed them fairly along the day.

Except the time of crisis, the division into sectors will allow an effective drinkable management of water distribution systems by detecting more easily the flights.

SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES.....	6
ILSTE DES TABLEAUX.....	7
INTRODUCTION.....	8
I) Modes de gestions des réseaux d’AEP	9
I.1) Introduction.....	9
I.1.1) Le Captage (production).....	9
I.1.2) Le stockage.....	9
I.1.3) La distribution	9
I.2) Modes de gestions des réseaux d’alimentation en eau potable	10
I.2.1) Gestion commerciale des réseaux d’AEP	10
I. 2.2) Gestion technique des réseaux d’alimentation en eau potable.....	11
I. 3) Alimentation en eau potable en Algérie.....	11
I .3.1) Problèmes rencontrés dans les réseaux d’AEP en Algérie	11
I.4) Conclusion	13
II) Problèmes d’eau dans le monde	14
II. 1) Ressources en eau dans le monde	14
II. 2) Une richesse inégalement répartie.....	14
II.2.1) Demande en eau dans le monde	16
II.2.2) Prélèvement d’eau dans le monde	16
II.3) L’eau dans l’Afrique	16
II.3.1) Statistiques	16
II.3.2) Manque d’eau en Afrique « fausse idée »	17
II. 4) L’eau dans le Maghreb	17
II.4.1) Problématique.....	17
II.4.2) Solutions	18
II. 5) L’eau en Algérie.....	18
II.5.1) Problèmes d’eau en Algérie	18
II.5.2)Ressources en eau en Algérie	19
II.6) Conclusion.....	20
III) Présentation de la commune de FOUKA.....	21
III.1) Introduction	21
III.2) Description de la commune	21
III.2.1) Situation géographique de la commune de FOUKA	21
III.2.2) description de la zone d’étude.....	22
III.2.3) Situation climatologique de la commune de FOUKA.....	24
III.2.4) Hydrogéologie.....	25
III.3) Conclusion.....	25
IV) Equilibre Ressource-Demande.....	26
IV.2) Etude de l’équilibre Ressource- Demande pour la commune de FOUKA.....	26
IV.2.1) Etude de la consommation.....	26

IV.2.2) Etude de la production.....	40
IV .2.3) Bilans.....	41
VI.3) Conclusion.....	45
V) Diagnostic et réhabilitation du réseau de la commune de FOUKA	46
V .1) Introduction	46
V.2) La ressource.....	46
V.2.1) Eaux superficielles	46
V.2.2) Eaux souterraines	46
V.3) Stations de pompage	47
V.3.1) Station de pompage de KOLEA.....	47
V.3.2) Station de pompage de BERBESSA	47
V.4) Réservoirs.....	48
V.5) Fonctionnement du réseau	49
V.5.1) Système de KOLEA	49
V.5.2) Système de BERBESSA.....	50
V.6) Canalisations.....	50
V.6.1) Adduction	50
V.7) Diagnostic hydraulique du réseau.....	53
Considérant le débit minimum nocturne consommé, le calcul de l'indice linéaire de fuites se calcule comme suit :	76
V.8 Evaluation des besoins de stockage.....	77
V.9) Réhabilitation du réseau	78
V.10) Conclusion.....	92
VI) Gestion des réseaux d'alimentation en eau potable en cas de crise.....	93
VI.1) Gestion de la ressource en eau.....	93
VI.1.1) Gestion qualitative de la ressource en eau.....	93
VI.1.2) Gestion quantitative de la ressource en eau.....	93
VI.2) Gestion de la demande.....	94
VI .4) Sectorisation du réseau de la commune de FOUKA.....	95
VI.5) Demande exceptionnelle 2008 pour la commune de FOUKA (Ressource insuffisante.....	98
VI.5.1) Calcul des débits.....	98
VI.5.2) Calcul des débits nodaux pour chaque secteur.....	101
VI.6) Manipulation des vannes.....	106
VI.7) Comportement du réseau.....	106
VI.8) Conclusion.....	115
CONCLUSION GENERALE.....	116

LISTES DES FIGURES

Figure(II.1) Carte de répartition de l'eau dans le monde.....	19
Figure(III.1) Carte de situation de la commune de FOUKA.....	22
Figure (IV.1) : Evolution de la consommation domestique sur la base des volumes facturés pour l'année 2008.....	35
Figure(IV.2) : Evolution de la consommation des équipements publics sur la base des volumes facturés pour l'année 2008.....	36
Figure(IV.3) : Evolution de la consommation commerciale sur la base des volumes facturés pour l'année 2008.....	36
Figure(IV.4) : Evolution de la consommation industrielle sur la base des volumes facturés pour l'année 2008.....	36
Figure(IV.5) : Evolution du total des consommations sur la base des volumes facturés pour l'année 2008.....	37
Figure(IV.6) : Evolution de la consommation domestique théorique pour l'année 2008.....	41
Figure(IV.7) : Evolution de la consommation théorique des équipements publics pour l'année 2008.....	42
Figure(IV.8) : Evolution de la consommation commerciale théorique pour l'année 2008.....	42
Figure(IV.9) : Evolution du total des consommations théoriques pour l'année 2008.....	42
Figure(IV.10) : Evolution de la consommation domestique prévisionnelle pour l'an 2030.....	45
Figure(IV.11) : Evolution de la consommation des équipements publics prévisionnelle pour l'an 2030.....	45
Figure(IV.12) : Evolution de la consommation commerciale prévisionnelle pour l'an 2030.....	45
Figure(IV.13) : Evolution des besoins industriels prévisionnels pour l'an 2030.....	46
Figure(IV.14) : Evolution des besoins totaux prévisionnels pour l'an 2030.....	46
Figure(IV.15) : Courbes Production-Distribution-Consommation.....	50
Figure(V.1) : Visualisation du fonctionnement d réseau pour le cas de pointe.....	69
Figure(V.2): Fonctionnement du réseau pour le cas de pointe+incendie.....	75
Figure (V.3) : Visualisation du fonctionnement du réseau réhabilité pour le cas de pointe.....	85
Figure (V.4) : Visualisation du fonctionnement du réseau réhabilité pour le cas de pointe+incendie.....	91
Figure(VI.1) Réseau sectorisé.....	97
Figure(VI.2) : Visualisation du fonctionnement du réseau entre 8h et 12h.....	112
Figure(VI.3) : Visualisation du comportement du réseau entre 12h et 16h.....	113
Figure(VI.4) : Visualisation du fonctionnement du réseau entre 17h et 22h.....	114

LISTE DES TABLEAUX

Tableau II.1-Stock en eau de la planète.....	18
Tableau II.2-Demande en eau dans le monde	20
Tableau II .3-Evolution de la population et des disponibilités en eau par habitant au Maghreb central entre 2002 et 2025.....	22
Tableau IV.1-Volumes facturés pour la consommation domestique	33
Tableau IV.2-Volumes facturés pour la consommation administrative	33
Tableau IV.3-Volumes facturés pour la consommation commerciale	34
Tableau IV.4-Volumes facturés pour la consommation industrielle.....	34
Tableau IV.5-Volumes facturés pour le total des consommations.....	35
Tableau IV.6-Objectifs à atteindre d’ici 2010 pour les dotations	38
Tableau IV.7-consommation domestique théoriques 2008	38
Tableau IV.8-consommation théorique des équipements publics.....	38
Tableau IV.9-Fraction de la consommation commerciale par rapport à la consommation domestique	40
Tableau IV.11- Total des consommations théoriques	41
Tableau IV.12-Taux d’accroissement pour la commune de FOUKA.....	43
Tableau IV.13-Besoins en eau pour l’an 2008 et 2030	43
Tableau IV.14-Consommation prévisionnelle des équipements publics (2030)	43
Tableau IV.15-Consommation commerciale prévisionnelle (2030)	44
Tableau IV.16-Consommation industrielle prévisionnelle(2030).....	44
Tableau IV.17-Total des consommations prévisionnelles (2030).....	44
Tableau IV.18-Bilan de production.....	47
Tableau IV.19-Bilan VOLUMES DISTRIBUES/ VOLUMES FACTURES :	47
Tableau IV.20-Bilan VOLUME DISTRIBUE/ DEMANDE EN EAU actuelle	48
Tableau IV.21-Bilan VOLUME DISTRIBUE/ DEMANDE EN EAU prévisionnelle de 2030 :	49
Tableau IV.22-Bilan PRODUCTION-DISTRIBUTION-CONSOMMATION	49
Tableau V.1-Production d’eau par le champ de captage de KOLEA.....	46
Tableau V.2-Production d’eau par le champ de captage de BERBESSA.....	47
Tableau V.3- Caractéristiques de la station de pompage de KOLEA.....	47
Tableau V.4-Caractéristiques de la station de pompage de BERBESSA.....	47
Tableau V.5-longueurs, Diamètres, Matériaux et Caractéristiques des canalisations du réseau.....	51
Tableau V.6-valeurs du coefficient β_{max}	54
Tableau V.7-Débits nodaux pour le cas de pointe.....	55
Tableau V.7-Débits nodaux pour le cas de pointe + incendie.....	60
Tableau V.8-état des nœuds du réseau en cas de pointe.....	64
Tableau V.9-Etat des tuyaux du réseau(Cas de pointe)	66
Tableau V.10- état des nœuds du réseau en cas de pointe+incendie.....	70
Tableau V.11-Etat des tuyau du réseau (Cas de pointe+Incendie).....	72
Tableau V.12-Evaluation des besoins en stockage.....	77
Tableau V.13-Tronçons ajoutés.....	78
Tableau V.14-Tronçons refaits.....	79
Tableau V.15-Etat des nœuds du réseau.....	80
Tableau V.16-Etat des tuyaux du réseau.....	82
Tableau V.17-Etat des nœuds du réseau.....	86
Tableau V.18-Etat des tuyaux du réseau.....	88

Tableau VI.1-Plan de sectorisation de la commune de FOUKA.....	95
Tableau VI.2-Nom et emplacement des vannes séparant les secteurs.....	96
Tableau VI.3-Régime de consommation de la commune de FOUKA.....	99
Tableau VI.4-Répartition des débits pour chaque secteur.....	100
Tableau VI.5-Calcul du débit spécifique pour chaque secteur.....	100
Tableau VI.6-Débits nodaux pour le 1er secteur.....	101
Tableau VI.7-Débit nodaux pour le 2ème secteur.....	103
Tableau VI.8-Débits nodaux pour le 3ème secteur.....	104
Tableau VI.9-Manipulation des vannes.....	106
Tableau VI.10-Etat des nœuds du réseau.....	107
Tableau VI.11-Etat des tuyaux du réseau.....	109

INTRODUCTION

Les réseaux de distribution d'eau potable présentent plusieurs caractéristiques, on en cite :

- Leur étendue n'excède pas en général l'échelon communal.
- Ils ont une valeur à neuf importante et une durée de vie élevée.

De très nombreux facteurs influencent l'évolution de leur état et de leur performance: caractéristiques structurelles (date de pose, matériaux utilisés), éléments de leur environnement (nature du sol, caractéristiques chimiques de l'eau distribuée, pression de l'eau, ...). Compte tenu de la multiplicité de ces facteurs, il n'est donc pas envisageable de définir une politique standardisée de gestion.

La bonne gestion des réseaux d'eau potable répond à un impératif à la fois sanitaire, environnemental et social. Cruciale pour les collectivités locales, elle représente un défi technique pour les gestionnaires.

Garantir la qualité de l'eau, assurer la continuité de l'alimentation, réduire les pertes en eau, préserver le cadre urbain tout en réduisant les coûts : telles sont les performances qu'ils doivent accomplir pour améliorer la qualité du service rendu aux usagers.

Le réseau de la commune de FOUKA, est un réseau qui représente plusieurs difficultés de fonctionnement et de gestion.

L'objectif de la présente étude est de procéder à une gestion du réseau de la commune en cas de crise, c'est-à-dire lorsque la demande augmente par rapport à la production.

Pour ce faire un diagnostic a été réalisé à l'aide de la simulation du fonctionnement hydraulique du réseau avec l'outil EPANET.

Cet état des lieux a permis d'identifier les points noirs du réseau, qui sont à l'origine de son dysfonctionnement.

Les actions proposées sont :

- Une réhabilitation du réseau afin d'améliorer son fonctionnement.
- Une sectorisation du réseau afin d'alimenter équitablement tout les secteurs et chacun à l'heure déterminée.

CHAPITRE I

MODES DE GESTION DES RESEAUX D'EAU POTABLE

I.1) Introduction

Un réseau d'alimentation en eau potable comprend trois éléments successifs, qui sont : La production, Le stockage, et La distribution.

I.1.1) Le Captage (production)

Il se fait, soit à partir de captage d'eau souterraine ou d'eau de surface, en fonction de la capacité de la ressource et des besoins, un traitement partiel des eaux des nappes et plus complexe des eaux de surface, amène la qualité de l'eau à celle nécessaire pour l'eau potable compte tenu des normes en vigueur.

Souvent ces installations sont situées en dehors de l'agglomération. Dans le périmètre de laquelle une conduite d'adduction, plus ou moins longue, doit être installée et entretenue.

Pour des raisons de sécurité les systèmes de production de plusieurs services sont interconnectés.

La pression nécessaire pour desservir les étages supérieurs des immeubles avec des valeurs suffisantes est rarement obtenue naturellement par le niveau de la prise d'eau (Adduction gravitaire). Dans ce cas là un refoulement est nécessaire, soit pour donner la cote voulue pour tout le service, soit une cote permettant une desserte gravitaire d'une partie de la ville. Il existe cependant des points hauts qui nécessitent un refoulement supplémentaire. A l'inverse, dans le cas d'une adduction gravitaire, il est parfois nécessaire de casser la pression et de diviser le réseau en sous-réseaux alimentant les quartiers avec une pression réduite acceptable.

Parfois, certains immeubles très hauts ont un système de surpression interne et éventuellement un réservoir auxiliaire sur la terrasse ou dans le sol.

I.1.2) Le stockage

Il se fait dans des réservoirs situés à une cote permettant une desserte gravitaire d'une partie de la ville ou de la totalité. Le rôle de ces ouvrages est à la fois d'assurer un volume permettant de poursuivre l'alimentation (distribution) en cas d'interruption de la production (rôle de sécurité), et de moduler le pompage afin de minimiser ses coûts (coté tampon). Le volume de réserve à prévoir pouvant être réduit si l'alimentation est assurée par plusieurs ressources indépendantes, ou lorsqu'il y a interconnexion entre les réseaux.

I.1.3) La distribution

La distribution se fait à partir de réservoirs, ou directement par la pompe (injection directe) par des réseaux ramifiés ou plus généralement maillés, équipés de diverses vannes de sectionnement pour accroître la sécurité et permettre d'éviter les interruptions du service en cas de réparation.

L'eau est amenée chez l'utilisateur par des branchements particuliers munis, quand ils sont légaux, de compteurs et des branchements spéciaux alimentant les pompes d'incendie.

Cas particuliers

Certains consommateurs dits « importants » peuvent prélever directement l'eau à consommer, donc avoir des systèmes d'alimentation propres à eux à cause de l'importance des débits demandés ne pouvant être assurés par le réseau public .¹

¹ [LYONNAISE DES EAUX], [Mémento du gestionnaire de l'alimentation en eau et de l'assainissement].

I.2) Modes de gestions des réseaux d'alimentation en eau potable

I.2.1) Gestion commerciale des réseaux d'AEP

Les services d'eau sont des monopoles naturels locaux. En Algérie, comme dans les autres pays du monde, les services d'alimentation en eau potable (AEP) peuvent être gérés directement par les autorités publiques, ou bien faire l'objet d'une délégation de service public (à une entreprise privée). Lorsque la gestion est déléguée, la collectivité cherche à réduire la marge de l'entreprise tout en l'incitant à fournir le meilleur service, donc on peut parler de **gestion directe** ou de **gestion indirecte**

Dans les deux cas il y a un bien -de la collectivité différent qui correspondra à des coûts d'exploitation différents.

Le choix des modes de gestion des réseaux d'AEP dans les pays développés se fait après avoir fait l'estimation des coûts par des modèles, comme celui élaboré par **MARCEL BOYER** et **SERGE GARCIA**, et dont le but est de montrer les interactions entre le mode de gestion (**régie** ou **délégation**) et les coûts d'exploitation des services d'AEP, afin de comparer leurs performances et efficacités.

Pour le choix du coût, plusieurs facteurs sont pris en compte et qui sont :

- Le volume de production.
- Le nombre d'abonnés.
- La longueur du réseau.
- Le taux de rendement du réseau.
- L'origine des eaux brutes.
- Le type de traitement et de la topographie.

Une fonction du coût est alors déterminée en se basant sur les facteurs cités précédemment par le gestionnaire et dont le but est de minimiser le coût.

On peut distinguer alors :

a. LA GESTION DIRECTE :

Dans le cas d'une gestion directe la collectivité locale cherche à maximiser le bien-être social espéré sans contraintes budgétaires (coûts minimes).

b. LA GESTION DELEGUEE:

Dans ce cas les collectivités locales ne sont généralement pas aptes à assurer d'elles-mêmes la gestion des réseaux d'AEP ; aussi elles délèguent leur gestion ou bien leur exploitation à des entreprises.

Le choix du type de gestion dépendra du coût et des caractéristiques du service.

Il s'est avéré, d'après les études de **MARCEL BOYER** et **SERGE GARCIA**, que la gestion déléguée représente une différence sensible très favorable de la productivité du réseau, pendant que la gestion par régie (collectivité locale) représente un meilleur rendement du réseau.²

² [MARCEL BOYER, SERGE GARCIA], [Régulation et modes de gestion : ETUDE ECONOMETRIQUE SUR LES PRIX ET LA PERFORMANCE DANS LE SECTEUR DE POTABLE-2008].

I. 2.2) Gestion technique des réseaux d'alimentation en eau potable

La gestion technique d'un réseau d'AEP a pour principal objectif de livrer aux consommateurs une eau répondant aux normes de qualité, à un prix compétitif et avec une continuité de service sans défaut. Une bonne connaissance des infrastructures, du fonctionnement hydraulique et l'état d'entretien du réseau sont les garants d'une gestion efficace du réseau et de ses services.³

I. 3) Alimentation en eau potable en Algérie

La population a énormément souffert de la pénurie d'eau, cet élément indispensable à la vie. Face à cette insatisfaction fréquente, notamment durant les trois dernières décennies, du moins pour mettre fin à la pénurie des ressources en eau, une politique volontariste a été entreprise par les pouvoirs publics, visant ainsi à l'augmentation et à la diversification des capacités de mobilisation de l'eau, et à la réduction des déficits en eau potable pour les populations.

Aujourd'hui 92 % de la population est alimentée en eau potable par le biais des réseaux d'eau potable, la dotation quotidienne en eau est de 165 litres par jour et par habitant dans plus de 70% des chefs-lieux des communes.

Voici quelques données du MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU concernant les réseaux d'eau potable:

- Linéaire total des réseaux d'adduction et de distribution est de 58000km.
- Capacité installée de traitement d'eau potable : 570 Millions de m³ par an.
- Capacité de stockage : 5 Millions de m³.
- Taux de raccordement moyen : 85%.

I.3.1) Problèmes rencontrés dans les réseaux d'AEP en Algérie

Plusieurs problèmes de différentes origines peuvent survenir dans un réseau d'alimentation en eau potable .On peut citer : les fuites, branchements illicites, erreurs ou défaillances du compteur, contamination, chutes de pressions, ruptures des conduites ou casses des accessoires, ainsi que les problèmes de gestion proprement dits.

1. Les fuites (pertes d'eau) :

C'est le plus gros problème auquel les agences de gestion doivent faire face.

Les fuites correspondent à une perte physique d'une certaine quantité d'eau, elles sont estimées de 20 à 40%. Les fuites surviennent généralement sur les accessoires du réseau, les points de jonction et parfois sur le corps de la conduite même dans le cas de cassures franches ; elles sont généralement causées par :

- Le vieillissement du réseau.
- La corrosion des conduites.
- L'usure des joints ou leur jonction inefficace.

³ [IGOR BLINDU], [Outil d'aide au diagnostic du réseau d'eau potable pour la ville de Chisinau par analyse spatiale et temporelle des dysfonctionnements hydraulique].

- Fortes pressions ou dépressions.
- Mouvements du terrain qui disloquent les joints.
- Cassures franches des conduites.

Les fuites occasionnent plusieurs dégâts, on peut citer :

- La dégradation des voiries.
- Les inondations.
- La contamination de l'eau potable par les eaux usées ou des matières toxiques.

2. Les coupures(Interruptions) :

Les coupures sont bien entendu les interruptions d'alimentation dans la durée réservée à l'alimentation qui est, normalement, de 24heures. Les algériens ont longtemps subi les coupures intempestives d'eau, mais cependant la situation s'est beaucoup améliorée depuis trois années pour les habitants de la Capitale. En effet, aujourd'hui, 70% des habitants d'ALGER ont l'eau H24 ; les 30% restants sont alimentés quotidiennement selon des plages qui varient entre 12 et 16 heures .Quant à la partie ouest, elle souffre toujours du rythme de distribution d'un jour sur deux. Toutefois l'exemple d'Alger n'est pas représentatif de l'alimentation en eau potable en Algérie, car de nombreuses villes souffrent encore de ce problème.

Les coupures d'eau sont causées par :

- Le dysfonctionnement d'ouvrages assurant l'écoulement de l'eau (pompes, réservoirs,...)
- Les réparations sur le réseau.
- La dégradation de la qualité de l'eau.
- Les inondations.
- Les ressources insuffisantes, qui feront l'objet de notre étude.

Les coupures d'eau ont beaucoup de conséquences :

- L'usure de conduites suite aux fortes pressions et dépressions qu'elles subissent lors de leur remplissage et vidange.
- La dégradation de la qualité de l'eau suite à l'aspiration des eaux parasites (eaux provenant des conduites d'assainissement, en cas de forte dépression).
- Les plaintes des abonnés.

3. Les branchements illicites :

Ce sont des pratiques illégales où des personnes inciviques font des piquages sur les conduites des réseaux d'AEP, sans placer de compteurs afin d'éviter de payer l'eau consommée. Ces pratiques ont pris une telle ampleur que les pouvoirs publics ont décidé d'agir .Les estimations des branchements illicites à Alger et ses environs est de 50 000 abonnés non recensés.

4. La qualité de l'eau :

Il n'est pas rare de voir une eau de couleur jaunâtre à l'odeur et au gout douteux s'écouler du robinet car la qualité de celle-ci peut subir plusieurs modifications de la ressource aux usagers. Mais il est reconnu qu'en Algérie la qualité de l'eau du robinet

est plus que satisfaisante car elle est contrôlée en permanence par les services de distribution.

5. L'inexistence même des réseaux d'alimentation en eau potable :

Il existe encore aujourd'hui des agglomérations et des quartiers qui n'ont pas de réseaux d'AEP car leur installation nécessite certaines règles d'urbanisme.⁴

I.4) Conclusion

Les réseaux d'eau potable obéissent à deux types de gestions, la gestion commerciale et la gestion technique, une bonne gestion de ces réseaux est une combinaison de ces deux modes, et celle-ci permettrait d'éviter les problèmes pouvant survenir sur ces derniers.

⁴ [Optimisation multicritère pour la gestion d'un réseau d'AEP], [GUEDDOUJ et OUARET].

CHAPITRE II
PROBLEMES D'EAU DANS LE
MONDE

II. 1) Ressources en eau dans le monde

Sous toutes ses formes, l'eau recouvre 70% de la surface de la terre ; seulement 2.5% constituent l'eau douce dont 0.3% sont renouvelables (rivières, lacs, ...), et 97.5% représentent une eau trop chargée en sels qui reste inutilisable directement pour les besoins personnels de l'homme ou les besoins industriels et agricoles.

La quantité d'eau douce se trouvant sur terre est répartie comme suit :

-les deux tiers se retrouvent emprisonnées dans les glaces polaires, donc pratiquement inaccessibles, et le tiers restant en précipitations dont 80% s'évaporent en permanence, et, seulement 20% sont accessibles à la consommation.

Traduites en chiffres, c'est 110 000 milliards de m³ d'eau dans le monde sont des précipitations, dont 70 000 milliards s'évaporent et seulement 40 000 milliards de m³ sont disponibles sur lesquels 20% se trouvent inaccessibles à cause de leur situation géographique.⁵

Tableau II.1-Stock en eau de la planète

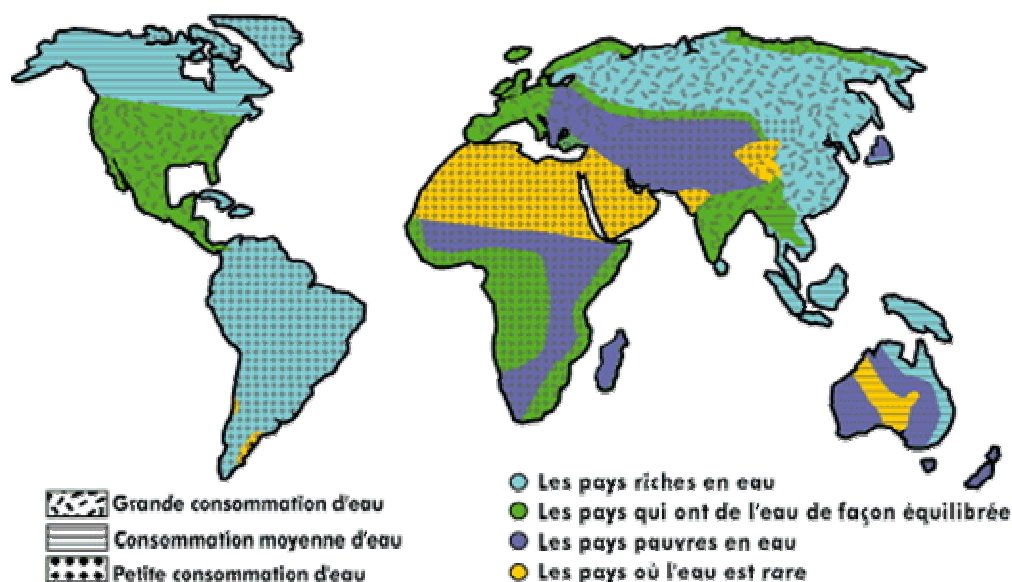
Gîte	km ³	%
Océans	1.350.000.000	97.41
Glaciers	27.450.000	1.98
Eaux souterraines	8.200.000	0.592
Mers et lacs intérieurs	200.000	0.0148
Humidité du sol	70.000	0.00505
Humidité de l'air	13.000	0.00094
Rivières	1.600	0.00012

II. 2) Une richesse inégalement répartie

Bien que 32 000 milliard de m³ d'eau douce soient parfaitement disponibles, ce qui semble très suffisant, celles-ci restent inégalement réparties.

L'eau se trouve abondante aux pôles, aux zones septentrionales et aux zones équatoriales et, cependant, manque aux zones tropicales intermédiaires
La carte ci-dessous montre la répartition de l'eau dans le monde :

⁵ [ELISABETH PAGNAC] ,[La Gestion De L'eau].



Figure(II.1) Carte de répartition de l'eau dans le monde

D'après la carte on voit que des pays ont de l'eau en excès et d'autres en manquent terriblement.

Dans certains pays, l'homme doit parcourir de longues distances, sous une chaleur torride, en effectuant des efforts surhumains pour arriver à un point d'eau, de qualité douteuse parfois. Cette eau est transportée le plus souvent par des jerricans et bidons qui peuvent être contaminés par des matières toxiques (hydrocarbures, pesticides,...).

Voici quelques chiffres (source : UNESCO)

- 4 millions de personnes meurent chaque année de maladies liées au manque d'eau.
- 9 Pays se partagent 60% des réserves mondiales d'eau: le Brésil, la Russie, les Etats-Unis, le Canada, la Chine, l'Indonésie, l'Inde, la Colombie et le Pérou. Face à eux, des Pays manquent cruellement d'eau, on en cite : le Koweït, les Emirats Arabes Unies, Singapour, l'Algérie, le Maroc, le Kenya, certains par manque d'eau et d'autres par manque de savoir faire.
- 80 pays souffrent de pénuries ponctuelles.
- 28 pays souffrent de pénuries régulières.
- 1,5 milliard d'habitants n'ont pas accès à l'eau potable.
- 2 milliards sont privés d'installations sanitaires.

II.2.1) Demande en eau dans le monde

Tableau II.2-Demande en eau dans le monde

km ³ /an	1900	1950	1990	2000	%(2000)
Agriculture	525	1130	2680	3250	63
Industrie	37	178	973	1290	25
Besoins domestiques	16	58	470	660	12

Les besoins de l'eau de l'humanité augmentent d'une façon ahurissante, et le manque de cette eau dans la majorité des Pays du monde commence à présenter un vrai problème d'ordre social et politique. La maîtrise de l'eau contribuera à rétablir le bien-être social et la paix publique, donc les Pays qui maîtriseront l'eau domineront le Monde.

[www.aquawal.be]

II.2.2) Prélèvement d'eau dans le monde :

- L'extraction mondiale de l'eau, par région du monde, se fait comme suit :
- 55% en Asie.
- 19% en Amérique du nord.
- 9.2% en Europe.
- 4.7% en Afrique.
- 3.3% en Amérique du sud.
- 8.8% pour le reste du monde.

II.3) L'eau dans l'Afrique

Les problèmes de l'eau concernent en tout premier lieu l'Afrique : coupée en deux par la barre désertique du Sahel, confrontée à des problèmes épineux le long de ses grands fleuves et dans ses zones humides, l'Afrique est sans doute le continent où l'eau, par son absence ou son abondance, contribue le plus à dessiner la figure des territoires. Depuis l'Egypte ancienne, dont la vie était organisée autour du fleuve, jusqu'aux débordements contemporains du Zambèze, en passant par l'assèchement progressif du lac Tchad... Il ne se passe pas de jour sans que les problématiques économiques ou sociales liées à l'eau ne soient posées.

II.3.1) Statistiques

Bien que l'un des objectifs fixés au sommet de Johannesburg consiste à réduire de moitié la proportion des personnes qui n'ont pas accès à l'eau potable et à l'assainissement d'ici à 2015, plus de 300 millions d'Africains n'ont toujours pas accès à de l'eau potable et 14 pays du continent connaissent des pénuries d'eau. Trente-cinq des 55 pays au monde où la consommation quotidienne d'eau par personne est inférieure à 50 litres (le minimum fixé par l'Organisation mondiale de la santé) se trouvent en Afrique.

Pourtant, l'Afrique disposerait d'abondantes ressources en eau qui ne sont pas efficacement utilisées. Dotée de 17 grands fleuves et de plus de 160 lacs majeurs, l'Afrique n'utilise que 4 % environ de sa quantité annuelle totale de ressources renouvelables en eau pour l'agriculture, l'industrie et les besoins ménagers. Le problème consiste à amener l'eau là où on en a le plus besoin, à un coût abordable et de manière efficace. A l'heure actuelle, 50 %

environ des ressources en eau urbaines sont gaspillées, tout comme 75 % des eaux d'irrigation.⁶

L'Afrique comptera deux milliards d'habitants d'ici 2050. Deux milliards de personnes à qui il faut assurer les besoins en nourriture, en eau et en énergie. L'accroissement de la production agricole pour garantir la sécurité alimentaire s'impose au continent. Pour y parvenir, une maîtrise et une gestion efficace de ses ressources en eau pour l'agriculture et l'énergie seront indispensables. Plusieurs techniques existent et peuvent permettre au continent de relever ce défi.⁷

II.3.2) Manque d'eau en Afrique « fausse idée »

Mais l'idée pour laquelle l'eau manquerait en Afrique est fausse car d'après la **FAO**, il faut bien séparer l'Afrique noire des pays du Maghreb, car il y a une abondance d'eau dans beaucoup de pays de l'Afrique Subsaharienne mais qui n'ont pas d'installations hydrauliques d'une importance notable ; le Mali a été cité comme l'un des pays qui avec ses terres et richesses en eau nourrirait tout le Continent, contrairement aux pays du Maghreb qui souffrent d'une importante sécheresse et manquent d'eau malgré la qualité de leur installations hydrauliques. Le principal problème de l'Afrique Subsaharienne est le manque de savoir faire en ce qui concerne l'exploitation des ressources en eau du au manque d'investissement dans ce secteur car les bailleurs de fonds sont réticents quant à l'investissement dans le domaine de l'irrigation ou l'alimentation en eau potable.⁸

II. 4) L'eau dans le Maghreb

II.4.1) Problématique

Les Pays du Maghreb, à un degré moindre le Maroc, vivent une sérieuse insuffisance en eau, conséquence d'une forte croissance démographique au cours des 30 dernières années, particulièrement en Algérie et au Maroc, et aussi d'une relative amélioration du niveau de vie de leurs habitants. Elle s'explique aussi à cause des politiques économiques qui ont longtemps ignoré le problème de l'eau devenu, maintenant, difficile à maîtriser principalement dans le cas de l'Algérie.

Le tableau ci-dessous montre l'évolution de la population et des disponibilités en eau par habitant au Maghreb central entre 2002 et 2025 (population en million, eau en m³ par personne)

Source (Bilan du monde 2004).

⁶ [les vicissitudes du développement durable],[Afrique Renouveau 2004]

⁷ [Faire face au défi de l'eau pour nourrir l'Afrique],[Une conférence tenue par des pays Africains à Syrte].

⁸[FAO].

Tableau II .3-Evolution de la population et des disponibilités en eau par habitant au Maghreb central entre 2002 et 2025

Pays	Population 2002	Eau/personne	Population 2025	Eau/personne
Algérie	31,7	478	47,3	313
Maroc	30,4	971	39,9	751
Tunisie	9,9	482	13,5	288

Ces chiffres sont alarmant car la quantité d'eau par personne et par an surtout pour l'Algérie et pour la Tunisie et relativement moins pour le Maroc baissent dangereusement, et qui sont en dessous de la barre des 1 000m³ qui est considéré comme étant le seuil des pénuries .Il faut ajouter le fait que 80% de cette eau est dirigée vers l'irrigation et n'est pas totalement destinée aux besoins de la population et une grande partie est perdue dans la nature à cause de l'utilisation de vieilles méthodes d'irrigation.

[Mahdi Lahlou], [Financement de l'Eau au Maghreb].

Avec une moyenne de 250m³d'eau/an et par habitant, les maghrébins disposent de beaucoup moins d'eau que leurs voisins Mauritaniens ou Libyens. A l'avenir, la situation ne s'arrangera pas ; au contraire, elle empirera et sera bien plus tendue qu'elle ne l'est en ce moment et, ce, à cause de l'augmentation de la demande rapportée à une offre très limitée.

II.4.2) Solutions

La vraie solution à ce problème serait que les pays du Maghreb prennent conscience de l'ampleur du problème, au niveau de l'Etat. Il faut qu'une véritable politique hydraulique soit instaurée, et donc une mise en œuvre effective de ressources humaines affectées à cette tâche, et au niveau des consommateurs .Cela impose une mise en place d'une tarification de l'eau représentative du cout réel de l'eau, afin qu'elle ne soit pas gaspillée et d'observer une amélioration des services⁹.

[Maghreb : Le Défi De La Soif], [Anne Laure De Bentré].

II. 5) L'eau en Algérie

II.5.1) Problèmes d'eau en Algérie

L'Algérie compte aujourd'hui plus de 36 millions d'habitants, et se trouvant dans une région semi- aride. C'est donc l'un des pays du monde qui souffre des pénuries d'eau, les précipitations y sont vraiment irrégulières. Si la région de Collo, reçoit plus de 2000mm/an, celle de l'ouest reçoit beaucoup moins de 400mm/an, pendant que le Sahara, dont la surface est la plus importante en Algérie soit les trois quarts de sa superficie, ne reçoit qu'à peine 100mm/an. Les écoulements y sont particulièrement irréguliers, et on y observe une violence et rapidité des crues.

L'Algérie est comptée aujourd'hui parmi les pays souffrant d'un important stress hydrique, suite à l'important envasement des barrages, au changement climatique, et à l'utilisation irrationnelle de l'eau. Ces problèmes vont empirer d'ici 2025, si des démarches sérieuses ne sont pas prises pour remédier à ce problèmes.

Les données sont particulièrement inquiétantes car l'Algérien ne dispose aujourd'hui que de 75 litres d'eau potable par jour alors qu'il lui faudrait au moins le double pour répondre aux normes minimales internationales.

⁹ [Maghreb : Le Défi De La Soif], [Anne Laure De Bentré].

II.5.2) Ressources en eau en Algérie

Ci-dessous sont donnés quelques chiffres sur les ressources en eau dont dispose l'Algérie :

a. Eaux naturelles :

Les ressources en eau superficielles et souterraines sont estimées à 17.2 milliards de m³/an dont 12 milliards de m³/an sont observés au nord (10 milliards de m³/an en écoulement superficiel, et 2 milliard de m³/an en ressources souterraines), tandis qu'au sud des seulement 5.2 milliards de m³ /an dont 0.2 qui sont en écoulement superficiel et 5 en ressources souterraines. Mais l'Algérie a de fortes potentialités en eaux souterraine bien profondes se trouvant au sud et dont la quantité a été estimée à plus de 40.000 milliards de m³ ce qui est vraiment énorme, cette ressource doit être exploitée car par un prélèvement de 10 milliards de m³/an l'Algérie aurait une autonomie de 4 000 ans !

b. Eaux non conventionnelles :

La sécheresse ayant touché l'Algérie en 2001 et possédant 1 200 km de cotes, avait poussé le gouvernement à lancer un grand programme de dessalement de l'eau de mer, le programme visait à l'époque de produire 2.26 millions de m³/an.

Les stations de dessalement et de déminéralisation des eaux saumâtres réalisées produisent aujourd'hui 111.45 millions de m³ d'eau.

Malgré d'énormes investissements dans de grands projets hydrauliques, les deux milliards de mètres cube consommés par l'économie algérienne, proviennent à 72% des forages, à 22% des barrages et à 6% des sources naturelles. La distribution de cette eau est caractérisée par un niveau de fuites dans les canalisations de l'ordre de 40%. Les coupures d'eau sont le lot quotidien des algériens. Les pénuries sont fréquentes et insupportables, et tout le monde connaît ces corvées permanentes d'approvisionnement en eau, le plus souvent nocturnes, et les stockages qui s'ensuivent dans les jerricans, les bassines et autres récipients parfois pollués par des matières toxiques. Il en est de même au niveau des unités industrielles et des exploitations agricoles. Selon les données du CNES, plus de 600 millions de mètres cubes d'eaux usées ne sont pas traités, et sont déversés en l'état dans les cours d'eau. Par ailleurs, le taux de dépollution des eaux usées est officiellement de 22% mais, si l'on tient compte des pannes fréquentes qui frappent les unités, ce taux tombe à quatre pour cent. Dès lors, comment s'étonner que les nappes souterraines, y compris dans la Mitidja, soient infectées et que les taux de nitrates y soient supérieurs aux normes admises ?

II.6) Conclusion

Tous ces aspects abordés, il importe de ne pas confondre - contrairement aux idées reçues- les ressources en eau disponibles à la consommation, avec les masses d'eau de l'hydrosphère.

Subséquentement, il serait biaisé de quantifier les ressources hydriques, en considérant la totalité des réserves d'eau qui existent sur terre ou en les assimilant aux flux d'eau qui font partie intégrante de son cycle naturel.

Il est impératif de discerner entre l'écoulement de l'eau et sa disponibilité. Actuellement, les critères socio-économiques, géopolitiques et écologiques ramènent la ressource en eau exploitable, comparée aux habitants de la planète, à un volume de 7 000m³/an et par habitant. Considérant que les besoins en eau d'une personne sont de 1000m³,

voire 1 700 m³ par an, on peut avancer que la quantité d'eau se trouvant sur terre pourrait faire vivre 23 milliards d'Hommes.

Donc il faut bien comprendre que l'eau est bien plus qu'un problème naturaliste mais aussi physico-économique et que les ressources ne peuvent qu'être évaluées et non pas mesurées.

Plus d'un milliards d'êtres humains sont aujourd'hui privés de l'accès à l'eau saine selon les estimations présentées à la conférence de Johannesburg, ce manque d'eau est dans certains pays du aux coûts de la mobilisation à cause de la pauvreté et dans d'autres à cause du manque de savoir faire et d'une mauvaise gestion de cette eau.

CHAPITRE III
PRESENTATION DE LA VILLE DE
FOUKA

III.1) Introduction

FOUKA est une commune située dans la wilaya de TIPAZA, elle est devenue chef lieu de Daïra après le nouveau découpage territorial et conformément au décret exécutif N°91.306 du 24/08/1991.

La commune de FOUKA est composée de :

- Du Chef lieu situé au centre de la commune.

- De deux agglomérations secondaires :
 - FOUKA MARINE : située sur la partie littorale au nord de la RN 11.
 - COMMUNAL SUD : situé au Sud-ouest de la commune.

- De la zone éparse composée des hameaux suivants situés sur des terres agricoles :

Domaine RESSAM, domaine TOUCHI, domaine O'LAK, domaine BOUNAAMA, domaine HAMRAT, domaine MAZOUNA, domaine HADLI, domaine HAOUA, domaine DAOUDJI, domaine BEN HENNI1 et2, domaine OUAMER (zone d'habitat illicite).

III.2) Description de la commune

III.2.1) Situation géographique de la commune de FOUKA

La ville de FOUKA se situe au Nord-est de la wilaya à 20 km de TPAZA et 40 km d'ALGER, elle est entourée par :

- La mer Méditerranée au Nord.
- La commune de DOUAOUDA à l'Est.
- La commune de BOU ISMAIL à l'Ouest.
- Et par les communes de KOLEA et CHAIBA au Sud.

La commune de FOUKA est dotée d'un réseau routier très important qui la relie aux pôles importants de la région, la RN 11 assure la liaison de la commune avec toutes les villes côtières de la wilaya, le CW 110 assure la liaison FOUKA-KOLEA, le CW 126 assure la liaison FOUKA-BOU ISMAIL, elle est traversée par un axe routier d'importance nationale, en l'occurrence la RN 1

La commune de FOUKA de 1272 ha de superficie est située au versant Nord du SAHEL, son relief est composé de deux parties :

- La pleine côtière qui s'étend sur 4.92km, où se localisent les terrains agricoles les plus riches.
- Les collines séparées de la pleine du littoral par une forte pente.

III.2.2) description de la zone d'étude

a. Topographie

Elles sont calquées sur la topographie de notre commune, elles se présentent ainsi :

- **Pentes inférieur à 3% :** nous avons un lambeau à l'extrémité Sud de la commune de FOUKA.
- **Pentes de 3 à 8% :** constitue la grande majorité de la superficie du site communal.
- **Pentes de 8 à 15% :** se situe sur la bordure Nord de la corniche, ainsi que quelques endroit sur le flanc Sud – Est de la ride du Sahel.
- **Pente de 15 à 25% :** se présente sous la forme d'une double lanière qui s'épaissit d'Ouest en Est au niveau de la corniche, ainsi que sur les falaises en bordure de mer.
- **Pentes de 25 à 45% :** présentent une dénivelée importante sur le coté Ouest, centre de la Corniche.
- **Pentes supérieur à 45% :** quelques lambeaux implantent la mer à partir de la ride Sahélienne.

La commune est traversée par deux talwegs, l'un du coté de la plage et l'autre du coté du port utilisé actuellement pour l'évacuation des eaux usées de la commune.

b. Géologie

La géologie de FOUKA est surtout caractérisée par des dépôts pliocène et quaternaire.

Seule le Miocène est l'assise dont on bénéficie de certains affleurements.

Les affleurements sont observés du plus récent au plus ancien :

Le Quaternaire :

A : Alluvions actuelles des plages : de peu d'importance dans l'élargissement du lit de débordement de l'Oued MAZAFRAN. Nous avons deux lentilles à l'ouest de la Plages « très limitées » de FOUKA Marine.

Ad : Dunes actuelles : c'est une formation de dune occupant une bande d'une largeur de 15m en bordure Est de la mer et elle s'étend de part et d'autre de l'embouchure de l'Oued MAZAFRAN. Elle se trouve en bordure du littoral à l'extrême Ouest de FOUKA Marine.

q¹ : Alluvions anciennes : (niveau inférieur) et cône de déjection. On a séparé ainsi les terrasses caillouteuses qui forment la lisière du pied de la ride du Sahel dominant de 10 à 15 mètres de la plaine limoneuse. Les cônes de déjection, à éléments caillouteux plus ou moins volumineux, qui proviennent des ours d'eau de l'Atlas, ont été distingués sous cet indice, mais cette distinction n'implique pas partout une formation antérieure à celle des alluvions (a²).

q¹m : Dunes : formées de gros sables consolidés petite lentille à FOUKA Marine.

q¹d : Dunes à hélix : dunes consolidées niveau inférieur ce sont des matériaux de grés à graviers fins à débris d'hélix provenant de consolidation des sables de dunes. Ces grés se retrouvent collés au rivage entre FOUKA Marine et DOUAOUA.

q,d Grés et sables de ZERALDA : Ce sont des grés et des sables, correspondant à des dunes consolidées, provenant de la cimentation plus ou moins complète de dunes anciennes dont il ne reste que quelques lambeaux se trouvant sur le promontoire dominant la berge Ouest de l'Oued MAZAFRAN.

q.,d : Grés et sables de Bou Ismail : sont une ancienne dunes consolidée. Elle occupe le flanc Nord de la corniche jusqu'au sommet en bancs inclinés vers le rivage.

Le Pliocène :

P² : Grés et sables du plateau de FOUKA : d'origine dunaire, occupent la première plateforme du plateau Nord du Sahel et forment la corniche de la haute falaise de Bou-Ismaïl, FOUKA et DOUAOUDA, entre 110 et 140 mètres d'altitude. A la surface, ces grés sont souvent décomposés et donnent des terrains sablonneux rouges propices à la vigne. Les mêmes grés et sables s'étalent sur le plateau inférieur de MAHELMA et vont rejoindre la couverture des plateformes de Saint Ferdinand. Dans cette partie du Sahel, ces sables rouges sont intimement liés aux dépôts caillouteux précédents. Ces grés et des sables du plateau formant un gradin qui s'étendant sur la partie Nord de la zone d'étude, et le chef lieu de la commune. Ils proviennent de la consolidation de dunes anciennes.

T : Travertins de FOUKA : deux affleurements situés, l'un au-dessous du village de FOUKA, l'autre au pied de la corniche de la haute falaise à l'Est du village, comprenant les calcaires travertins à végétaux à hélices résultant d'anciennes sources, peut être contemporaines du début de la formation des dunes P², dont les grés les surmontent.

P¹ : Grés et sables du plateau de KOLEA : d'origine éolienne, occupent le plateau supérieur de KOLEA.

Le Miocène post-Nappe

m^{1c} : **Marne du cartenien**: A la lisière Nord du sahel se montrent les marnes grises dures à rognons jaunes qui rapportent au Miocène inférieur. La compacité de cette assise est cause des fortes pentes de la grande falaise de FOUKA – DOUAOUDA. C'est une formation marneuse, correspondant à une terre argileuse présentant des intercalations de calcaires. Elle se trouve le long de la corniche dite du Sahel.

m^{1b} : **Grés Cartenniennes** , les bancs de grés à strates fortement redressés inclinés au Sud, qui appartiennent à la base des marnes précédentes sont restés en témoins sur quelques points du rivage de FOUKA et DOUAOUDA.

c. Géotechnique

La carte géotechnique a été obtenue au croisement de plusieurs paramètres qui sont les pentes, la géologie et la profondeur de la nappe. Nous avons ainsi pu déterminer quatre classes de terrains qui s'échelonnent selon les capacités géotechniques.

d. Géomorphologie

La morphologie de la commune de FOUKA est caractérisée par une zone de plateau incliné du Sud vers le Nord, formé principalement par le Pliocène. Donc nous avons une morphologie tabulaire, qu'assaille l'accident de la corniche appelée aussi ride du Sahel :

Les Plages :

- **Plage GADEA VISAL** : longueur : 150m, largeur 5 m, granulométrie : sable moyen, dégradation de la plage. C'est une plage qui se situe dans la localité de FOUKA elle a une longueur de 150 m et largeur 5 m les sédiments sont hétérométriques avec présence de galets de grés alvéolés sous marins rejetés sur la plage, témoignage de l'érosion sous marine.

- **Plage FOUKA Marine** : disparition de la plage par le bâti construit dans le domaine public maritime. Elle ne représente plus une morphologie de plage, car elle a complètement disparu (disparition totale de la plage).

Les Falaises :

Le long de la zone côtière de la commune de KHEMISTI et dans le secteur de FOUKA marine on retrouve une côte rocheuse formée dans des grés quaternaires entre passées par des paléosols rubéfiés.

Ces derniers forment la base de l'ensemble des grés dunaires. La différence lithologique provoque une érosion par basculement. Sur la partie ouest de FOUKA marine les falaises s'élèvent sur plus de 25m de hauteur avec effondrement d'énormes pans des falaises suite à l'érosion de la base de ces dernières.

Par contre sur la partie Est de FOUKA, les hauteurs deviennent plus réduites voire nulles, l'érosion est plutôt mécanique et chimique de l'eau de mer. Notons que cette érosion est aidée par la présence de plusieurs égouts avec l'arrivée des eaux usées domestiques favorisant ainsi l'érosion chimique.

e. Sismicité

La carte des isoséistes montre que tout le Sahel d'Est en Ouest possède une forte magnitude : le dernier tremblement de BOUMERDES – ALGER du 21 Mai 2003 et ce lui de TIPAZA du 29 Octobre 1989 avaient de fortes magnitude provoquant des désordres dans la région de FOUKA et a permis de déterminer les points les plus faibles du tissu urbain dans la région.

Un épocentre s'observe en bordure de Sahel longeant la bordure Nord de la plaine de la mitidja .

Le massif du Chenoua est caractérisé par plusieurs fractures dont l'activité n'a pas été bien définie c'est surtout un ensemble de système de failles.

Les sols dangereux à hauts risques sismiques sont :

- Les alluvions épaisses et molles ou la nappe phréatique est peu profonde.
- Les sols de poussées sableuses, limoneuses, saturée d'eau.
- Les argiles molles, argiles siliceuses, se trouvant à la limite du seuil de liquidité.
- Les argiles et marnes de type argiles Sahéliennes ou marnes Plaisanciennes peuvent poser des problèmes lorsqu'elles sont gorgées d'eau.

III.2.3) Situation climatologique de la commune de FOUKA

Humidité

La ville de FOUKA est une ville du littoral caractérisée d'une très importante humidité.

Vents

Un vent faible à modéré, frais et humide d'Est souffle de Mai en Octobre, tandis que le vent d'Ouest souffle de Novembre en Mai apportent les pluies.

Le sirocco se manifeste 14 jours / an en moyenne pendant la période estivale juillet et Août. Les vents dominant sont de direction Nord Ouest en hiver et Nord Est en été.

Pluviométrie

La ville de FOUKA observe des précipitations moyennes de 630mm/an d'une irrégulière fréquence, mais d'une assez importante intensité. Elles se répartissent sur 97 jours par an et il est observé :

- D'importantes pluies de Septembre à janvier.
- Pluies d'intensité moindre de janvier au mi juin.
- Pluies rares de mi juin à septembre.

Température

La commune de FOUKA observe une température moyenne de 17.5°C, l'année peut se diviser en deux semestres : l'un est froid et l'autre est chaud. Les températures de la région varient du maximum = 42.6°C vers le minimum = 1.2°C. Notons que des journées de gel peuvent affecter la région en hiver.

La proximité de la mer a une influence directe sur le climat, ainsi la forte chaleur est rafraîchie et humidifiée par la brise d'été et la mer réchauffe la terre pendant les hivers rigoureux.

III.2.4) Hydrogéologie

Dans le Sahel, les niveaux aquifères s'établissent nettement au dessus de l'assise argileuse du Sahel.

Les marnes bleues Plaisanciennes peuvent également arrêter l'infiltration ; mais en général, la nature sableuse des couches inférieures du Pliocène, notamment des lits glauconieux, donne lieu à une nappe phréatique qui va chercher les puits du plateau.

La faible épaisseur des assises Pliocènes, dans les affleurements disséminés à la surface des argiles, ne permet l'existence que de nappes peu importantes, alimentant seulement des puits disséminés au voisinage des fermes.

III.3) Conclusion

Après avoir fait une description approfondie de la commune de FOUKA, nous avons remarqué que des plans d'extensions futures et étaient non disponibles, et qui étaient nécessaires à ce présent travail

CHAPITRE IV
EQUILIBRE RESSOURCE-
DEMANDE

IV) Equilibre Ressource-Demande

L'analyse préparatoire du Plan Bleu Méditerranée au Forum de Fréjus (1997), concluait à un classement en quatre groupes de pays en fonction de leurs risques de pénurie et de leurs demandes en eau actuelles et à venir.

- Pays sans risque de pénurie même après 2025 : Albanie, Bosnie-Herzégovine, Croatie, France, Grèce, Italie, Monaco, Turquie.
- Pays avec risque de pénurie "plutôt localisée" et conjoncturelle : Chypre, Espagne, Liban, Maroc et Syrie.
- Pays en situation de pénurie conjoncturelle à structurelle dès 2000 malgré une faible demande en eau : Algérie, Palestine, Israël, Malte, Tunisie
- Pays en situation de pénurie structurelle dès 2000 aggravée par une forte demande en eau : Egypte, Libye.

Face à cette inquiétante situation, deux choix s'offrent aux décideurs : trouver plus d'eau, ou réduire la demande. Compte tenu de l'aggravation des pénuries dans la région, le choix semble clair – quoique les autorités ne se montrent pas toujours prêtes à mieux gérer la demande.

Dans ce chapitre une analyse de l'équilibre ressource-demande se montre nécessaire afin de pouvoir déterminer les manques en eau de la commune de FOUKA.

IV.3) Etude de l'équilibre Ressource- Demande pour la commune de FOUKA

IV.3.1) Etude de la consommation

a. Estimation de la consommation actuelle sur la base des volumes facturés

Cette estimation concerne uniquement les volumes d'eau facturés en l'an 2008, par l'ADE donc seulement les prélèvements sur les compteurs, l'eau consommée par les piquages illicites et celle perdue dans la nature sous forme de fuite n'ont pas été prises en compte et la quantité perdue sera estimées plus tard.

Les volumes d'eau facturés seront comparés aux besoins actuels de la population, afin de connaître la vraie dotation, et seront comparés aux volumes d'eau distribués afin de déterminer les pertes sur le réseau afin qu'il soit beaucoup mieux géré.

Tableau IV.1-Volumes facturés pour la consommation domestique

Période	Nombre d'abonnés	Nombre d'habitants	Volume facturé (m³)	Dotation réelle (l/j/habitant.)
1^{er} Trim (2008)	6477	45339	178866	43.83
2^{ème} Trim (2008)	6479	45353	203056	48.67
3^{ème} Trim (2008)	6514	45598	213019	50.79
4^{ème} Trim (2008)	6543	45801	172379	41.81

Source (ADE Koléa)

NB : Le nombre d'habitant a été tiré du nombre d'abonnés et ça en multipliant le nombre d'abonnés par 7 qui est le nombre d'une famille algérienne moyenne. La dotation réelle a été obtenue en divisant les volumes facturés par le nombre d'habitants pour chaque trimestre.

Tableau IV.2-Volumes facturés pour la consommation administrative

Période	Nombre d'abonnés	Volume facturé (m³)
1^{er} Trim (2008)	71	16067
2^{ème} Trim (2008)	71	18131
3^{ème} Trim (2008)	71	19334
4^{ème} Trim (2008)	73	24876

Source (ADE Koléa).

Tableau IV.3-Volumes facturés pour la consommation commerciale

Période	Nombre d'abonnés	Volume facturé (m³)
1^{er} Trim (2008)	178	5266
2^{ème} Trim (2008)	178	6682
3^{ème} Trim (2008)	177	6911
4^{ème} Trim (2008)	186	7213

Source (ADE Koléa)

Tableau IV.4-Volumes facturés pour la consommation industrielle

Période	Nombre d'abonnés	Volume facturé (m³)
1^{er} Trim (2008)	29	296
2^{ème} Trim (2008)	27	297
3^{ème} Trim (2008)	27	283
4^{ème} Trim (2008)	27	317

Source (ADE Koléa).

Tableau IV.5-Volumes facturés pour le total des consommations

Période	Nombre d'abonnés	Volume facturé (m ³)
1^{er} Trim (2008)	6755	200495
2^{ème} Trim (2008)	6755	228166
3^{ème} Trim(2008)	6789	239547
4^{ème} Trim(2008)	6827	204785

Source (ADE Koléa).

- La dotation moyenne facturée est de : 44.74 l/j/ habitant.
- Le total du volume facturé en l'an 2008 est de : 872993 m³

Les variations de la consommation pour les différentes catégories de consommateurs sont représentées par les graphiques ci-dessous :

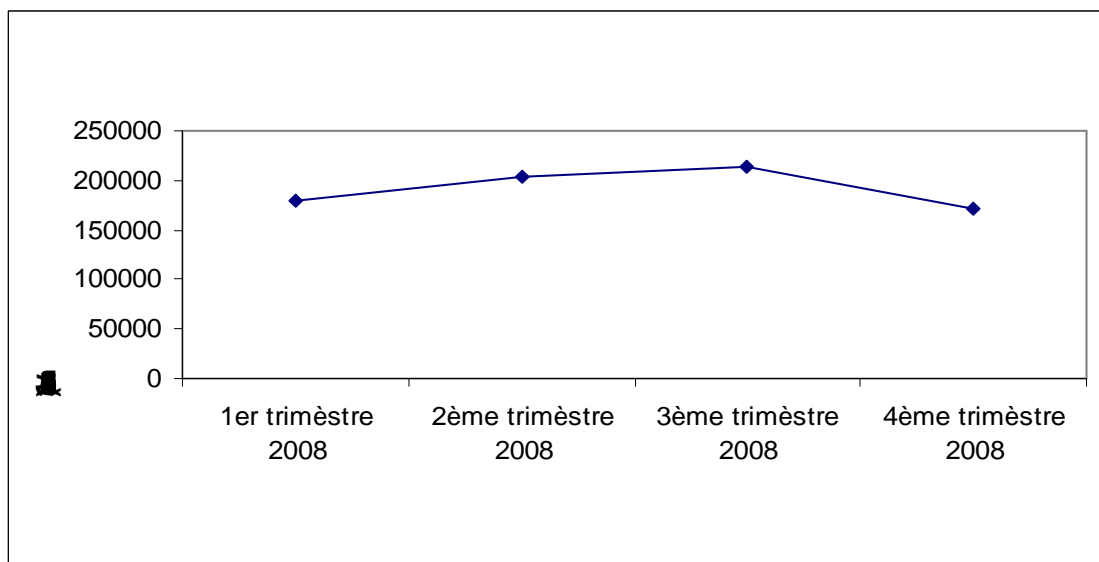
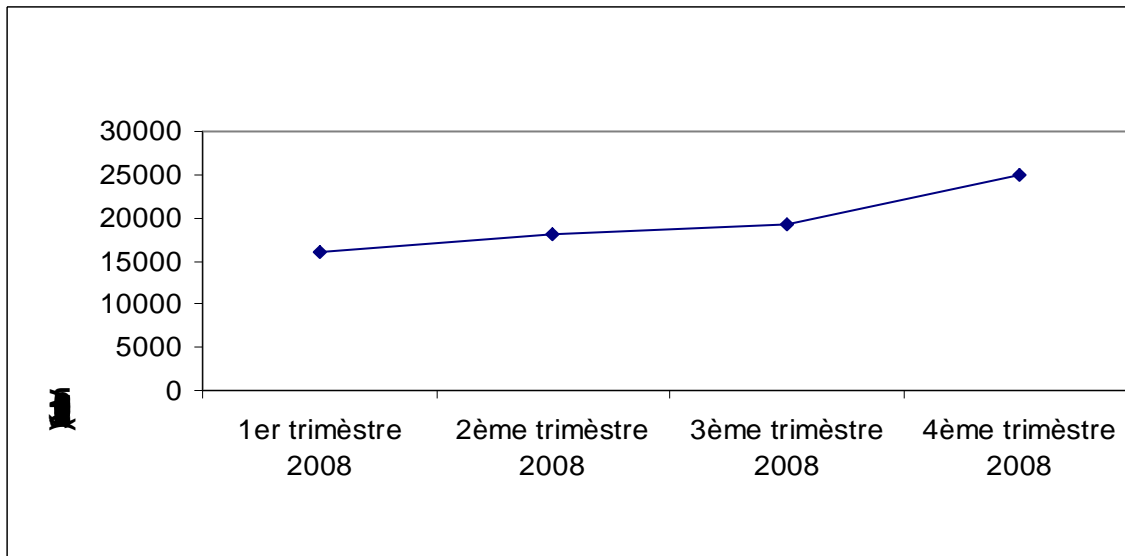
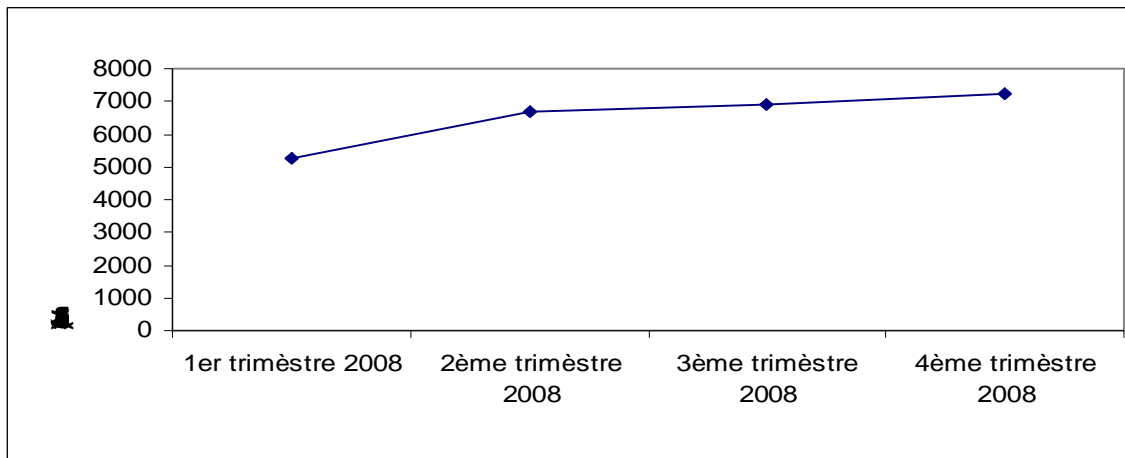


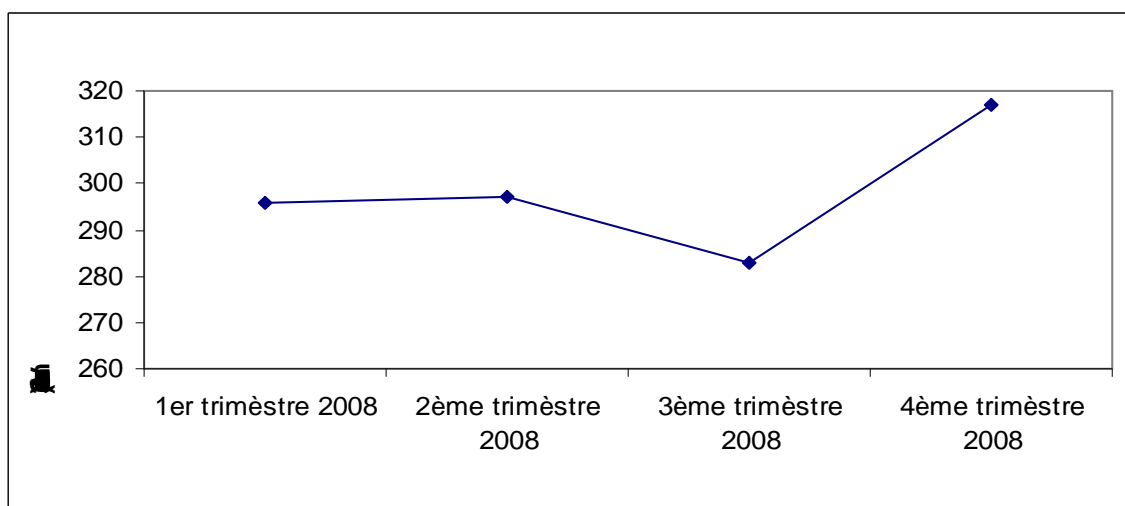
Figure (IV.1) : Evolution de la consommation domestique sur la base des volumes facturés pour l'année 2008



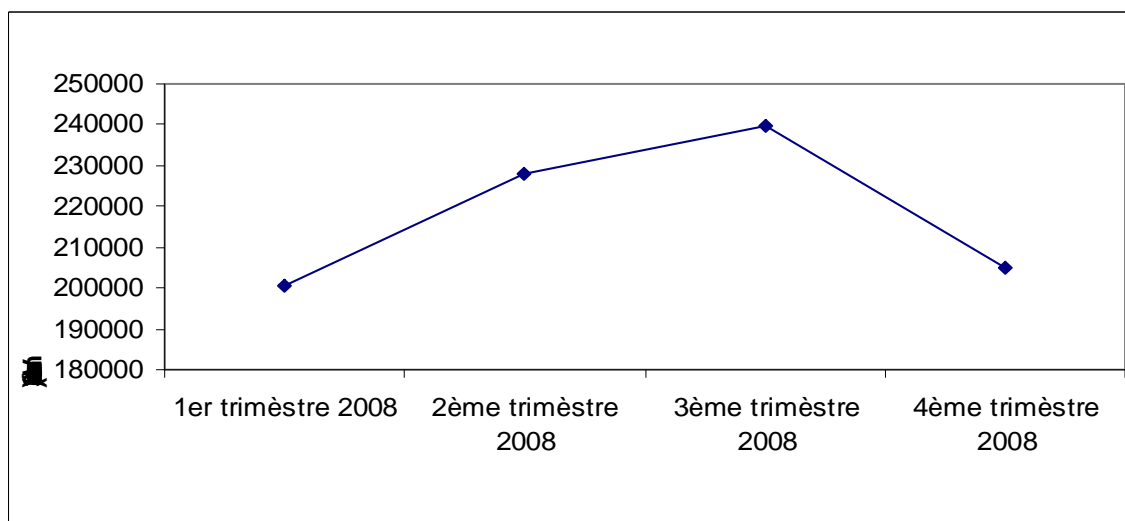
Figure(IV.2) : Evolution de la consommation des équipements publics sur la base des volumes facturés pour l'année 2008



Figure(IV.3) : Evolution de la consommation commerciale sur la base des volumes facturés pour l'année 2008



Figure(IV.4) : Evolution de la consommation industrielle sur la base des volumes facturés pour l'année 2008



Figure(IV.5) : Evolution du total des consommations sur la base des volumes facturés pour l'année 2008

La consommation atteint son maximum au 3^{ème} trimestre de l'année. Cette augmentation s'explique par un mode de vie différent durant ce trimestre pour lequel les températures sont plus élevées.

b. Estimation théoriques des besoins en eau actuels de la population

Les besoins en eau sont classés comme suit :

- Besoins domestiques.
 - Besoins des équipements publics
 - Scolaires.
 - Administratifs.
 - Sanitaires.
 - Culturels.
 - Services publics.
 - Culturels.
- Besoins commerciaux.
- Besoins industriels.

Les besoins domestiques seront calculés en multipliant le nombre d'abonnés par 7 qui est le nombre de personne composant une famille algérienne puis par La dotation moyenne est de 150l/j/habitant (établie par la direction de la, mobilisation des eaux de surfaces et de transfert du ministère de l'Hydraulique).

L'activité industrielle n'étant pas importante, elle ne comprend que deux unités :

- Unité AGGLOBETON.

- Unité CARRELAGE.

Leur alimentation s'effectue des réservoirs 2*500 m³ par des conduites de diam 100 en acier.

Tableau IV.6-Objectifs à atteindre d'ici 2010 pour les dotations

Taille de l'agglomération	Dotation (l/j/habitant)	
	1987	2010
<50.000 habitants	150	190
<100.000 habitants	161	200
<200.000 habitants	183	230

Tableau IV.7-consommation domestique théoriques 2008

	Nombre d'habitants	Dotation (l/j/habitant)	Période			
			1 ^{er} trimestre 2008	2 ^{ème} trimestre 2008	3 ^{ème} trimestre 2008	4 ^{ème} trimestre 2008
1 ^{er} trimestre 2008	45339	150	612076.5			
2 ^{ème} trimestre 2008	45353	150		619068.45		
3 ^{ème} trimestre 2008	45598	150			629252.4	
4 ^{ème} trimestre 2008	45801	150				632053.8

Volume demandé= dotation*nombre d'habitants

Tableau IV.8-consommation théorique des équipements publics

Equipement	Nombre de personnes	Dotation (l/j/hab)	volume consommé (m3)			
			Trim 1	Trim 2	Trim 3	Trim 4
Sureté urbaine FOUKA	88	15	118,8	118,8	119,8	119,8
Magasin APC FOUKA	105	15	141,75	141,75	142,75	142,75
APC FOUKA	28	50	126	126	127	127
CNMA FOUKA	35	20	63	63	64	64

CNASAT FOUKA	62	20	111,6	111,6	112,6	112,6
D.E.C Siege APC FOUKA	384	15	518,4	518,4	519,4	519,4
DGSN	310	15	418,5	418,5	419	419
Algérie Poste	88	15	118,8	118,8	119,3	119,3
MJ FOUKA08M JF	29	15	39,15	39,15	39,65	39,65
Annexe D.E.C	68	15	91,8	91,8	92,3	92,3
Siège de Daïra FOUKA	260	15	351	351	351,5	351,5
Sureté de Daïra	8	15	10,8	10,8	11,3	11,3
Gendarmerie Nationale	29	15	39,15	39,15	39,65	39,65
Algérie Telecom	50	15	67,5	67,5	69	69
Algérie Poste	29	15	39,15	39,15	40,65	40,65
Police Communal FOUKA	175	20	315	315	316,5	316,5
Police Communal FOUKA02BRT	283	20	509,4	509,4	510,9	510,9
Subdivision Hydraulique	64	15	86,4	86,4	87,9	87,9
Algérie Poste	105	15	141,75	141,75	143,25	143,25
Agence d'emploi	104	15	140,4	140,4	141,9	141,9
OPGI 34 Fades	80	15	108	108	109,5	109,5
CFPA FOUKA	190	15	256,5	256,5	258	258
Gendarmerie Nationale	487	15	657,45	657,45	658,95	658,95
U.C.C FOUKA	39	15	52,65	52,65	54,15	54,15
9 Mosquées	1818	15	2644,65	2644,65	2655,65	2655,65
OPGI Régie FOUKA	10	50	45	45	46	46
E.P.S.P de Bou-Isma�l	249	15	368,1	368,1	373,6	373,6
2 Salles de sport	351	15	473,85	473,85	474,85	474,85
01 Stade Communal	703	15	949,05	949,05	950,55	950,55
APC FOUKA Salle de	55	20	99	99	100	100

lutte						
Résidence Panorama	180	150	2442,15	2442,15	2442,65	2442,65
IEF Inspection APC	6	15	8,1	8,1	8,6	8,6
APC ANNEXE AMARI						
ALI	236	15	318,6	318,6	320,1	320,1
18 écoles	4300	10	3870	3900	1000	3870
4 CEM	2400	10	2160	2500	500	2160
2 Lycées	1500	10	1350	1450	500	1350
Total des besoins			19251,45	19721,45	13920,95	19300,95

Source (ADE Koléa).

Volume demandé= dotation*effectif.

Tableau IV.9-Fraction de la consommation commerciale par rapport à la consommation domestique

Type de consommation	Période			
	1 ^{er} trimestre (2008)	2 ^{ème} trimestre (2008)	3 ^{ème} trimestre (2008)	4 ^{ème} trimestre (2008)
Domestique (m³)	178866	203056	213019	172379
Commerciale (m³)	5266	6682	6911	7213
%	2.94	3.29	3.24	4.18
Moyenne des pourcentages	3,41			

La fraction que représente la consommation commerciale par rapport à la consommation domestique a été calculée sur la base des volumes facturés afin de déterminer la consommation commerciale théorique.

Tableau IV.10-Consommation commerciale théorique

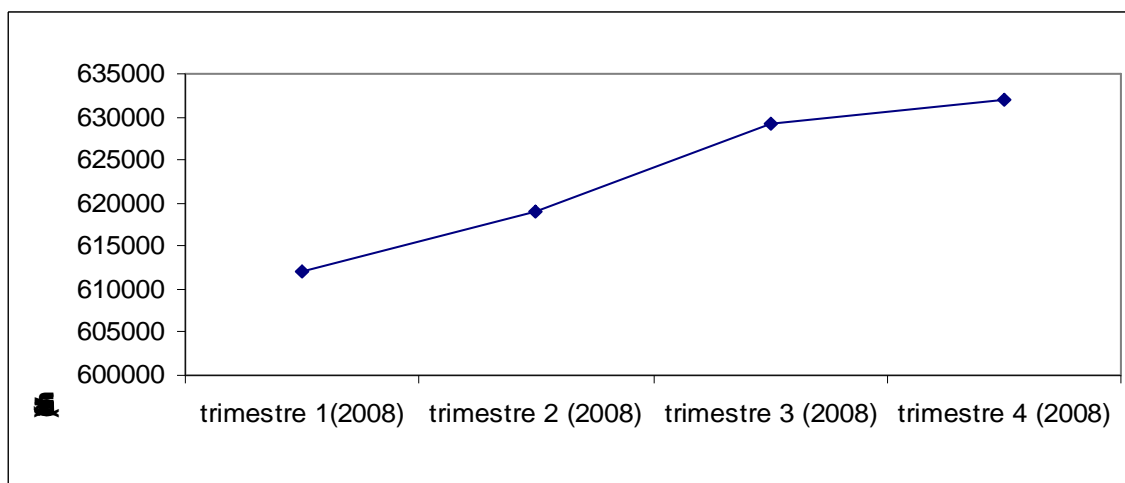
Type de consommation	Période			
	1 ^{er} trimestre (2008)	2 ^{ème} trimestre (2008)	3 ^{ème} trimestre (2008)	4 ^{ème} trimestre (2008)
Domestique (m³)	612076.5	619068.45	629252.4	632053.8
%	3,41			
Commerciale (m³)	20871.81	21110.23	21457.51	21553.03

$$\text{Consommation commerciale} = \frac{3,41}{100} * \text{consommation domestique}$$

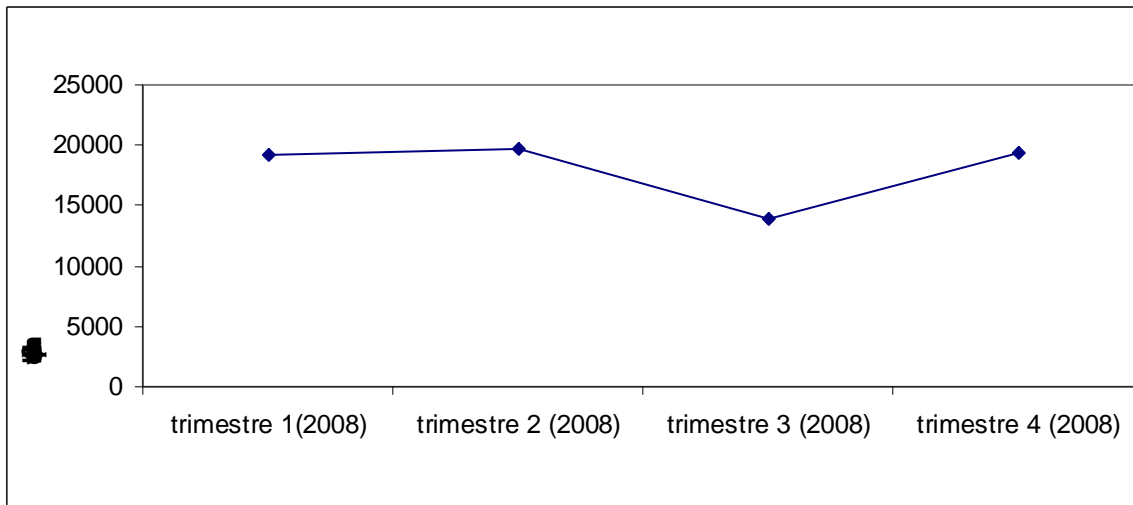
Tableau IV.11- Total des consommations théoriques

Consommation	Volume consommé par trimestre (m ³)			
	Trim1	Trim2	Trim3	Trim4
domestique	612076.5	619068.45	629252.4	632053.8
Besoins publics	19251,45	19721,45	13920,95	19300,95
commerciale	20871.81	21110.23	21457.51	21553.03
TOTAL	652199.76	659900.13	664630.86	672907.78

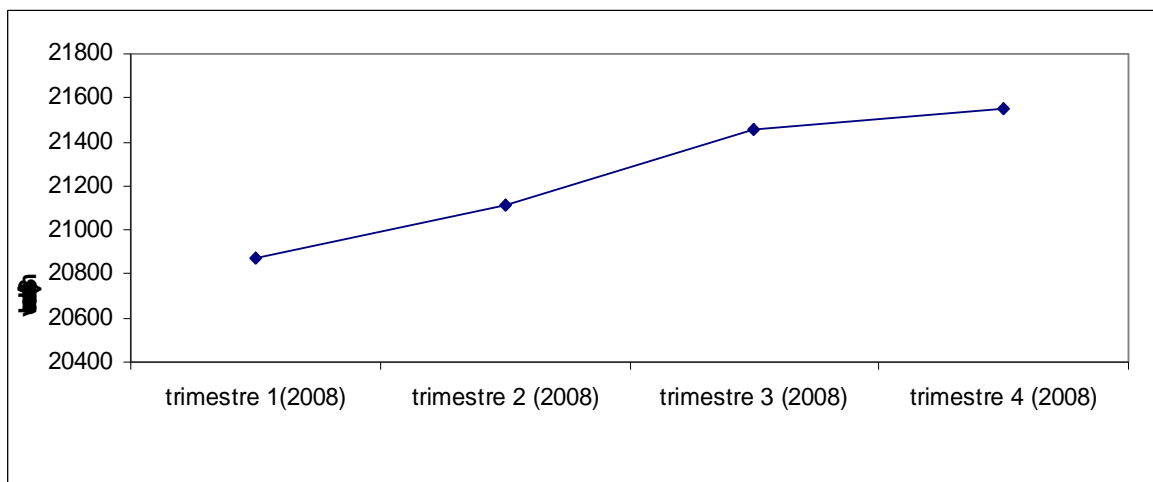
Les variations de la consommation pour les différentes catégories de consommateurs sont représentées par les graphiques ci-dessous :



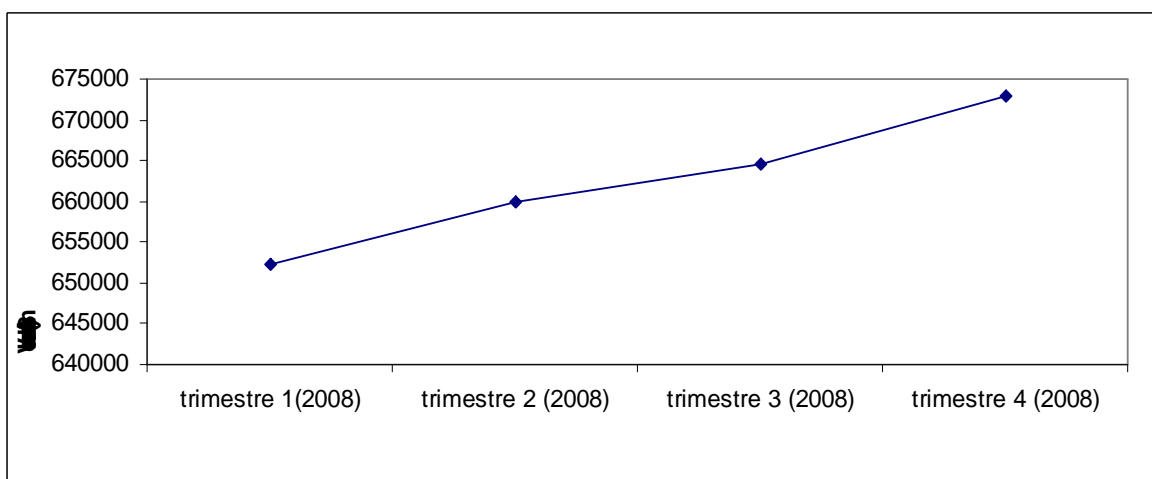
Figure(IV.6) : Evolution de la consommation domestique théorique pour l'année 2008



Figure(IV.7) : Evolution de la consommation théorique des équipements publics pour l'année 2008



Figure(IV.8) : Evolution de la consommation commerciale théorique pour l'année 2008



Figure(IV.9) : Evolution du total des consommations théoriques pour l'année 2008

La consommation atteint son maximum au 4^{ème} trimestre de l'année. Cette augmentation s'explique par une forte demande des besoins administratifs qui au 3^{ème} trimestre étaient faibles.

Le total du volume théorique consommé en l'an 2008 est de : 2649638,53m³

c. Estimation prévisionnelle de la consommation pour l'an 2030(tenant en compte les volumes d'eau facturés)

Evaluation de la population actuelle de la ville de FOUKA (2030) :

En appliquant la formule suivante on obtiendra la population actuelle(2030) en fonction de celle de 2006 :

$$P_{2030} = P_{2006} * (1 + \tau)^N$$

Où :

P₂₀₃₀ : Population de 2030

P₂₀₀₆ : population de 2006

τ : taux d'accroissement de la population.

N : nombre d'années entre l'année considérée et l'année de référence.

Le taux d'accroissement de la population est :

De 2015 à 2030 est de : 2.3 %.

Tableau IV.12-Taux d'accroissement pour la commune de FOUKA

Années	2006	2030
Taux d'accroissement%	2.32	2.30
Population	47537	82044

➤ Besoins en eau domestiques :

La dotation moyenne est de 200l/j/habitant (établie par la direction de la mobilisation des eaux de surfaces et de transfert du ministère de l'Hydraulique).

Tableau IV.13-Besoins en eau pour l'an 2008 et 2030

Année	Population	Dotation (l/j/habitant)	Demande journalière en eau (m ³ /j)
2008	49769	150	7465.35
2030	82044	150	12306.6

Tableau IV.14-Consommation prévisionnelle des équipements publics (2030)

Type de consommation	Période			
	1 ^{er} trimestre	2 ^{ème} trimestre	3 ^{ème} trimestre	4 ^{ème} trimestre
Domestique (m³)(2008)	178866	203056	213019	172379
Administrative (m³)(2008)	16067	18131	19334	24876
%	8.98	8.92	9.08	14.43
Domestique (m³)(2030)	1107594	1119900.6	1132207.2	1132207.2
Administrative (m³)(2030)	99461.94	99895.13	102804.4	163377.49

Tableau IV.15-Consommation commerciale prévisionnelle (2030)

Type de consommation	Période			
	1 ^{er} trimestre	2 ^{ème} trimestre	3 ^{ème} trimestre	4 ^{ème} trimestre
Domestique (m³)(2008)	178866	203056	213019	172379
Commerciale (m³)(2008)	5266	6682	6911	7213
%	2.94	3.29	3.24	4.18
Domestique (m³)(2030)	1107594	1119900.6	1132207.2	1132207.2
Commerciale (m³) (2030)	32563.26	36844.72	36683.51	47326.26

Tableau IV.16-Consommation industrielle prévisionnelle(2030)

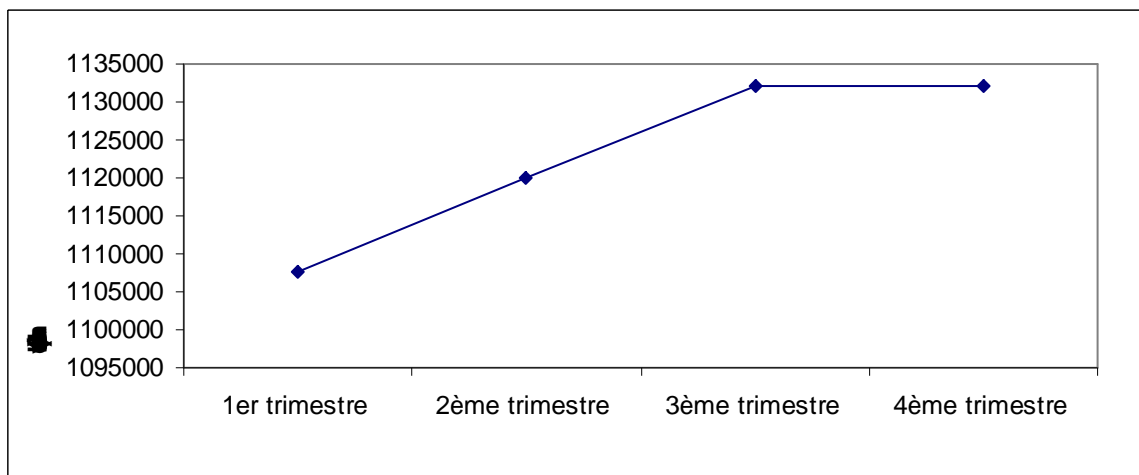
Type de consommation	Période			
	1 ^{er} trimestre (2008)	2 ^{ème} trimestre (2008)	3 ^{ème} trimestre (2008)	4 ^{ème} trimestre (2008)
Domestique (m³)(2008)	178866	203056	213019	172379
Industrielle (m³)(2008)	296	297	283	317
%	0.17	0.15	0.13	0.18
Domestique (m³)(2030)	1107594	1119900.6	1132207.2	1132207.2
Industrielle (m³) (2030)	1882.91	1679.85	1471.87	2037.97

Tableau IV.17-Total des consommations prévisionnelles (2030)

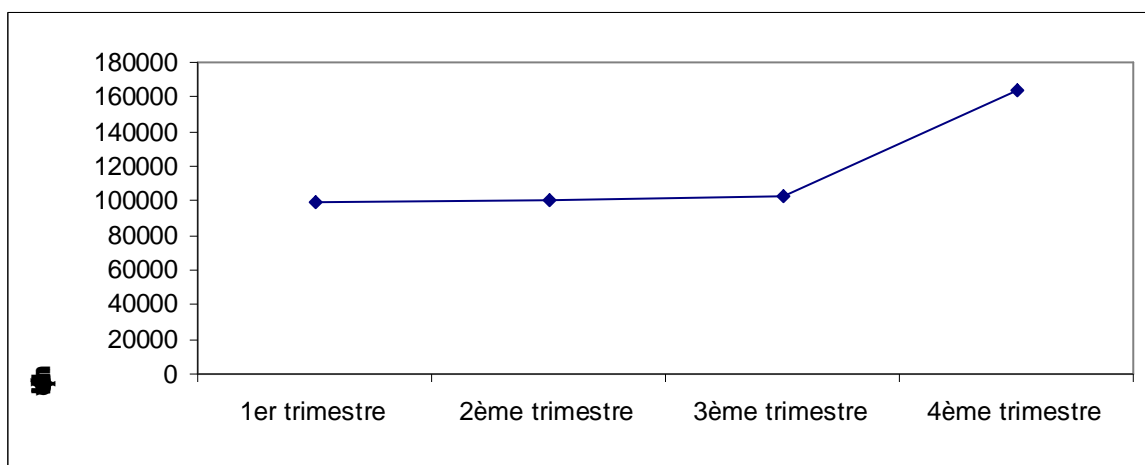
Catégorie	Consommation (m ³)			
	1 ^{er} trimestre (2030)	2 ^{ème} trimestre (2030)	3 ^{ème} trimestre (2030)	4 ^{ème} trimestre (2030)
Domestique	1107594	1119900.6	1132207.2	1132207.2
Administrative	99461.94	99895.13	102804.4	163377.49
Commerciale	32563.26	36844.72	36683.51	47326.26
industrielle	1882.91	1679.85	1471.87	2037.97
TOTAL	1241502.11	1258320.3	1273166.98	1344948.92

Les différents besoins en eau prévisionnelles ont été obtenus en calculant la fraction de chaque catégorie par rapport à la consommation domestique sur la base des volumes facturés.

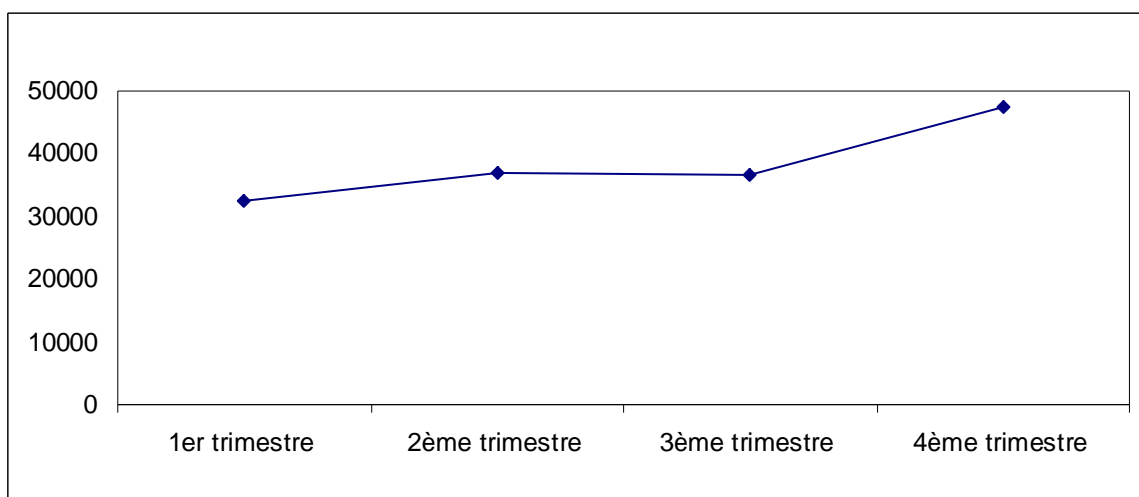
Les variations de la consommation pour les différentes catégories de consommateurs sont représentées par les graphiques ci-dessous :



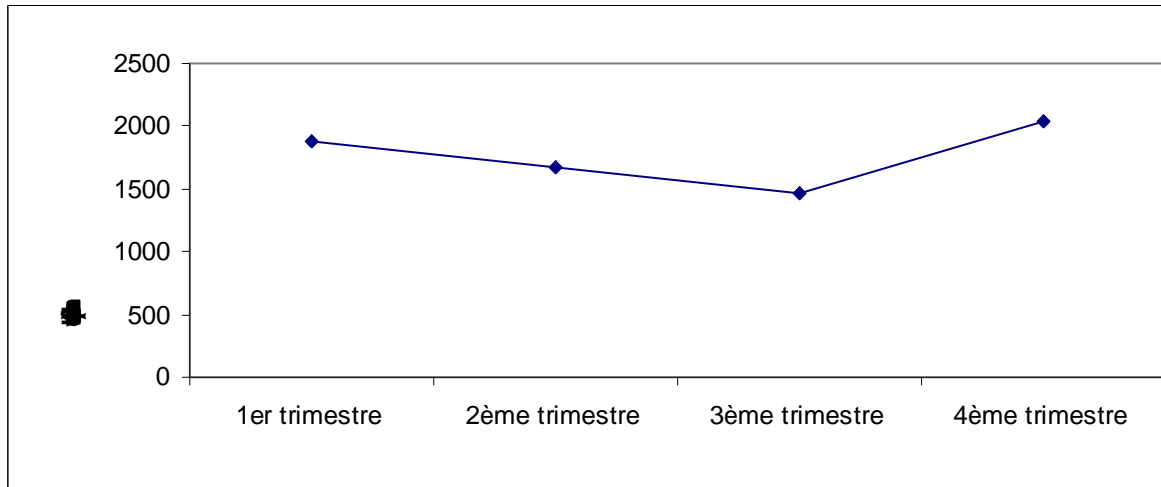
Figure(IV.10) : Evolution de la consommation domestique prévisionnelle pour l'an 2030



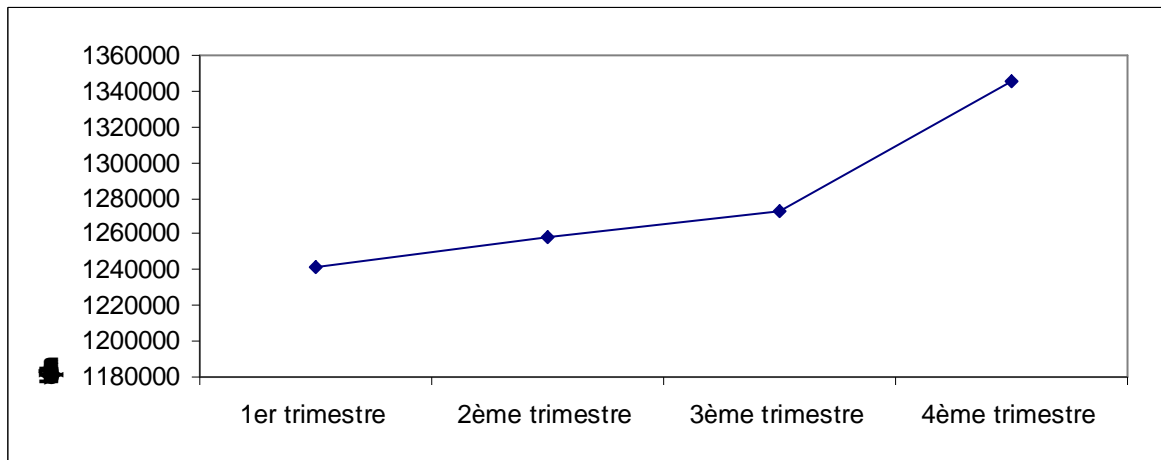
Figure(IV.11) : Evolution de la consommation des équipements publics prévisionnelle pour l'an 2030



Figure(IV.12) : Evolution de la consommation commerciale prévisionnelle pour l'an 2030



Figure(IV.13) : Evolution des besoins industriels prévisionnels pour l'an 2030



Figure(IV.14) : Evolution des besoins totaux prévisionnels pour l'an 2030

Le volume total qui sera demandé en l'an 2030 sera de : $5117938,31\text{m}^3$

La demande en eau atteindra son maximum lors du 4^{ème} trimestre t cela est du à l'importance des besoins administratifs à cet horizon.

IV.3.2) Etude de la production

L'alimentation en eau potable de la ville de FOUKA est assurée par deux champs de captages, celui de KOLEA et BERBESSA les volumes produites par les deux champs de captages, ainsi que les volumes distribués(en tête du réseau) son représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau IV.18-Bilan de production

période	Volume produit (m ³)	Volume distribué (m ³)	Volume perdu (m ³)	Taux de pertes %
1 ^{er} semestre 2008	700344	641793	58551	8.36
2 ^{ème} semestre 2008	731644	648099	83545	11.42
3 ^{ème} semestre 2008	733660	669707	63953	8.72
4 ^{ème} semestre 2008	677085	602667	74418	10.99

$$Taux_{depertes} = \frac{volumeperdu}{volumeproduit} * 100\%$$

Interprétation :

Une moyenne de 9.87% des eaux produites destinées à l'alimentation en eau potable de la commune de FOUKA sont perdues par trimestre, ce qui représente un volume journalier de 768.71 m³.

IV .3.3) Bilans

Le but de faire ces bilans est de savoir si les ressources disponibles pour l'alimentation en eau potable de la commune de FOUKA sont suffisantes pour subvenir aux besoins en eau actuels et prévisionnels de la population et des différents équipements.

a. Bilan VOLUMES DISTRIBUES/ VOLUMES FACTURES

Tableau IV.19-Bilan VOLUMES DISTRIBUES/ VOLUMES FACTURES :

Période	Volumes distribués (m ³)	Volumes facturés (m ³)	Déficit (m ³)	Taux de pertes %
1 ^{er} semestre 2008	641793	200495	441298	68.76
2 ^{ème} semestre 2008	648099	228166	419933	64.79
3 ^{ème} semestre 2008	669707	239547	430160	64.23
4 ^{ème} semestre 2008	602667	204785	397882	66.02

$$Taux\ de\ pertes : \frac{V_{distribué} - V_{facturé}}{V_{distribué}} * 100\%$$

Une moyenne de 65.95% du volume d'eau arrivé en tête du réseau est perdue, entre ce qu'on appelle pertes physiques et commerciales :

- Les pertes physiques : c'est l'ensemble des fuites sur le réseau de distribution.
- Les pertes commerciales : ce sont les pertes d'eau dues aux branchements illicites, aux compteurs à l'arrêt, au laxisme dans l'opération de relevé du compteur ...

b. Bilan VOLUME DISTRIBUE/ DEMANDE EN EAU actuelle

Tableau IV.20-Bilan VOLUME DISTRIBUE/ DEMANDE EN EAU actuelle

Période	Volumes distribués (m ³)	Demande en eau (m ³)	Déficit (m ³)	Déficit %
1 ^{er} semestre 2008	641793	652199.76	10406.76	1.59
2 ^{ème} semestre 2008	648099	659900.13	11801.13	1.79
3 ^{ème} semestre 2008	669707	664630.86	-5076.14	Surplus : 0,76%
4 ^{ème} semestre 2008	602667	672907.78	70240 .78	10.43

$$\text{Déficit} : \frac{V_{\text{demandé}} - V_{\text{distribué}}}{V_{\text{demandé}}} * 100\%$$

- La distribution présente un déficit moyen de 1.69% pour les deux premiers trimestres de l'année 2008, soit un volume journalier de 120 m³.
- Mais le 3^{ème} trimestre présent un surplus de production de 0.76%, soit un volume journalier de 55m³.
- La production présente un déficit de 10.43% soit un volume journalier de 763m³ au 4^{ème} trimestre, ce déficit est du à la forte demande en eu de ce trimestre qui et du à la rentrée sociale et une baisse de production du à l'arrêt de forages F5 et F12 du champ de captage de BERBESSA.c. **Bilan VOLUME DISTRIBUE/ DEMANDE EN EAU prévisionnelle de 2030**

Tableau IV.21-Bilan VOLUME DISTRIBUE/ DEMANDE EN EAU prévisionnelle de 2030 :

Période	Volumes distribués (m ³)	Demande en eau (m ³)	Déficit (m ³)	Déficit %
1 ^{er} semestre 2030	641793	1241502.11	599709.11	48.31
2 ^{ème} semestre 2030	648099	1258320.3	610221.3	48.49
3 ^{ème} semestre 2030	669707	1273166.98	603459.98	47.39
4 ^{ème} semestre 2030	602667	1344948.92	742281.92	55.19

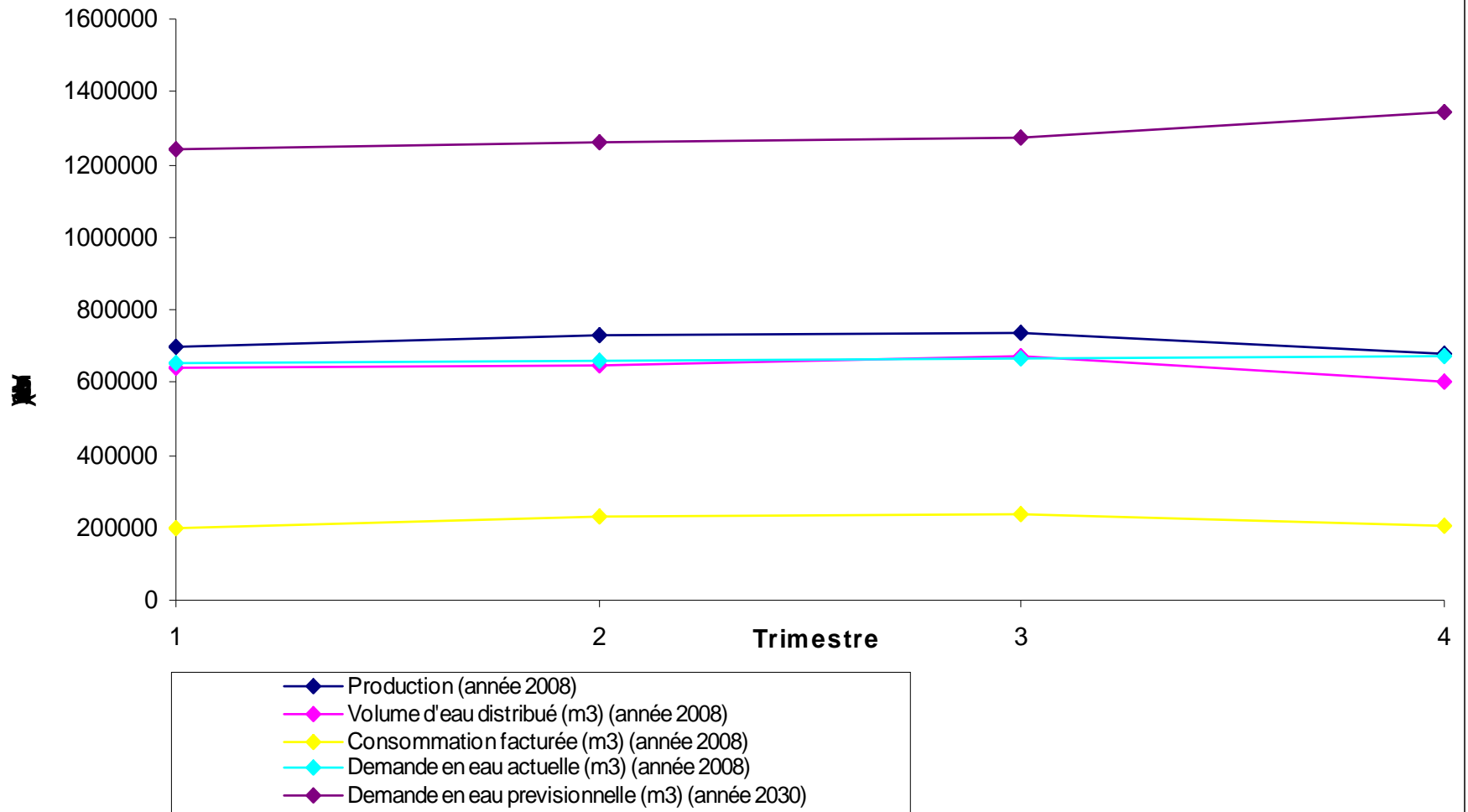
$$\text{Déficit} : \frac{V_{\text{demandé}} - V_{\text{distribué}}}{V_{\text{demandé}}} * 100\%$$

En l'an 2030 la distribution d'eau actuelle présentera un déficit moyen de 49,85% soit un besoin journalier de 6134.84 m³/j.

d. Bilan PRODUCTION-DISTRIBUTION-CONSOMMATION

Tableau IV.22-Bilan PRODUCTION-DISTRIBUTION-CONSOMMATION

Période	Bilan: PRODUCTION-DISTRIBUTION-CONSOMMATION			
	1 ^{er} trimestre	2 ^{ème} trimestre	3 ^{ème} trimestre	4 ^{ème} trimestre
Production (m3)	700344	731644	733660	677085
Distribution (2008) (m3)	641793	648099	669707	602667
Consommation facturée Actuelle(2008) (m3)	200495	228166	239547	204785
Demande en eau actuelle(2008) (m3)	652199.76	659900.13	664630.86	672907.78
Demande en eau prévisionnelle (2030) (m3)	1241502.11	1258320.3	1273166.98	1344948.92



Figure(IV.15) : Courbes Production-Distribution-Consommation

VI.4) Conclusion

Il a été remarqué que le réseau de la commune de FOUKA souffre d'importantes pertes, ce qui fait que l'équilibre entre la ressource étant disponible et la demande qui ne cesse de s'accroître ne soit pas atteint :

Une moyenne de 9.87% des eaux produites destinées à l'alimentation en eau potable de la commune de FOUKA sont perdues par trimestre, ce qui représente un volume journalier de 768.71 m³.

Une moyenne de 65.95% du volume d'eau arrivé en tête du réseau est perdue, entre ce qu'on appelle pertes physiques et commerciales :

- Les pertes physiques : c'est l'ensemble des fuites sur le réseau de distribution.
- Les pertes commerciales : ce sont les pertes d'eau dues aux branchements illicites, aux compteurs à l'arrêt, au laxisme dans l'opération de relevé du compteur ...

En l'an 2030 la distribution d'eau actuelle présentera un déficit moyen de 49,85% soit un besoin journalier de 6134.84 m³ /j.

Une meilleure gestion du réseau se voit nécessaire dans ce cas.

CHAPITRE V

DIAGNOSTIC ET REHABILITATION DU RESEAU DE LA VILLE

V.1) Introduction

Afin qu'un réseau soit mieux géré, une description approfondie de ce dernier est indispensable afin que les points noirs soient détectés et réhabilités pour un meilleur fonctionnement.

V.2) La ressource

V.2.1) Eaux superficielles

Il n'existe aucun ouvrage de stockage des eaux superficielles destinées à l'alimentation en eau potable.

V.2.2) Eaux souterraines

La commune de FOUKA est alimentée par des eaux d'origine souterraine, donc deux champs de captage l'un se trouvant à KOLEA et l'autre à BERBESSA.

Le champ de captage de KOLEA comprend neuf forages dont les caractéristiques sont les suivantes :

Tableau V.1-Production d'eau par le champ de captage de KOLEA

Désignation	Débit mobilisable (m ³ /h)	Volume journalier (m ³)
F07	84	1848
F08	30	396
F10	42	924
F11	15	330
F12	90	1980
F14	90	1980
F15	72	1584
F16	72	1320
F17	108	2376
TOTAL	603	12738

NB : - F9 : forage en cour de réalisation, il ne reste plus qu'à l'équiper et à réaliser son raccordement hydraulique et électrique.

-F13 : forage à l'arrêt depuis le 22/02/2009 pour chute de débit et turbidité élevée (arrivé à son débit critique).

Tous ces forages sont équipés en clapets, vannes, compteurs en DN100 et DN150.

Tous les forages cités dans le tableau ci-dessus sont en bon état.

Le champ de captage de BERBESSA comprend quatre forages dont les caractéristiques sont les suivantes :

Tableau V.2-Production d'eau par le champ de captage de BERBESSA

Désignation	Débit (mobilisable) (m ³ /h)	Volume journalier (m ³)
F03	24	528
F04	42	924
F07	72	1584
F08	72	1584
TOTAL	210	4620

NB : - F9 : forage en cour de réalisation, il ne reste plus qu'à l'équiper et à réaliser son raccordement hydraulique et électrique.

Tous ces forages sont équipés en clapets, vannes, compteurs en DN100 et DN150.

Tous les forages cités dans le tableau ci-dessus sont en bon état.

(Source ADE KOLEA).

V.3) Stations de pompage

V.3.1) Station de pompage de KOLEA

La station de pompage de KOLEA est munie d'une bache de reprise, de trois groupes électropompe à axe horizontal, d'un transformateur et d'un réservoir anti bélier, ses caractéristiques sont les suivantes :

Tableau V.3- Caractéristiques de la station de pompage de KOLEA

Bâche de reprise	Groupe électropompe	Transformateur	Réservoir anti bélier
<ul style="list-style-type: none"> • Nombre : 1 • Capacité : 1000m³ 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre : 3 • Q=468m³/h • HMT=227m • P=450kw 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre : 1 • P=630KVA 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre : 1 • V=1000L • PS=26bars • PE=39bars

V.3.2) Station de pompage de BERBESSA

La station de pompage de BERBESSA est elle aussi munie d'une bache de reprise, de six groupes électropompe à axe horizontal, d'un transformateur et d'un réservoir anti bélier, ses caractéristiques sont les suivantes :

Tableau V.4-Caractéristiques de la station de pompage de BERBESSA

Bâche de reprise	Groupe électropompe	Transformateur	Réservoir anti bélier
<ul style="list-style-type: none"> • Nombre : 1 • Capacité : 500m³ 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre : 6 • Q=180m³/h • HMT=250m • P=200kw 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre : 1 • P=800KVA 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre : 1 • V=9000L • PS=25bars • PE=37.5bars

V.4) Réservoirs

Le réseau de FOUKA présente une capacité de stockage de 4725m³ réparties entre les réservoirs suivants

➤ Réservoirs tampon de SAINT MAURICE :

La station de pompage de KOLEA collecte les eaux souterraines et les refoules vers un réservoir tampon de forme rectangulaire de capacité de stockage de 5000m³ composé de deux compartiments chacun ayant une capacité de 2500m³ situé à SAINT MAURICE (KOLEA), et qui représente les caractéristiques suivantes :

- Capacité de stockage : 5000m³ dont un compartiment de 2500m³ alimente la ville de FOUKA.
- Longueur : 51.02m.
- Largeur : 19.60m.
- Hauteur : 5m.
- Cote du terrain naturel : 221.78m NGA.
- Cote du radier : 219.98m NGA.
- Cote arrivée : 225.08m NGA.

➤ Le réservoir Ouest de capacité (2*500) m³, dont les caractéristiques sont :

- Hauteur : 4m.
- Diamètre : D=8.52m.

Il s'agit là de deux réservoirs jumelés de mêmes dimensions.

➤ Les réservoirs Est de capacités (1000 + 500) m³ :

- Hauteur : 4m.

Pour le réservoir de 500m³ : D=8.52m.

Pour le réservoir de 1000m³ : D=12.61m.

➤ Les réservoirs Sud de capacité (2*500) m³ :

- Cotes du radier : 188 m et 187,9m
- Hauteur : H= 4m.
- Diamètre : D=8.52m.

Il s'agit là de deux réservoirs jumelés de mêmes dimensions.

➤ Château d'eau de CHEIGUE :

La station de pompage de BERBESSA refoule l'eau vers le château d'eau de CHEIGUE qui présente les caractéristiques suivantes :

- Capacité de stockage : 1000m³.
- Diamètre : 17.80m.

- Hauteur : 4.00m.
- Cote du terrain naturel : 188.00m NGA.
- Cote du radier : 213.00m NGA
- Cote d'arrivée de l'eau : 217.10m NGA.

➤ Réservoir de la route du cimetière (500m³) :

- Hauteur : 4m.
- Diamètre : D=8.52m.

➤ Réservoir HAI EL FORN (250m³) :

- H=4m.
- Diamètre D= 6.31m.

V.5) Fonctionnement du réseau

V.5.1) Système de KOLEA

Les pompes des neufs forages se trouvant dans le champ de captage de KOLEA refoulent l'eau vers la bêche de reprise de la station de pompage et qui refoule l'eau collectée dans une conduite DN500 en FONTE vers le réservoir tampon de (2*2500m³) de SAINT MAURICE (HAI MOUAZ).

L'eau coule gravitairement du compartiment de FOUKA (2500m³) dans une conduite DN300 (AC) d'une longueur de 2042m pour alimenter les réservoirs (2*500m³) OUEST alimentant la partie haute et le centre ville de FOUKA. Il existe encore un autre piquage sur cette dite conduite DN150 (PVC) alimentant les réservoirs (1000+500m³) Est, et qui alimente la localité de SI M'HAMED BOUGUERRA (AIN EL HDJAR).

NB :Une deuxième conduite DN400 (PEHD) tirée du compartiment de FOUKA (réservoir tampon) est en cours de réalisation dans le but d'autonomiser l'adduction des réservoirs (1000+500m³) Est et les réservoirs (2*500m³) Sud ainsi que la distribution de HAI ALI AMMARI .Et l'ancienne conduite DN300 (AC) sera désignée pour la distribution d'eau potable pour la zone haute de FOUKA soit : 528 logements FADES, 190 logements, 68 logements avec DN150 (AC) Douar FACTEUR, 96 lots...).

Le réservoir (2*500) m³ Sud de FOUKA sera alimenté à partir du réservoir (2*2500) du compartiment de FOUKA avec la conduite DN 400 (PEHD) et qui alimentera le centre ville de FOUKA avec une conduite DN300 (AC).

V.5.2) Système de BERBESSA

Les pompes des quatre forages se trouvant dans le champ de captage de BERBESSA refoulent l'eau vers la station de reprise se trouvant au niveau de la station de pompage et qui refoule l'eau collectée dans une conduite DN500 FONTE vers le château d'eau de CHEIG et de CHAIBA. Une conduite DN400 AC château d'eau de part du château d'eau de CHEIG ou sont implantés plusieurs piquages dont :

- DN150 qui alimente la localité de CHEIG.
- DN300 AC qui alimente la partie haute de KOLEA.

La conduite DN400 AC se réduit en une conduite DN200 AC et qui va se ramifier pour alimenter les réservoirs (1000+500) m³ de FOUKA (route de CHEIG), et l'AEP de HAI BEN HANNI et MAZOUNA ainsi que l'AEP de FOUKA.

Le réservoir de FOUKA (route de CHEIG) alimentera une partie du centre ville de FOUKA et le réservoir (500m³) (Route du cimetière) qui alimentera à son tour le réservoir (250m³) de HAI EL FORN responsable de l'AEP de FOUKA MARINE.

V.6) Canalisations

V.6.1) Adduction

Le réseau d'adduction présente un linéaire de canalisations de 22200m dont :

- 4.46% ont un diamètre inférieur à 100mm (1300m sont en acier et 900m en PEHD).
- 81.81% ont un diamètre compris entre 100 et 300 mm (1000m sont en acier, 11100m en fonte, 600m en PEHD, 1500m en PVC et 3800m en amiante ciment).
- 9% ont un diamètre compris entre 300 et 600 mm soit 2000m en PEHD.

V.6.2) Distribution

Le réseau de distribution présente un linéaire de canalisations de 36226m dont :

- 42,38 % ont un diamètre compris entre 100 et 150 mm (1372 m sont en PEHD, 3052 m en Amiante Ciment, et 10982m sont en Fonte).
- 53,9 % ont un diamètre compris entre 150 et 300 mm (10425m sont en Amiante Ciment ,900m sont en PEHD ,2741m sont en PVC, et 5530 sont en Fonte).
- 3,72 % ont un diamètre inférieur à 100mm (265m sont en PEHD, et 1088m sont en fonte)

Tableau V.5-longueurs, Diamètres, Matériaux et Caractéristiques des canalisations du réseau

N°	Du nœud	Au nœud	Diamètre (mm)	Longueur (m)	Type de Matériau	Etat de la conduite
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	R1	1	160	1557	PVC	BON
2	1	2	102	603	PEHD	BON
3	R1	3	300	1754	FONTE	BON
4	3	4	300	494	FONTE	BON
5	4	5	80	149	FONTE	BON
6	5	6	80	203	FONTE	BON
7	6	7	150	136	FONTE	BON
8	4	7	300	197	FONTE	BON
9	7	8	300	387	FONTE	BON
10	8	9	300	461	FONTE	BON
11	9	10	100	314	FONTE	BON
12	9	11	300	171	FONTE	BON
13	11	12	110	315	FONTE	BON
14	12	13	110	184	FONTE	BON
15	12	6	150	450	FONTE	BON
16	12	14	150	251	FONTE	BON
17	14	15	50	353	FONTE	BON
18	15	16	200	160	FONTE	BON
19	16	17	200	180	FONTE	BON
20	17	11	300	406	FONTE	BON
21	14	18	150	109	FONTE	BON
22	18	19	150	287	FONTE	BON
23	19	20	150	305	FONTE	BON
24	20	21	150	495	FONTE	BON
25	21	22	150	68	FONTE	BON
26	22	23	150	158	FONTE	BON
27	23	24	150	185	FONTE	BON
28	24	25	150	149	FONTE	BON
29	25	26	150	152	FONTE	BON
30	26	15	200	83	FONTE	BON
31	21	27	150	144	FONTE	BON
32	27	28	100	256	FONTE	BON
33	28	29	100	94	FONTE	BON
34	29	30	100	104	FONTE	BON
35	30	31	100	161	FONTE	BON
36	31	27	100	46	FONTE	BON
37	31	32	150	274	FONTE	BON
38	32	33	150	191	FONTE	BON
39	33	34	100	251	PEHD	BON
40	34	35	90	265	PEHD	BON
41	23	36	100	219	FONTE	BON
42	36	37	90	383	FONTE	BON
43	37	38	110	181	FONTE	BON
44	38	24	150	502	FONTE	BON
45	39	25	150	374	FONTE	BON

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
46	39	R8	150	279	FONTE	BON
47	26	40	100	69	FONTE	BON
48	40	41	100	187	FONTE	BON
49	41	42	200	193	FONTE	BON
50	42	17	150	135	FONTE	BON
51	42	43	250	737	FONTE	BON
52	43	44	250	307	FONTE	BON
53	44	45	250	267	AC	MOYEN
54	44	R10	250	64	AC	MOYEN
55	45	46	250	1203	AC	MOYEN
56	R7	46	300	2387	AC	MOYEN
57	R7	47	300	1813	AC	MOYEN
58	47	48	300	1037	AC	MOYEN
59	48	44	250	852	AC	MOYEN
60	48	49	250	204	AC	MOYEN
61	49	50	102	185	FONTE	BON
62	49	61	250	30	AC	MOYEN
63	61	51	150	686	AC	MOYEN
64	51	52	150	598	AC	MOYEN
65	52	53	150	506	AC	MOYEN
66	43	54	150	530	AC	MOYEN
67	54	55	90	1184	PVC	BON
68	54	60	150	400	AC	MOYEN
69	R5	56	150	112	FONTE	BON
70	56	57	125	518	PEHD	BON
71	56	60	150	260	FONTE	BON
72	60	R8	150	3412	FONTE	BON
73	R5	58	160	322	PEHD	BON
74	58	59	160	578	PEHD	BON
75	R1	R2	300	40	AC	MOYEN
76	R3	R4	300	38	AC	MOYEN
77	R5	R6	300	42	AC	MOYEN
78	R7	R2	300	2042	AC	MOYEN
79	R1	46	300	351	AC	MOYEN
80	R4	61	300	55	AC	MOYEN
81	60	R5	150	332	AC	MOYEN
82	R9	22	150	37	FONTE	BON

V.7) Diagnostic hydraulique du réseau

Le but de faire un diagnostic hydraulique et de connaître le fonctionnement du réseau, ainsi que tous les paramètres hydraulique afin de déceler les anomalies pouvant survenir sur celui-ci. La simulation a été faite à l'aide de l'outil de calcul des réseaux EPANET.

Calcul des débits

a. Débit moyen journalier

$$Q_{\text{journalier}}^{\text{moy}} = 2649638.53 \text{ m}^3 / \text{an} = 7259.28 \text{ m}^3 / \text{an. (tiré du chapitre précédent)}$$

Ce débit a été tiré du chapitre précédent et il représente la consommation théorique (2008).

b. Débit maximal journalier

$$Q_{\text{max}}^j = Q_{\text{moy}}^j \cdot K_{\text{max}}^j$$

$$\text{On prend } K_{\text{max}}^j = 1,3$$

Le coefficient maximal journalier K_{max}^j permet une majoration du débit moyen journalier qui traduit les variations au cours de l'année.

$$Q_{\text{max}}^j = 7259.28 * 1.3 = 9437.06 \text{ m}^3 / \text{j}$$

c. Débit moyen horaire

$$Q_{\text{moy}}^h = \frac{Q_{\text{max}}^j}{24}$$

$$Q_{\text{moy}}^h = \frac{9437.06}{24} = 393.21 \text{ m}^3 / \text{h}$$

d. Débit maximal horaire

$$Q_{\text{max}}^h = Q_{\text{moy}}^h \cdot K_{\text{max}}^h$$

$$\text{Avec: } K_{\text{max}}^h = \alpha_{\text{max}} \cdot \beta_{\text{max}}$$

Le coefficient maximal horaire K_{max}^h permet une majoration du débit moyen horaire au cours de la journée.

Le coefficient α_{max} dépend des habitudes de la population et du développement industriel, il sera pris égal à 1,2.

Le coefficient β_{max} dépend de l'accroissement de la population.

Tableau V.6-valeurs du coefficient β_{\max}

Population (hab.) 10^3	1	1,5	2,5	4	6	10	20	30	100	300	1000
β_{\max}	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,03	1

Après interpolation, β_{\max} sera pris égal à : 1.136

$$K_{\max}^h = 1.2 * 1.136 = 1.363$$

$$Q_{\max}^h = 393.21 * 1.363 = 535.95 m^3 / h = 148,88 l / s$$

e. Débit spécifique

Cas de pointe :

$$q_{sp} = \frac{Q_{\max}^h - Q_c}{\sum L_i} \quad \text{Avec : } Q_c: \text{ débit concentré}$$

Cas de pointe +Incendie:

$$q_{sp} = \frac{(Q_{\max}^h + 17) - Q_{conc}}{\sum L_i}$$

Avec: Q_{conc} débit prélevé par la partie est de FOUKA MARINE (BASSIN ROMAIN) ; ce débit est représenté comme un débit concentré, sa valeur est estimé à 10% du débit total distribué pour la commune et il est prélevé au niveau du nœud N°1 par une conduite en PEHD DN110 qui se réduit à un diamètre de 90mm.

AN :

$$Q_c = 0.1 * 148.88 = 14.89 l/s .$$

ΣL_i : somme des longueurs de tous les tronçons des réseaux de distribution.

$$\text{Cas de pointe: } q_{sp} = \frac{148.88 - 14.89}{36226} = 0.00369 l / s .$$

$$\text{Cas de pointe + incendie: } q_{sp} = \frac{(148.88 + 17) - 14.89}{36226} = 0.00417 l / s .$$

f- Débits en route:

$$Q_{ri} = q_{sp} \cdot L_i$$

Q_{ri} : Débit en route pour chaque tronçon.

g- Débits aux nœuds:

$$Q_{noeudi} = 0,5 \sum_{i=1}^n Q_{ri} + Q_{cons}$$

n: nombre de tronçons raccordés au nœud

Q_{noeudi} : Débit au nœud $\sum_{i=1}^n Q_{ri}$: somme des débits route autour du nœud.

Le tableau ci-dessous résume les résultats obtenus par le calcul des formules ci-dessus :

Tableau V.7-Débits nodaux pour le cas de pointe

N° du nœud	Tronçon	Longueur des tronçons (m)	Débits en route (l/s)	Somme (l/s)	Débits aux nœuds (l/s)
1	1_R1	1557	5,75	7,97	4,54+14,89
	1_2	603	2,23		
2	2_1	603	2,23	2,23	1,66
3	R1_3	1754	6,47	8,30	4,70
	3_4	494	1,82		
4	4_3	494	1,82	3,10	2,10
	4_5	149	0,55		
	4_7	197	0,73		
5	5_4	149	0,55	1,30	1,20
	5_6	203	0,75		
6	6_12	450	1,66	2,91	2,01
	6_5	203	0,75		
	6_7	136	0,50		
7	7_6	136	0,50	2,66	1,88
	7_4	197	0,73		
	7_8	387	1,43		
8	8_9	461	1,70	3,13	2,11
	8_7	387	1,43		
9	9_8	461	1,70	3,49	2,30
	9_11	171	0,63		
	9_10	314	1,16		
10	10_-9	314	1,16	1,16	1,13

11	11_17	406	1,50	3,29	2,20
	11_12	315	1,16		
	11_9	171	0,63		
12	12_11	315	1,16	4,43	2,76
	12_14	251	0,93		
	12_13	184	0,68		
	12_6	450	1,66		
13	13_12	184	0,68	0,68	0,89
14	14_12	251	0,93	2,63	1,87
	14_18	109	0,40		
	14_15	353	1,30		
15	15_14	353	1,30	2,20	1,65
	15_16	160	0,59		
	15_26	83	0,31		
16	16_15	160	0,59	1,25	1,18
	16_17	180	0,66		
17	17_16	180	0,66	2,66	1,88
	17_42	135	0,50		
	17_11	406	1,50		
18	18_14	109	0,40	1,46	1,28
	18_19	287	1,06		
19	19_20	305	1,13	2,18	1,64
	19_18	287	1,06		
20	20_19	305	1,13	2,95	2,03
	20_21	495	1,83		
21	21-27	144	0,53	2,61	1,85
	21-20	495	1,83		
	21-22	68	0,25		
22	22_23	158	0,58	0,97	1,04
	R9_22	37	0,14		
	22_21	68	0,25		
23	23_22	158	0,58	2,07	1,59
	23_36	219	0,81		
	23_24	185	0,68		
24	24_23	185	0,68	3,08	2,09

	24_38	502	1,85		
	24_25	149	0,55		
25	25_24	149	0,55	2,49	1,80
	25_26	152	0,56		
	25_39	374	1,38		
26	26_25	152	0,56	1,12	1,11
	26_15	83	0,31		
	26_40	69	0,25		
27	27_21	144	0,53	1,65	1,37
	27_28	256	0,94		
	27_31	46	0,17		
28	28_27	256	0,94	1,29	1,20
	28_29	94	0,35		
29	29_28	94	0,35	0,73	0,92
	29_30	104	0,38		
30	30_29	104	0,38	0,98	1,04
	30_31	161	0,59		
31	31_32	274	1,01	1,77	1,44
	31_30	161	0,59		
	31_27	46	0,17		
32	32_33	191	0,70	1,72	1,41
	32_31	274	1,01		
33	33_32	191	0,70	1,63	1,37
	33_34	251	0,93		
34	34_33	251	0,93	1,90	1,50
	34_35	265	0,98		
35	35_34	265	0,98	0,98	1,04
36	36_37	383	1,41	2,22	1,66
	36_23	219	0,81		
37	37_36	383	1,41	2,08116	1,59
	37_38	181	0,67		
38	38_37	181	0,67	2,52	1,81
	38_24	502	1,85		
39	39_R8	279	1,03	2,41	1,75
	39_25	374	1,38		

40	40_41	187	0,69	0,94	1,02
	40_26	69	0,25		
41	41_40	187	0,69	1,40	1,25
	41_42	193	0,71		
42	42_41	193	0,71	3,93	2,51
	42_43	737	2,72		
	42_17	135	0,50		
43	43_42	737	2,72	5,81	3,45
	43_44	307	1,13		
	43_54	530	1,96		
44	44_45	267	0,99	2,35	1,73
	44_R10	64	0,24		
	44_43	307	1,13		
45	45_44	267	0,99	5,42	3,26
	45_46	1203	4,44		
46	R7_46	2387	8,81	13,25	7,17
	45_46	1203	4,44		
47	R7_47	1813	6,69	10,52	5,81
	47_48	1037	3,83		
48	48_44	852	3,14	7,72	4,41
	48_47	1037	3,83		
	48_49	204	0,75		
49	49_48	204	0,75	1,55	1,32
	49_61	30	0,11		
	49_50	185	0,68		
50	50_49	185	0,68	0,68	0,89
51	51_52	598	2,21	4,74	2,92
	51_61	686	2,53		
52	52_51	598	2,21	4,07	2,59
	52_53	506	1,87		
53	53_52	506	1,87	1,87	1,48
54	54_43	530	1,96	7,80	4,45
	54_55	1184	4,37		
	54_60	400	1,48		
55	55_54	1184	4,37	4,37	2,73

56	56_57	518	1,91	3,28	2,19
	R5_56	112	0,41		
	56_60	260	0,96		
57	57_56	518	1,91	1,91	1,51
58	R5_58	322	1,19	3,32	2,21
	58_59	578	2,13		
59	59_58	578	2,13	2,13	1,62
60	R5_60	332	1,23	16,25	8,93
	60_R8	3412	12,59		
	60_56	260	0,96		
	60_54	400	1,48		
61	61_51	686	2,53	2,84	1,97
	61_R4	55	0,20		
	61_49	30	0,11		

Tableau V.7-Débits nodaux pour le cas de pointe + incendie

N° du nœud	Tronçon	Longueur des tronçons (m)	Débits en route (l/s)	Somme (l/s)	Débits aux nœuds (l/s)
1	1_R1	1557	6,49	9,01	5,11+14,89
	1_2	603	2,51		
2	2_1	603	2,51	2,51	1,87
3	R1_3	1754	7,31	9,37	5,30
	3_4	494	2,06		
4	4_3	494	2,06	3,50	2,36
	4_5	149	0,62		
	4_7	197	0,82		
5	5_4	149	0,62	1,47	1,34
	5_6	203	0,85		
6	6_12	450	1,88	3,29	2,26
	6_5	203	0,85		
	6_7	136	0,57		
7	7_6	136	0,57	3,00	2,11
	7_4	197	0,82		
	7_8	387	1,61		
8	8_9	461	1,92	3,54	2,38
	8_7	387	1,61		
9	9_8	461	1,92	3,94	2,58
	9_11	171	0,71		
	9_10	314	1,31		
10	10_-9	314	1,31	1,31	1,26
11	11_17	406	1,69	3,72	2,47
	11_12	315	1,31		
	11_9	171	0,71		
12	12_11	315	1,31	5,00	3,11
	12_14	251	1,05		
	12_13	184	0,77		
	12_6	450	1,88		

13	13_12	184	0,77	0,77	0,99
14	14_12	251	1,05	2,97	2,10
	14_18	109	0,45		
	14_15	353	1,47		
15	15_14	353	1,47	2,49	1,85
	15_16	160	0,67		
	15_26	83	0,35		
16	16_15	160	0,67	1,42	1,32
	16_17	180	0,75		
17	17_16	180	0,75	3,01	2,11
	17_42	135	0,56		
	17_11	406	1,69		
18	18_14	109	0,45	1,65	1,44
	18_19	287	1,20		
19	19_20	305	1,27	2,47	1,84
	19_18	287	1,20		
20	20_19	305	1,27	3,34	2,28
	20_21	495	2,06		
21	21-27	144	0,60	2,95	2,08
	21-20	495	2,06		
	21-22	68	0,28		
22	22_23	158	0,66	1,10	1,16
	R9_22	37	0,15		
	22_21	68	0,28		
23	23_22	158	0,66	2,34	1,78
	23_36	219	0,91		
	23_24	185	0,77		
24	24_23	185	0,77	3,49	2,35
	24_38	502	2,09		
	24_25	149	0,62		
25	25_24	149	0,62	2,81	2,02
	25_26	152	0,63		
	25_39	374	1,56		
26	26_25	152	0,63	1,27	1,24
	26_15	83	0,35		

	26_40	69	0,29		
27	27_21	144	0,60	1,86	1,54
	27_28	256	1,07		
	27_31	46	0,19		
28	28_27	256	1,07	1,46	1,34
	28_29	94	0,39		
29	29_28	94	0,39	0,83	1,02
	29_30	104	0,43		
30	30_29	104	0,43	1,11	1,16
	30_31	161	0,67		
31	31_32	274	1,14	2,01	1,61
	31_30	161	0,67		
	31_27	46	0,19		
32	32_33	191	0,80	1,94	1,59
	32_31	274	1,14		
33	33_32	191	0,80	1,84	1,51
	33_34	251	1,05		
34	34_33	251	1,05	2,15	1,76
	34_35	265	1,11		
35	35_34	265	1,11	1,11	1,16
36	36_37	383	1,60	2,51	1,87
	36_23	219	0,91		
37	37_36	383	1,60	2,35	1,79
	37_38	181	0,75		
38	38_37	181	0,75	2,85	2,03
	38_24	502	2,09		
39	39_R8	279	1,16	2,72	1,97
	39_25	374	1,56		
40	40_41	187	0,78	1,07	1,14
	40_26	69	0,29		
41	41_40	187	0,78	1,58	1,40
	41_42	193	0,80		
42	42_41	193	0,80	4,44	2,83
	42_43	737	3,07		
	42_17	135	0,56		

43	43_42	737	3,07	6,56	3,89
	43_44	307	1,28		
	43_54	530	2,21		
44	44_45	267	1,11	2,66	1,94
	44_R10	64	0,27		
	44_43	307	1,28		
45	45_44	267	1,11	6,13	3,67
	45_46	1203	5,02		
46	R7_46	2387	9,95	14,97	8,10
	45_46	1203	5,02		
47	R7_47	1813	7,56	11,88	6,55
	47_48	1037	4,32		
48	48_44	852	3,55	8,73	4,97
	48_47	1037	4,32		
	48_49	204	0,85		
49	49_48	204	0,85	1,75	1,48
	49_61	30	0,13		
	49_50	185	0,77		
50	50_49	185	0,77	0,77	1,00
51	51_52	598	2,49	5,35	3,29
	51_61	686	2,86		
52	52_51	598	2,49	4,60	2,91
	52_53	506	2,11		
53	53_52	506	2,11	2,11	1,67
54	54_43	530	2,21	8,82	5,02
	54_55	1184	4,94		
	54_60	400	1,67		
55	55_54	1184	4,94	4,94	3,08
56	56_57	518	2,16	3,71	2,47
	R5_56	112	0,47		
	56_60	260	1,08		
57	57_56	518	2,16	2,16	1,69
58	R5_58	322	1,34	3,75	2,49
	58_59	578	2,41		
59	59_58	578	2,41	2,41	1,82

60	R5_60	332	1,38	18,36	10,28
	60_R8	3412	14,23		
	60_56	260	1,08		
	60_54	400	1,67		
61	61_51	686	2,86	3,22	2,22
	61_R4	55	0,23		
	61_49	30	0,13		

V.7.1) Paramètres hydrauliques du réseau

1) Cas de pointe

Tableau V.8-état des nœuds du réseau en cas de pointe

Nœud	Demande (l/s)	Charge (m.c.e)	Pression (m.c.e)	Observation sur la pression
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Noeud 1	19,43	153,45	26,75	Bonne
Noeud 2	1,66	153,10	27,80	Bonne
Noeud 3	4,70	150,21	25,60	Bonne
Noeud 4	2,10	146,54	21,03	Bonne
Noeud 5	1,20	143,86	18,86	Bonne
Noeud 6	2,01	141,56	16,86	Bonne
Noeud 7	1,88	145,26	19,04	Bonne
Noeud 8	2,11	144,18	18,48	Bonne
Noeud 9	2,30	142,97	16,27	Bonne
Noeud 10	1,13	142,87	27,22	Bonne
Noeud 11	2,20	142,56	18,07	Bonne
Noeud 12	2,76	127,71	24,71	Bonne
Noeud 13	0,89	127,69	44,79	Bonne
Noeud 14	1,87	111,68	23,62	Bonne
Noeud 15	1,65	123,42	17,92	Bonne
Noeud 16	1,18	132,14	20,28	Bonne
Noeud 17	1,88	142,15	27,55	Bonne
Noeud 18	1,28	104,64	20,14	Bonne
Noeud 19	1,64	86,92	15,77	Admissible
Noeud 20	2,03	69,18	12,68	Admissible
Noeud 21	1,85	42,48	7,98	Faible
Noeud 22	1,04	40,42	4,16	Faible
Noeud 23	1,59	78,40	31,13	Bonne
Noeud 24	2,09	116,51	46,37	Bonne
Noeud 25	1,80	117,69	23,62	Bonne

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Noeud 26	1,11	119,20	14,20	Admissible
Noeud 27	1,37	42,06	15,06	Admissible
Noeud 28	1,20	41,66	28,28	Bonne
Noeud 29	0,92	41,61	28,52	Bonne
Noeud 30	1,04	41,60	29,78	Bonne
Noeud 31	1,44	41,61	16,43	Bonne
Noeud 32	1,41	41,41	19,12	Bonne
Noeud 33	1,37	41,33	28,90	Bonne
Noeud 34	1,50	40,99	28,49	Bonne
Noeud 35	1,04	40,86	26,36	Bonne
Noeud 36	1,66	82,24	31,54	Bonne
Noeud 37	1,59	110,63	28,63	Bonne
Noeud 38	1,81	114,01	32,01	Bonne
Noeud 39	1,75	116,29	5,99	Faible
Noeud 40	1,02	128,56	16,89	Bonne
Noeud 41	1,25	155,76	38,88	Bonne
Noeud 42	2,51	156,65	40,29	Bonne
Noeud 43	3,45	168,56	35,42	Bonne
Noeud 44	1,73	171,99	29,99	Bonne
Noeud 45	3,26	171,95	26,95	Bonne
Noeud 46	7,17	171,87	25,87	Bonne
Noeud 47	5,81	196,88	36,88	Bonne
Noeud 48	4,41	182,43	3,43	Faible
Noeud 49	1,32	181,25	-2,75	Dépression
Noeud 50	0,89	181,21	2,21	Faible
Noeud 51	2,92	180,26	5,26	Faible
Noeud 52	2,59	179,99	6,99	Faible
Noeud 53	1,48	179,96	29,18	Bonne
Noeud 54	4,45	173,99	26,34	Bonne
Noeud 55	2,73	170,85	28,13	Bonne
Noeud 56	2,19	186,85	11,80	Faible
Noeud 57	1,51	186,75	18,95	Bonne
Noeud 58	2,21	189,81	21,81	Bonne
Noeud 59	1,62	189,77	31,90	Bonne
Noeud 60	8,93	181,09	16,24	Bonne
Noeud 61	1,97	181,09	0,09	Faible

Tableau V.9-Etat des tuyaux du réseau(Cas de pointe)

ID tuyau	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	PCU (m/km)	Observation sur la vitesse
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Tuyau 1	160	3,83	0,19	0,29	Faible
Tuyau 2	300	114,45	1,62	7,43	Bonne
Tuyau 3	300	106,83	1,51	6,50	Bonne
Tuyau 4	80	5,52	1,10	18,05	Bonne
Tuyau 5	80	4,32	0,86	11,33	Bonne
Tuyau 6	150	-36,11	2,04	27,27	Admissible
Tuyau 7	300	68,84	0,97	2,80	Bonne
Tuyau 8	300	66,73	0,94	2,64	Bonne
Tuyau 9	100	1,13	0,14	0,32	Faible
Tuyau 10	300	63,30	0,90	2,38	Bonne
Tuyau 11	110	21,12	2,22	47,13	Admissible
Tuyau 12	110	0,89	0,09	0,13	Faible
Tuyau 13	150	-38,42	2,17	30,76	Admissible
Tuyau 14	200	-109,74	3,49	54,49	Elevée
Tuyau 15	200	-110,92	3,53	55,64	Elevée
Tuyau 16	300	-39,98	0,57	1,00	Bonne
Tuyau 17	150	55,90	3,16	63,89	Elevée
Tuyau 18	50	-2,18	1,11	33,27	Bonne
Tuyau 19	150	56,20	3,18	64,58	Elevée
Tuyau 20	150	54,92	3,11	61,73	Elevée
Tuyau 21	150	53,28	3,02	58,18	Elevée
Tuyau 22	150	51,25	2,90	53,93	Elevée
Tuyau 23	150	38,11	2,16	30,28	Admissible
Tuyau 24	150	-109,66	6,21	240,36	Elevée
Tuyau 25	150	-101,41	5,74	206,00	Elevée
Tuyau 26	300	-118,40	1,67	7,93	Bonne
Tuyau 27	300	-133,04	1,88	9,94	Bonne
Tuyau 28	200	-105,92	3,37	50,83	Elevée
Tuyau 29	150	11,29	0,64	2,95	Bonne
Tuyau 30	100	2,70	0,34	1,55	Admissible
Tuyau 31	100	1,50	0,19	0,53	Faible
Tuyau 32	100	0,58	0,07	0,10	Faible
Tuyau 33	100	-0,46	0,06	0,06	Faible
Tuyau 34	100	-7,22	0,92	9,71	Bonne
Tuyau 35	150	5,32	0,30	0,73	Admissible
Tuyau 36	150	3,91	0,22	0,41	Admissible
Tuyau 37	100	2,54	0,32	1,38	Admissible
Tuyau 38	90	1,04	0,16	0,46	Faible
Tuyau 39	100	-9,83	1,25	17,53	Bonne
Tuyau 40	80	-11,49	2,29	74,13	Admissible
Tuyau 41	110	-13,08	1,38	18,68	Bonne

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Tuyau 42	150	-14,89	0,84	4,98	Bonne
Tuyau 43	150	12,85	0,73	3,76	Bonne
Tuyau 44	100	-28,24	3,60	135,68	Elevée
Tuyau 45	100	-29,26	3,72	145,45	Elevée
Tuyau 46	200	-30,51	0,97	4,57	Bonne
Tuyau 47	150	72,83	4,12	107,34	Elevée
Tuyau 48	250	-105,84	2,16	16,17	Admissible
Tuyau 49	250	-87,54	1,78	11,19	Bonne
Tuyau 50	250	9,12	0,19	0,16	Faible
Tuyau 51	250	5,86	0,12	0,07	Faible
Tuyau 52	300	158,29	2,24	13,94	Admissible
Tuyau 53	250	91,73	1,87	12,25	Bonne
Tuyau 54	250	62,15	1,27	5,78	Bonne
Tuyau 55	102	0,89	0,11	0,19	Faible
Tuyau 56	250	59,94	1,22	5,39	Bonne
Tuyau 57	150	6,99	0,40	1,20	Admissible
Tuyau 58	150	4,07	0,23	0,45	Faible
Tuyau 59	150	1,48	0,08	0,07	Faible
Tuyau 60	150	-21,75	1,23	10,25	Bonne
Tuyau 61	90	2,73	0,43	2,65	Admissible
Tuyau 62	150	-28,93	1,64	17,75	Bonne
Tuyau 63	125	1,51	0,12	0,18	Faible
Tuyau 64	150	32,42	1,83	22,12	Bonne
Tuyau 65	160	1,62	0,08	0,06	Faible
Tuyau 66	150	11,10	0,63	2,85	Bonne
Tuyau 67	250	-6,67	0,14	0,09	Faible
Tuyau 68	300	-199,27	2,82	21,83	Elevée
Tuyau 69	300	164,10	2,32	14,95	Admissible
Tuyau 70	150	36,12	2,04	27,27	Admissible
Tuyau 71	150	35,60	2,01	26,52	Admissible
Tuyau 72	300	284,95	4,03	44,00	Elevée
Tuyau 73	300	207,75	2,94	23,68	Elevée
Tuyau 74	300	-197,38	0,90	21,43	Elevée
Tuyau 75	300	227,80	3,22	28,36	Elevée
Tuyau 76	300	-197,96	2,80	21,55	Elevée
Tuyau 77	300	-50,98	0,72	1,58	Bonne
Tuyau 78	150	30,15	1,71	19,23	Bonne
Tuyau 79	350	-146,73	1,53	5,49	bonne
Tuyau 80	160	21,09	1,05	6,97	Bonne
Tuyau 81	300	119,15	1,69	8,03	Bonne
Tuyau 82	102	1,66	0,20	0,58	Faible

Constatations :

Des constatations ont été faites concernant les paramètres hydrauliques du réseau et qui sont cités ci-dessous :

Pression :

- Au niveau des nœuds, la pression minimale est de 0,09 m.c.e se trouve au niveau du nœud 61, et la maximale est de 46.37 m.c.e se trouve au niveau du nœud 24.
- Une pression négative (dépression) d'une valeur de 2,75m.c.e a été décelée au niveau du nœud 49.

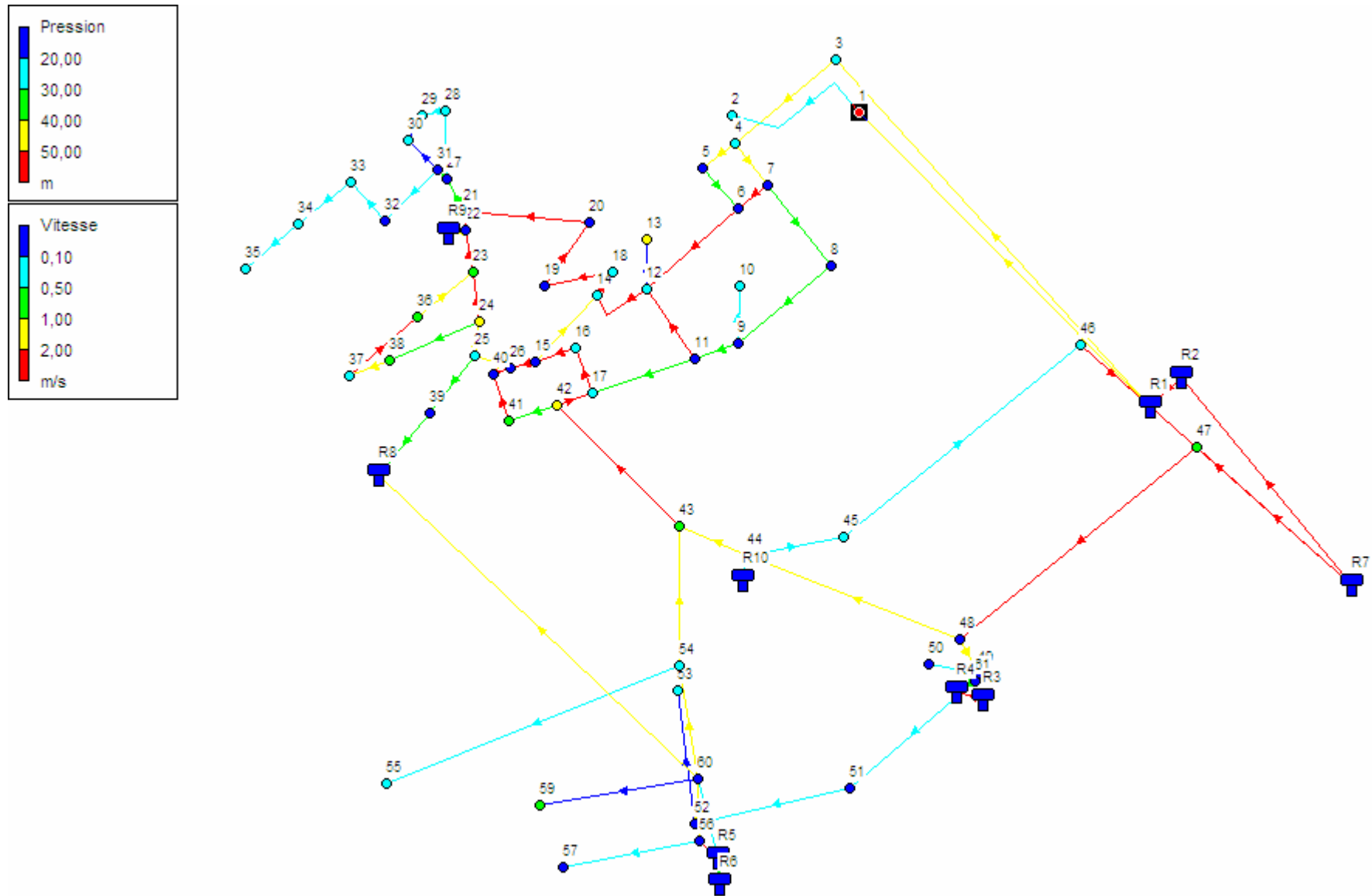
Perte de charge unitaire :

La perte de charge unitaire maximale dans le réseau est de 272,19m/km et se trouve au niveau du tuyau 79 (tronçon R9-22), et la minimale est de 0,06m/km et se trouve au niveau du tuyau 33 et 65.

Vitesse :

La vitesse maximale dans le réseau est de 6,21m et se trouve au niveau du tuyau 24, et la minimale est de 0,06 m/s est se trouve au niveau du tuyau 33.

Les résultats de la simulation avec l'outil EPANET sont représentés dans la figure ci-dessus :



Figure(V.1) : Visualisation du fonctionnement d réseau pour le cas de pointe

2) Cas de pointe+Incendie

Tableau V.10- état des nœuds du réseau en cas de pointe+incendie

Nœud	Demande (l/s)	Charge (m.c.e)	Pression (m.c.e)	observation
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Nœud 1	20,00	152,67	25,97	Bonne
Nœud 2	1,87	152,24	26,94	Bonne
Nœud 3	5,30	149,67	25,06	Bonne
Nœud 4	2,36	145,88	20,37	Bonne
Nœud 5	1,34	143,05	18,05	Bonne
Nœud 6	2,26	140,74	16,04	Bonne
Nœud 7	2,11	144,57	18,35	Bonne
Nœud 8	2,38	143,47	17,77	Bonne
Nœud 9	2,58	142,25	15,55	Admissible
Nœud 10	1,26	142,13	26,48	Bonne
Nœud 11	2,47	141,84	17,35	Bonne
Nœud 12	3,11	126,64	23,64	Bonne
Nœud 13	0,99	126,61	43,71	Bonne
Nœud 14	2,10	110,50	22,44	Bonne
Nœud 15	1,85	122,83	17,33	Bonne
Nœud 16	1,32	131,48	19,62	Bonne
Nœud 17	2,11	141,45	26,85	Bonne
Nœud 18	1,44	103,46	18,96	Bonne
Noeud 19	1,84	85,84	14,69	Admissible
Noeud 20	2,28	68,33	11,83	Admissible
Noeud 21	2,08	42,25	7,75	Faible
Noeud 22	1,16	40,42	4,16	Faible
Noeud 23	1,78	77,99	30,72	Bonne
Noeud 24	2,35	115,98	45,84	Bonne
Noeud 25	2,02	117,17	23,10	Bonne
Noeud 26	1,24	118,66	13,66	Admissible
Noeud 27	1,54	41,72	14,72	Admissible
Noeud 28	1,34	41,22	27,84	Bonne
Noeud 29	1,02	41,16	28,07	Bonne
Noeud 30	1,16	41,15	29,33	Bonne
Noeud 31	1,61	41,16	15,98	Admissible
Noeud 32	1,59	40,91	18,62	Bonne
Noeud 33	1,51	40,81	28,38	Bonne
Noeud 34	1,76	40,36	27,86	Bonne
Noeud 35	1,16	40,21	25,71	Bonne
Noeud 36	1,87	81,65	30,95	Bonne
Noeud 37	1,79	109,89	27,89	Bonne
Noeud 38	2,03	113,35	31,35	Bonne

Noeud 39	1,97	116,06	5,76	Faible
Noeud 40	1,14	127,99	16,32	Bonne
Noeud 41	1,40	155,31	38,43	Bonne
Noeud 42	2,83	156,20	39,84	Bonne
Noeud 43	3,89	168,38	35,24	Bonne
Noeud 44	1,94	171,99	29,99	Bonne
Noeud 45	3,67	171,94	26,94	Bonne
Noeud 46	8,10	171,84	25,84	Bonne
Noeud 47	6,55	196,77	36,77	Bonne
Noeud 48	4,97	182,39	3,39	Faible
Noeud 49	1,48	181,24	-2,76	Dépression
Noeud 50	1,00	181,19	2,19	Faible
Noeud 51	3,29	180,05	5,05	Faible
Noeud 52	2,91	179,72	6,72	Faible
Noeud 53	1,67	179,67	28,89	Bonne
Noeud 54	5,02	173,48	25,83	Bonne
Noeud 55	3,08	169,55	26,83	Bonne
Noeud 56	2,47	186,66	11,61	Admissible
Noeud 57	1,69	186,55	18,75	Bonne
Noeud 58	2,49	189,78	21,78	Bonne
Noeud 59	1,82	189,74	31,87	Bonne
Noeud 60	10,28	180,69	15,84	Admissible
Noeud 61	2,22	181,08	0,08	Faible

Tableau V.12-Etat des tuyau du réseau (Cas de pointe+Incendie)

ID tuyau	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse(m/s)	PCU (m/km)	Observation sur la vitesse
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Tuyau 1	160	4,31	0,21	0,36	Faible
Tuyau 2	300	116,23	1,64	7,65	Bonne
Tuyau 3	300	108,20	1,53	6,66	Bonne
Tuyau 4	80	5,67	1,13	19,01	Bonne
Tuyau 5	80	4,33	0,86	11,38	Bonne
Tuyau 6	150	-36,72	2,08	28,16	Admissible
Tuyau 7	300	69,37	0,98	2,84	Bonne
Tuyau 8	300	66,99	0,95	2,65	Bonne
Tuyau 9	100	1,26	0,16	0,39	Faible
Tuyau 10	300	63,15	0,89	2,37	Bonne
Tuyau 11	110	21,38	2,25	48,27	Admissible
Tuyau 12	110	0,99	0,10	0,16	Faible
Tuyau 13	150	-38,79	2,20	31,34	Admissible
Tuyau 14	200	-109,34	3,48	54,10	Elevée
Tuyau 15	200	-110,66	3,52	55,38	Elevée
Tuyau 16	300	-39,29	0,56	0,97	Bonne
Tuyau 17	150	56,08	3,17	64,29	Elevée
Tuyau 18	50	-2,23	1,14	34,91	Bonne
Tuyau 19	150	56,21	3,18	64,59	Elevée
Tuyau 20	150	54,77	3,10	61,39	Elevée
Tuyau 21	150	52,93	3,00	57,42	Elevée
Tuyau 22	150	50,65	2,87	52,69	Elevée
Tuyau 23	150	35,88	2,03	26,93	Admissible
Tuyau 24	150	-109,06	6,17	237,79	Elevée
Tuyau 25	150	-101,25	5,73	205,35	Elevée
Tuyau 26	300	-118,88	1,68	8,00	Bonne
Tuyau 27	300	-132,20	1,87	9,82	Bonne
Tuyau 28	200	-105,26	3,35	50,21	Elevée
Tuyau 29	150	12,69	0,72	3,67	Bonne
Tuyau 30	100	3,04	0,39	1,92	Admissible
Tuyau 31	100	1,70	0,22	0,67	Faible
Tuyau 32	100	0,68	0,09	0,13	Faible
Tuyau 33	100	-0,48	0,06	0,07	Faible
Tuyau 34	100	-8,11	1,03	12,12	Bonne
Tuyau 35	150	6,02	0,34	0,91	Admissible
Tuyau 36	150	4,43	0,25	0,52	Faible
Tuyau 37	100	2,92	0,37	1,78	Admissible
Tuyau 38	90	1,16	0,18	0,56	Faible
Tuyau 39	100	-9,59	1,22	16,71	Bonne
Tuyau 40	80	-11,46	2,28	73,73	Admissible
Tuyau 41	110	-13,25	1,39	19,14	Bonne

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Tuyau 42	150	-15,28	0,86	5,23	Bonne
Tuyau 43	150	11,30	0,64	2,95	Bonne
Tuyau 44	100	-28,18	3,59	135,16	Elevée
Tuyau 45	100	-29,32	3,73	146,09	Elevée
Tuyau 46	200	-30,72	0,98	4,63	Bonne
Tuyau 47	150	73,48	4,16	109,24	Elevée
Tuyau 48	250	-107,03	2,18	16,52	Admissible
Tuyau 49	250	-89,86	1,83	11,77	Bonne
Tuyau 50	250	10,03	0,20	0,19	Faible
Tuyau 51	250	6,36	0,13	0,08	Faible
Tuyau 52	300	157,90	2,23	13,87	Admissible
Tuyau 53	250	91,57	1,87	12,20	Bonne
Tuyau 54	250	61,36	1,25	5,64	Bonne
Tuyau 55	102	1,00	0,12	0,23	Faible
Tuyau 56	250	58,88	1,20	5,21	Bonne
Tuyau 57	150	7,87	0,45	1,50	Admissible
Tuyau 58	150	4,58	0,26	0,55	Faible
Tuyau 59	150	1,67	0,09	0,09	Faible
Tuyau 60	150	-21,06	1,19	9,63	Bonne
Tuyau 61	90	3,08	0,48	3,32	Admissible
Tuyau 62	150	-29,16	1,65	18,02	Bonne
Tuyau 63	125	1,69	0,14	0,22	Faible
Tuyau 64	150	33,06	1,87	22,97	Bonne
Tuyau 65	160	1,82	0,09	0,08	Faible
Tuyau 66	150	9,33	0,53	2,06	Bonne
Tuyau 67	250	-10,26	0,21	0,20	Faible
Tuyau 68	300	-199,33	2,82	21,84	Elevée
Tuyau 69	300	164,45	2,33	15,01	Admissible
Tuyau 70	150	37,22	2,11	28,91	Admissible
Tuyau 71	150	36,44	2,06	27,74	Admissible
Tuyau 72	300	284,95	4,03	44,00	Elevée
Tuyau 73	300	207,75	2,94	23,68	Elevée
Tuyau 74	300	-197,38	0,90	21,43	Elevée
Tuyau 75	300	227,80	3,22	28,36	Elevée
Tuyau 76	300	-197,58	2,80	21,47	Elevée
Tuyau 77	300	-48,79	0,69	1,45	Bonne
Tuyau 78	150	30,06	1,70	19,11	Bonne
Tuyau 79	350	-143,78	1,49	5,28	bonne
Tuyau 80	160	21,87	1,09	7,47	Bonne
Tuyau 81	300	121,53	1,72	8,34	Bonne
Tuyau 82	102	1,87	0,23	0,72	Faible

Constatation :

Des constatations ont été faites concernant les paramètres hydrauliques du réseau et qui sont cités ci-dessous :

Pression :

- Dans les nœuds, la pression minimale est de 0,08 m.c.e se trouve au niveau du nœud 61, et la maximale est de 45.84 m.c.e se trouve au niveau du nœud 24.
- Une pression négative (dépression) d'une valeur de 2,76m.c.e a été décelée au niveau du nœud 49.

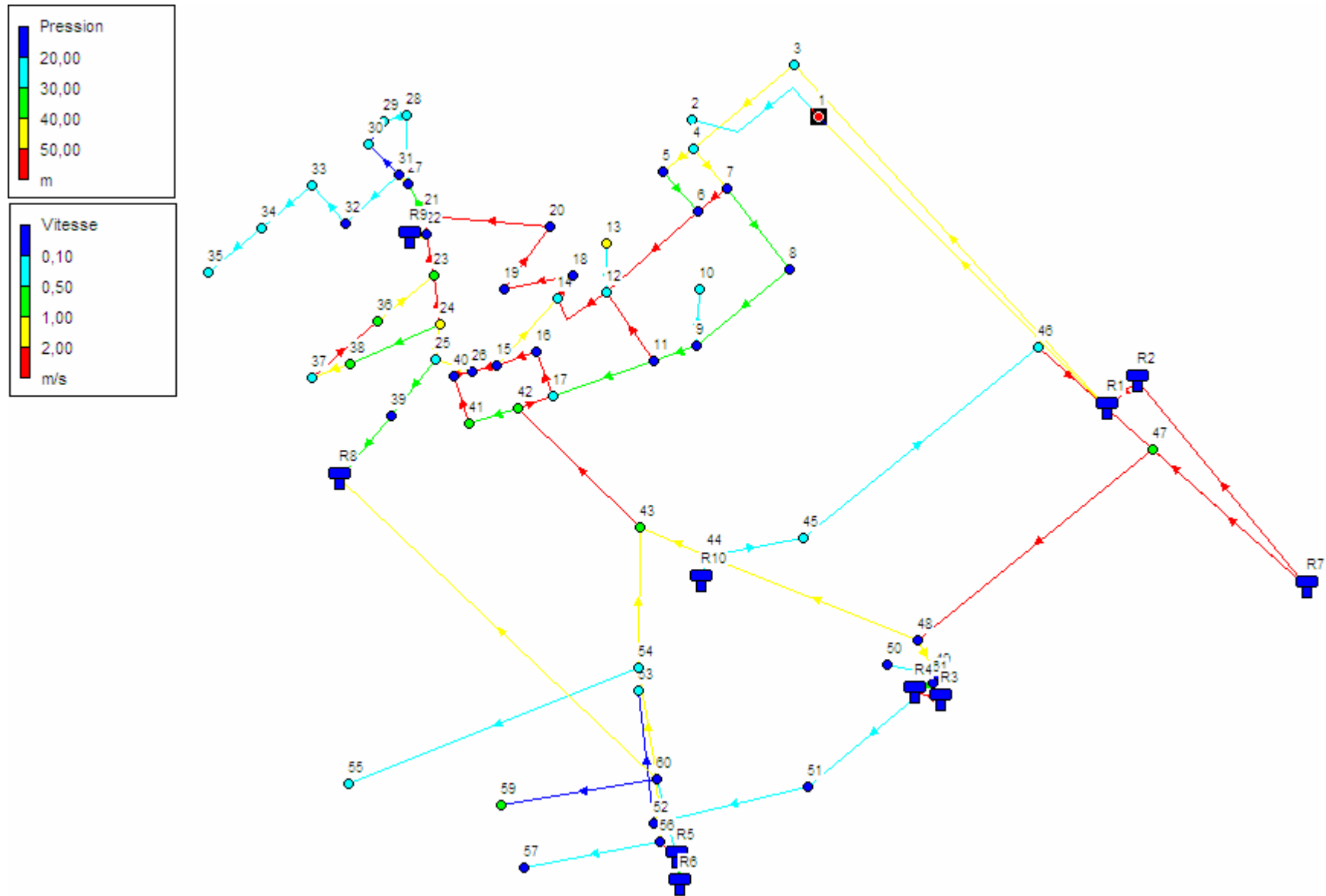
Perte de charge unitaire

La perte de charge unitaire maximale dans le réseau est de 237,79m/km et se trouve au niveau du tuyau 24, et la minimale est de 0,07 m/km et se trouve au niveau du tronçon 33.

Vitesse :

La vitesse maximale dans le réseau est de 6,17m/s et se trouve au niveau du tuyau 24, et la minimale est de 0,06m/s et se trouve au niveau du tuyau 33.

Les résultats de la simulation avec l'outil EPANET sont représentés dans les figures ci-dessus :



Figure(V.2): Fonctionnement du réseau pour le cas de pointe+incendie

V.7.2) Indicateurs de performances du réseau

Pour estimer les performances du réseau de FOUKA des indicateurs on été calculés :

a) Rendement primaire

Le rendement primaire permet d'apprécier la qualité d'un réseau, et il est calculé comme suit :

$$\text{Rendement primaire(\%)} = (\text{Volume total facturé} / \text{Volume total mis en distribution}) * 100\%$$

AN :

Pour l'an 2008 :

$$\text{Rendement primaire(\%)} = \frac{872993}{2562266} = 34,07\%$$

Le rendement du réseau est très faible car plus de 50% de l'eau mise en distribution est perdue sur le réseau.

b) Indice linéaire de pertes

Le calcul de l'indice linéaire de pertes vient compléter le calcul du rendement primaire car on ne peut compter que sur lui pour apprécier la qualité d'un réseau. L'indice linéaire de pertes est calculé comme suit :

$$\text{ILP} = (\text{volume mis en distribution} - \text{Volume total facturé}) / (365 * \text{linéaire de canalisation})$$

$$\text{ILP} = \frac{2562266 - 872993}{365 * 36,226} = 127,75 \text{ m}^3 / \text{j} / \text{km}$$

L'indice linéaire des pertes est trop important car pour chaque kilomètre de canalisations 127 m³ sont perdus quotidiennement.

c) Indice linéaire de fuites

Considérant le débit minimum nocturne consommé, le calcul de l'indice linéaire de fuites se calcule comme suit :

$$\text{ILF} (\text{m}^3 / \text{j} / \text{km}) = \frac{Q_{\text{min nocturne}} (\text{m}^3 / \text{h}) * 24 \text{ heures}}{\sum L_i}$$

Avec $\sum L_i$ = linéaire de canalisation

Ce paramètre n'a pas pu être calculé car aucune mesure n'a pu être faite afin de déterminer la consommation minimum nocturne.

V.8 Evaluation des besoins de stockage

C'est la méthode analytique qui a été utilisée afin de déterminer la capacité de stockage actuel. Par cette méthode, le volume de stockage est calculé par la formule :

$$V_{stockage} = p\% Q_{max}^j + V_{inc}$$

Avec: $V_e\%$: volume en excès en %.

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

$V_{incendie} = 120\text{m}^3$ (réserve d'incendie).

$V_{stockage}$: Volume d'eau à stocker.

Tableau V.13-Evaluation des besoins en stockage

Heure	Consommation d'eau	Refoulement d'eau	Arrivée d'eau au réservoir	Départ d'eau dans le réservoir	Reste dans le réservoir
	%	%	%	%	%
0-1	3,0	4,17	1,17		-0,01
1-2	3,2	4,17	0,97		0,96
2-3	2,5	4,17	1,67		2,63
3-4	2,6	4,17	1,57		4,2
4-5	3,5	4,17	0,67		4,87
5-6	4,1	4,17	0,07		4,94
6-7	4,5	4,17		0,33	4,61
7-8	4,9	4,17		0,73	3,88
8-9	4,9	4,17		0,73	3,15
9-10	5,6	4,17		1,43	1,72
10-11	4,9	4,17		0,73	0,99
11-12	4,7	4,17		0,53	0,46
12-13	4,4	4,17		0,23	0,23
13-14	4,1	4,17	0,07		0,3
14-15	4,1	4,17	0,07		0,37
15-16	4,4	4,17		0,23	0,14
16-17	4,3	4,16		0,14	0,00
17-18	4,1	4,16	0,06		0,06
18-19	4,5	4,16		0,34	-0,28
19-20	4,5	4,16		0,34	-0,62
20-21	4,5	4,16		0,34	-0,96
21-22	4,8	4,16		0,64	-1,6
22-23	4,6	4,16		0,44	-2,04
23-24	3,3	4,16	0,86		-1,18
somme	100,00	100,00			

Besoins actuels (2008)

On a: $Q_{journalier}^{moy} = 2649638.53m^3 / an = 7259.28m^3 / an$.

On a aussi : $Q_{max}^j = 7259.28 * 1.3 = 9437.06m^3 / j$

$$V_s = \frac{|4,94| + |-2,04|}{100} * 9437,06 + 120 \approx 779m^3$$

Besoins prévisionnels (2030)

On a: $Q_{moy}^j = 4491799,5m^3 / an = 12306,3m^3 / j$

On a aussi: $Q_{max}^j = 12306,3 * 1,3 = 15998,19m^3 / j$

$$V_s = \frac{|4,94| + |-2,04|}{100} 15998,19 + 120 \approx 1236m^3$$

Nous remarquons que les capacités de stockage existantes suffiront largement pour répondre aux besoins actuels et prévisionnels de la commune de FOUKA.

V.9) Réhabilitation du réseau

Le diagnostic du réseau de la commune de FOUKA a permis de constater que ce dernier était mal dimensionné, afin que le présent réseau présente un meilleur fonctionnement, c'est-à-dire des vitesses admissibles et des pressions suffisantes des modifications ont été faite dessus, tels que les changement de diamètres de certains tronçon ou la vitesse était trop élevée ou très faible, la suppression de réservoirs qui casse la charge alors que la pression est insuffisante...etc.

Les changements ayant été fait sont mentionnés ci-dessous :

Tableau V.14-Tronçons ajoutés

Tronçon	Diamètre (mm)	Longueur(m)
8-1	200	583
10-12	180	349
5-13	100	340
13-20	250	221
R7-48	400	2042

NB : R7 représente le réservoir de HAI BILLAL de $2*2500m^3$.

Tableau V.15-Tronçons refaits

Tronçon	Longueur(m)	Ancien diamètre (mm)	Nouveau diamètre (mm)
8-9	461	300	100
7-8	387	300	100
9-10	314	100	180
23-36	219	100	50
17-42	135	150	300
44-48	852	250	400
52-53	506	150	60
58-59	578	160	60
R2-R1	40	300	90
R10-44	64	300	450
41_42	193	300	100
40_41	187	300	100
6_12	450	150	45
16_15	160	200	100
16_17	180	300	100
4_7	197	300	80
5_6	203	80	50
12_13	184	110	150
26_15	83	200	100
34_35	265	90	40
56_57	518	125	90
49-50	185	90	50
49-61	30	250	150
3_4	494	300	150

De plus des réservoirs ont été déconnectés du réseau car ils brisent la charge ou la pression est insuffisante tels que le R3, R4, et le R8.

NB : R3 et R4 sont les réservoirs sud jumelés de mêmes capacités (2*500) m³

R8 est le réservoir de la route du cimetière (500) m³.

Le fait d'avoir déconnecté ces réservoirs n'a pas eu de répercussions sur la capacité de stockage, car après soustraction des volumes des réservoirs supprimés de la capacité de stockage existante un volume de 3225m³ a été obtenu et qui dépasse les besoins de stockage de la commune actuels qui sont de 779m³ et prévisionnels qui sont de 1236 m³.

Afin de réduire la vitesse d'écoulement dans certains tronçons, des vannes de sectionnement on été placés sur le réseau, leurs caractéristiques sont les suivantes :

V₂₇₋₃₁ : a été placée sur le tronçon 27-31

Diamètre : D₂₇₋₃₁=100mm

Coefficient de perte de charge : 400

V₂₂₋₂₃ : a été placée sur le tronçon 22-23

Diamètre : D₂₂₋₂₃=150mm

Coefficient de perte de charge : 700

Des surpressions ont été détectées sur le réseau afin de les réduire, deux réducteurs de pression on été placés afin que celles-ci soient admissibles, leurs caractéristiques sont les suivantes :

Rp₁₂₋₁₃ : a été place sur le tronçon 12-13

Diamètre : $D_{13-20}=150\text{mm}$

Coefficient de perte de charge : 1250

Rp₂₄₋₂₅ : a été placée sur le tronçon 24-25

Diamètre : $D_{24-25}=200\text{mm}$

Coefficient de perte de charge : 900

Rp₂₅₋₂₆ : a été placé sur le tronçon 25-26

Diamètre : $D_{25-26}=200\text{mm}$

Coefficient de perte de charge : 1200

Les résultats sont obtenus dans les tableaux ci-dessous :

Cas de pointe :

Tableau V.16-Etat des nœuds du réseau

Nœud	Demande (l/s)	Charge (m.c.e)	Pression (m.c.e)	Observation
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Noeud 1	19,43	157,71	31,01	Bonne
Noeud 2	1,66	157,36	32,06	Bonne
Noeud 3	4,70	164,00	39,39	Bonne
Noeud 4	2,10	162,68	37,17	Bonne
Noeud 5	1,20	160,32	35,32	Bonne
Noeud 6	2,01	160,17	35,47	Bonne
Noeud 7	1,88	161,24	35,02	Bonne
Noeud 8	2,11	160,37	34,67	Bonne
Noeud 9	2,30	163,93	37,23	Bonne
Noeud 10	1,13	161,92	46,27	Bonne
Noeud 11	2,20	164,08	39,59	Bonne
Noeud 12	2,76	159,87	56,87	Bonne
Noeud 13	0,89	117,73	34,83	Bonne
Noeud 14	1,87	147,93	59,87	Bonne
Noeud 15	1,65	157,88	52,38	Bonne
Noeud 16	1,18	160,72	48,86	Bonne
Noeud 17	1,88	164,69	50,09	Bonne
Noeud 18	1,28	142,73	58,23	Bonne
Noeud 19	1,64	129,78	58,63	Bonne
Noeud 20	2,03	116,98	60,48	Bonne
Noeud 21	1,85	40,75	10,25	Faible
Noeud 22	1,04	40,24	3,98	Faible
Noeud 23	1,59	97,84	50,57	Bonne
Noeud 24	2,09	100,08	29,94	Bonne
Noeud 25	1,80	146,01	51,94	Bonne
Noeud 26	1,11	157,28	52,28	Bonne
Noeud 27	1,37	40,32	13,32	Bonne
Noeud 28	1,20	38,19	24,81	Bonne
Noeud 29	0,92	37,65	24,56	Bonne
Noeud 30	1,04	37,22	25,40	Bonne
Noeud 31	1,44	36,82	11,64	Bonne

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Noeud 32	1,41	36,62	14,33	Bonne
Noeud 33	1,37	36,54	24,11	Bonne
Noeud 34	1,50	36,20	23,70	Bonne
Noeud 35	1,04	29,46	14,96	Bonne
Noeud 36	1,66	98,42	47,72	Bonne
Noeud 37	1,59	99,42	17,42	Bonne
Noeud 38	1,81	99,71	17,71	Bonne
Noeud 39	1,75	149,15	38,85	Bonne
Noeud 40	1,02	158,15	46,48	Bonne
Noeud 41	1,25	161,11	44,23	Bonne
Noeud 42	2,51	165,00	48,64	Bonne
Noeud 43	3,45	171,25	38,11	Bonne
Noeud 44	1,73	172,64	30,64	Bonne
Noeud 45	3,26	172,54	27,54	Bonne
Noeud 46	7,17	172,24	26,24	Bonne
Noeud 47	5,81	204,65	44,65	Bonne
Noeud 48	4,41	194,48	15,48	Bonne
Noeud 49	1,32	194,43	10,43	Admissible
Noeud 50	0,89	193,28	14,28	Bonne
Noeud 51	2,92	193,55	18,55	Bonne
Noeud 52	2,59	193,28	20,28	Bonne
Noeud 53	1,48	190,03	39,25	Bonne
Noeud 54	4,45	178,09	30,44	Bonne
Noeud 55	2,73	174,95	32,23	Bonne
Noeud 56	2,19	188,64	13,59	Bonne
Noeud 57	1,51	188,18	20,38	Bonne
Noeud 58	2,21	186,75	18,75	Bonne
Noeud 59	1,62	182,36	24,49	Bonne
Noeud 60	8,93	186,56	21,71	Bonne
Noeud 61	1,97	194,37	13,37	bonne

Tableau V.17-Etat des tuyaux du réseau

ID tuyau	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	PCU (m/km)	Observation sur la vitesse
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Tuyau 2	150	10,73	0,61	2,67	Bonne
Tuyau 3	80	3,42	0,68	7,32	Bonne
Tuyau 4	80	5,20	1,04	15,88	Bonne
Tuyau 5	50	0,56	0,29	0,74	Bonne
Tuyau 6	50	-1,01	0,52	7,89	Bonne
Tuyau 8	100	-6,46	0,82	7,73	Bonne
Tuyau 9	180	27,75	1,09	6,39	Bonne
Tuyau 10	300	-36,51	0,52	0,84	Bonne
Tuyau 11	110	11,08	1,17	13,36	Bonne
Tuyau 14	100	-9,92	1,26	17,74	Bonne
Tuyau 16	300	49,78	0,70	1,51	Bonne
Tuyau 17	150	50,22	2,84	47,56	Bonne
Tuyau 18	50	-2,08	1,06	28,20	Bonne
Tuyau 20	150	49,15	2,78	45,14	Bonne
Tuyau 21	150	47,51	2,69	41,96	Bonne
Tuyau 22	150	32,31	1,83	154,01	Bonne
Tuyau 28	100	-6,19	0,79	7,28	Bonne
Tuyau 30	100	6,66	0,85	8,35	Bonne
Tuyau 31	100	5,46	0,70	5,74	Bonne
Tuyau 32	100	4,54	0,58	4,06	Bonne
Tuyau 33	100	3,50	0,45	2,50	Bonne
Tuyau 35	150	5,32	0,30	0,73	Bonne
Tuyau 36	150	3,91	0,22	0,41	Bonne
Tuyau 37	100	2,54	0,32	1,38	Bonne
Tuyau 38	40	1,04	0,83	25,41	Bonne
Tuyau 39	40	-0,31	0,24	2,68	Bonne
Tuyau 40	80	-1,97	0,39	2,60	Bonne
Tuyau 41	110	-3,56	0,37	1,60	Bonne
Tuyau 42	150	-5,37	0,30	0,74	Bonne
Tuyau 44	100	-8,32	1,06	12,68	Bonne
Tuyau 45	100	-9,34	1,19	15,83	Bonne
Tuyau 46	100	-10,59	1,35	20,15	Bonne
Tuyau 47	300	62,77	0,89	2,35	Bonne
Tuyau 48	250	-75,87	1,55	8,48	Bonne
Tuyau 49	250	-54,80	1,12	4,53	Bonne
Tuyau 50	250	14,86	0,30	0,39	Bonne
Tuyau 51	250	11,60	0,24	0,25	Bonne
Tuyau 52	300	132,12	1,87	9,81	Bonne
Tuyau 53	400	459,39	3,66	25,62	Bonne
Tuyau 54	250	11,17	0,23	0,23	Bonne
Tuyau 55	50	0,89	0,45	6,20	Bonne

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Tuyau 56	150	8,96	0,51	1,91	Bonne
Tuyau 57	150	6,99	0,40	1,20	Bonne
Tuyau 58	150	4,07	0,23	0,45	Bonne
Tuyau 59	60	1,48	0,52	6,42	Bonne
Tuyau 60	150	-24,51	1,39	12,90	Bonne
Tuyau 61	90	2,73	0,43	2,65	Bonne
Tuyau 62	150	-31,69	1,79	21,18	Bonne
Tuyau 63	90	1,51	0,24	0,90	Bonne
Tuyau 64	150	19,10	1,08	8,00	Bonne
Tuyau 65	60	1,62	0,57	7,59	Bonne
Tuyau 67	450	387,99	2,44	10,07	Bonne
Tuyau 68	300	-198,53	2,81	21,67	Bonne
Tuyau 69	300	137,93	1,95	10,66	Bonne
Tuyau 70	150	22,80	1,29	11,22	Bonne
Tuyau 71	150	21,52	1,22	10,05	Bonne
Tuyau 72	90	12,00	1,89	44,00	Bonne
Tuyau 74	300	63,27	0,90	2,38	Bonne
Tuyau 75	300	227,80	3,22	28,36	Elevée
Tuyau 76	300	-202,97	2,87	22,63	Bonne
Tuyau 79	350	-40,59	0,42	0,48	Bonne
Tuyau 80	160	16,21	0,81	4,23	Bonne
Tuyau 81	300	15,43	0,22	0,17	Bonne
Tuyau 82	102	1,66	0,20	0,58	Bonne
Tuyau 1	160	25,18	1,25	9,79	Bonne
Tuyau 85	180	-26,62	1,05	5,89	Bonne
Tuyau 86	400	342,85	2,73	14,45	Bonne
Tuyau 78	150	21,35	1,21	9,89	Bonne
Tuyau 87	100	-4,88	0,62	4,56	Bonne
Tuyau 7	80	0,53	0,27	2,25	Bonne
Tuyau 29	150	-11,29	0,64	2,95	Bonne
Tuyau 23	150	19,17	1,08	7,49	Bonne
Tuyau 15	100	-11,10	1,41	22,03	Bonne
Tuyau 19	150	-50,43	2,85	47,69	Bonne
Tuyau 97	150	-23,74	1,34	12,13	Bonne
Tuyau 102	150	-19,60	1,11	8,40	Bonne
Tuyau 103	200	-31,20	0,99	4,77	Bonne
Tuyau 104	200	-31,20	0,99	4,77	Bonne
Tuyau 106	200	13,40	0,43	0,97	Bonne
Tuyau 107	200	13,40	0,43	0,97	Bonne
Tuyau 112	50	-0,44	0,22	0,67	Bonne
Tuyau 120	45	3,44	2,17	125,27	Bonne
Tuyau 121	150	-15,72	0,89	4,24	Bonne
Tuyau 122	150	-15,72	0,89	4,24	Bonne
Tuyau 12	150	-13,16	0,74	4,97	Bonne

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Tuyau 24	150	-22,46	1,27	57,60	Bonne
Tuyau 34	100	-3,26	0,41	3,50	Bonne
Tuyau 105	200	-31,20	0,99	45,22	Bonne
Tuyau 108	200	13,40	0,43	11,13	Bonne
Tuyau 123	150	-15,72	0,89	41,36	Bonne

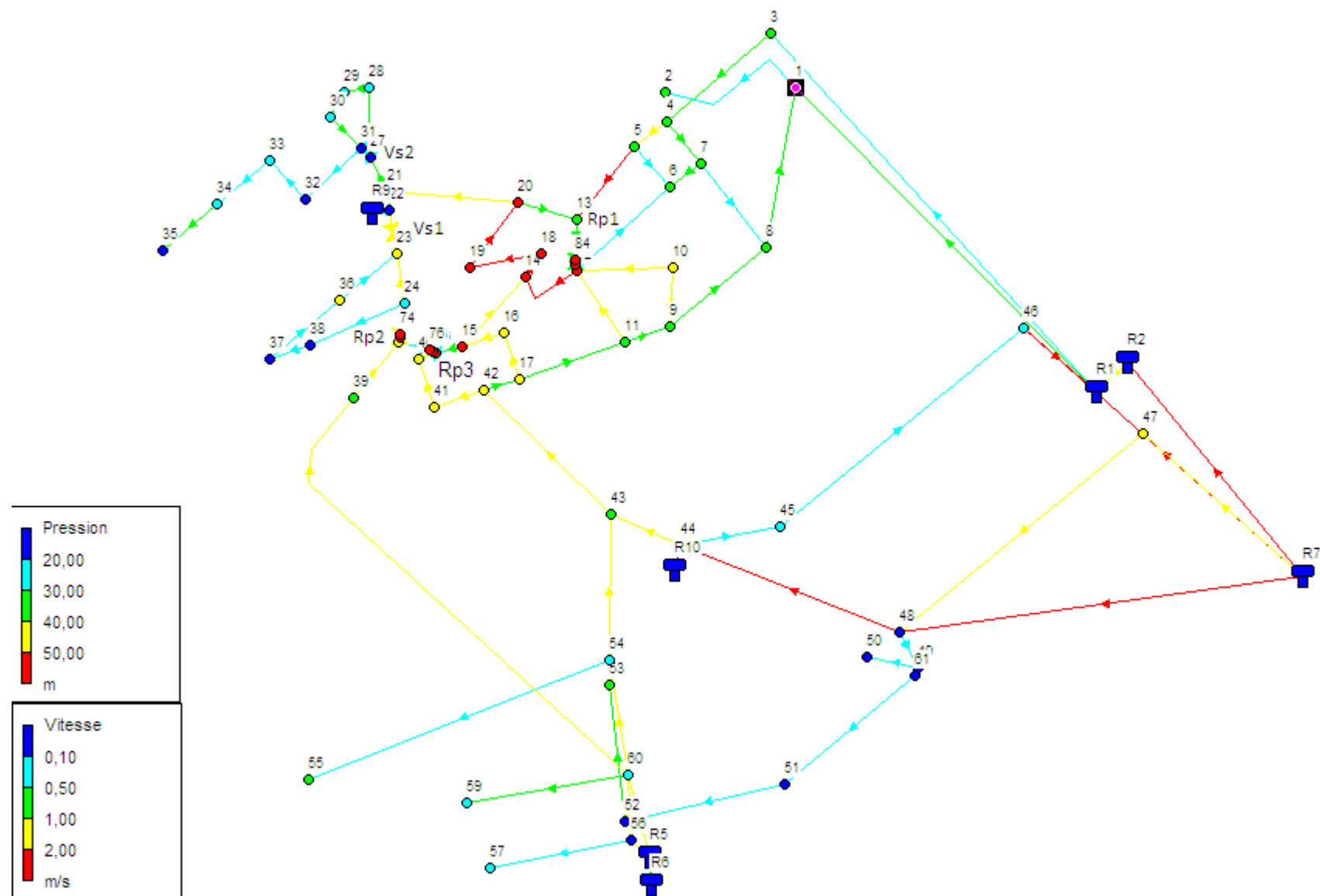


Figure (V.3) : Visualisation du fonctionnement du réseau réhabilité pour le cas de pointe

Cas de pointe +incendie**Tableau V.18-Etat des nœuds du réseau**

Nœud	Demande (l/s)	Charge (m.c.e)	Pression (m.c.e)	observation
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Noeud 1	20,00	156,97	30,27	Bonne
Noeud 2	1,87	156,54	31,24	Bonne
Noeud 3	5,30	163,94	39,33	Bonne
Noeud 4	2,36	162,38	36,87	Bonne
Noeud 5	1,34	159,74	34,74	Bonne
Noeud 6	2,26	159,20	34,50	Bonne
Noeud 7	2,11	160,57	34,35	Bonne
Noeud 8	2,38	159,46	33,76	Bonne
Noeud 9	2,58	163,07	36,37	Bonne
Noeud 10	1,26	160,95	45,30	Bonne
Noeud 11	2,47	163,23	38,74	Bonne
Noeud 12	3,11	158,79	55,79	Bonne
Noeud 13	0,99	116,35	33,45	Bonne
Noeud 14	2,10	146,60	58,54	Bonne
Noeud 15	1,85	156,46	50,96	Bonne
Noeud 16	1,32	159,53	47,67	Bonne
Noeud 17	2,11	163,88	49,28	Bonne
Noeud 18	1,44	141,35	56,85	Bonne
Noeud 19	1,84	128,34	57,19	Bonne
Noeud 20	2,28	115,61	59,11	Bonne
Noeud 21	2,08	40,65	10,15	Admissible
Noeud 22	1,16	40,24	3,98	Faible
Noeud 23	1,78	94,55	47,28	Bonne
Noeud 24	2,35	96,73	26,59	Bonne
Noeud 25	2,02	143,93	49,86	Bonne
Noeud 26	1,24	155,81	50,81	Bonne
Noeud 27	1,54	40,12	13,12	Bonne
Noeud 28	1,34	37,44	24,06	Bonne
Noeud 29	1,02	36,76	23,67	Bonne
Noeud 30	1,16	36,23	24,41	Bonne
Noeud 31	1,61	35,72	10,54	Admissible
Noeud 32	1,59	35,47	13,18	Bonne
Noeud 33	1,51	35,37	22,94	Bonne
Noeud 34	1,76	34,92	22,42	Bonne
Noeud 35	1,16	26,65	12,15	Bonne
Noeud 36	1,87	94,84	44,14	Bonne
Noeud 37	1,79	95,95	13,95	Bonne
Noeud 38	2,03	96,28	14,28	Bonne

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Noeud 39	1,97	147,16	36,86	Bonne
Noeud 40	1,14	156,74	45,07	Bonne
Noeud 41	1,40	159,94	43,06	Bonne
Noeud 42	2,83	164,22	47,86	Bonne
Noeud 43	3,89	171,01	37,87	Bonne
Noeud 44	1,94	172,62	30,62	Bonne
Noeud 45	3,67	172,51	27,51	Bonne
Noeud 46	8,10	172,20	26,20	Bonne
Noeud 47	6,55	204,49	44,49	Bonne
Noeud 48	4,97	194,34	15,34	Bonne
Noeud 49	1,48	194,28	10,28	Admissible
Noeud 50	1,00	192,85	13,85	Bonne
Noeud 51	3,29	193,18	18,18	Bonne
Noeud 52	2,91	192,85	19,85	Bonne
Noeud 53	1,67	188,78	38,00	Bonne
Noeud 54	5,02	177,57	29,92	Bonne
Noeud 55	3,08	173,64	30,92	Bonne
Noeud 56	2,74	188,48	13,43	Bonne
Noeud 57	1,69	187,91	20,11	Bonne
Noeud 58	2,49	186,51	18,51	Bonne
Noeud 59	1,82	181,05	23,18	Bonne
Noeud 60	10,28	186,25	21,40	Bonne
Noeud 61	2,22	194,21	13,21	Bonne

Tableau V.18-Etat des tuyaux du réseau

ID tuyau	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse(m/s)	PCU (m/km)	Observation sur la vitesse
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Tuyau 2	150	11,73	0,66	3,16	Bonne
Tuyau 3	80	3,86	0,77	9,18	Bonne
Tuyau 4	80	5,51	1,10	17,70	Bonne
Tuyau 5	50	0,70	0,36	2,68	Bonne
Tuyau 6	50	-1,15	0,59	10,10	Bonne
Tuyau 8	100	-6,50	0,83	7,83	Bonne
Tuyau 9	180	28,56	1,12	6,76	Bonne
Tuyau 10	300	-37,64	0,53	0,89	Bonne
Tuyau 11	110	11,38	1,20	14,08	Bonne
Tuyau 14	100	-10,33	1,32	19,18	Bonne
Tuyau 16	300	51,50	0,73	1,61	Bonne
Tuyau 17	150	50,68	2,87	48,55	Bonne
Tuyau 18	50	-2,07	1,05	27,91	Bonne
Tuyau 20	150	49,21	2,78	45,32	Bonne
Tuyau 21	150	47,37	2,68	41,75	Bonne
Tuyau 22	150	32,05	1,81	151,45	Bonne
Tuyau 28	100	-6,41	0,82	7,77	Bonne
Tuyau 30	100	7,50	0,96	10,45	Bonne
Tuyau 31	100	6,16	0,78	7,20	Bonne
Tuyau 32	100	5,14	0,65	5,12	Bonne
Tuyau 33	100	3,98	0,51	3,17	Bonne
Tuyau 35	150	6,02	0,34	0,91	Bonne
Tuyau 36	150	4,43	0,25	0,52	Bonne
Tuyau 37	100	2,92	0,37	1,78	Bonne
Tuyau 38	40	1,16	0,92	31,24	Bonne
Tuyau 39	40	-0,21	0,27	1,35	Bonne
Tuyau 40	80	-2,08	0,41	2,88	Bonne
Tuyau 41	110	-3,87	0,41	1,87	Admissible
Tuyau 42	150	-5,90	0,33	0,88	Bonne
Tuyau 44	100	-8,59	1,09	13,47	Bonne
Tuyau 45	100	-9,73	1,24	17,11	Bonne
Tuyau 46	100	-11,13	1,42	22,17	Bonne
Tuyau 47	300	65,26	0,92	2,53	Bonne
Tuyau 48	250	-79,21	1,61	9,22	Bonne
Tuyau 49	250	-59,12	1,20	5,24	Bonne
Tuyau 50	250	15,55	0,32	0,42	Bonne
Tuyau 51	250	11,88	0,24	0,26	Bonne
Tuyau 52	300	131,97	1,87	9,79	Bonne
Tuyau 53	400	458,11	3,65	25,48	Elevée
Tuyau 54	250	12,57	0,26	0,29	Bonne
Tuyau 55	50	1,00	0,51	7,70	Bonne
Tuyau 56	150	10,09	0,57	2,39	Faible

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Tuyau 57	150	7,87	0,45	1,50	Bonne
Tuyau 58	150	4,58	0,26	0,55	Bonne
Tuyau 59	60	1,67	0,59	8,04	Bonne
Tuyau 60	150	-23,99	1,36	12,38	Bonne
Tuyau 61	90	3,08	0,48	3,32	Bonne
Tuyau 62	150	-32,09	1,82	21,70	Bonne
Tuyau 63	90	1,69	0,27	1,10	Bonne
Tuyau 64	150	19,82	1,12	8,58	Bonne
Tuyau 65	60	1,82	0,64	9,44	Bonne
Tuyau 67	450	381,50	2,40	9,74	Bonne
Tuyau 68	300	-198,62	2,81	21,69	Bonne
Tuyau 69	300	138,52	1,96	10,75	Bonne
Tuyau 70	150	24,25	1,37	12,64	Bonne
Tuyau 71	150	22,55	1,28	10,99	Bonne
Tuyau 72	90	12,00	1,89	44,00	Bonne
Tuyau 74	300	63,27	0,90	2,38	Bonne
Tuyau 75	300	227,80	3,22	28,36	Elevée
Tuyau 76	300	-202,40	2,86	22,51	Bonne
Tuyau 79	350	-37,93	0,39	0,42	Bonne
Tuyau 80	160	17,15	0,85	4,71	Bonne
Tuyau 81	300	17,03	0,24	0,20	Bonne
Tuyau 82	102	1,87	0,23	0,72	Bonne
Tuyau 1	160	26,17	1,30	10,54	Bonne
Tuyau 85	180	-27,30	1,07	6,19	Bonne
Tuyau 86	400	343,68	2,73	14,52	Bonne
Tuyau 78	150	21,86	1,24	10,35	Bonne
Tuyau 87	100	-4,72	0,60	4,28	Bonne
Tuyau 7	80	0,60	0,30	2,87	Bonne
Tuyau 29	150	-12,69	0,72	3,67	Bonne
Tuyau 23	150	17,28	0,98	6,03	Bonne
Tuyau 15	100	-11,65	1,48	24,19	Bonne
Tuyau 19	150	-50,65	2,87	48,20	Bonne
Tuyau 97	150	-23,38	1,32	11,77	Bonne
Tuyau 102	150	-19,89	1,13	8,64	Bonne
Tuyau 103	200	-31,63	1,01	4,89	Bonne
Tuyau 104	200	-31,63	1,01	4,89	Bonne
Tuyau 106	200	13,76	0,44	1,02	Bonne
Tuyau 107	200	13,76	0,44	1,02	Bonne
Tuyau 112	50	-0,41	0,21	0,91	Bonne
Tuyau 120	45	3,47	2,18	127,62	Bonne
Tuyau 121	150	-15,51	0,88	4,27	Bonne
Tuyau 122	150	-15,51	0,88	4,27	Bonne
Tuyau 12	150	-13,04	0,74	4,96	Bonne
Tuyau 24	150	-21,81	1,23	54,31	Bonne

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Tuyau 34	100	-3,65	0,46	4,40	Bonne
Tuyau 105	200	-31,63	1,01	46,47	Bonne
Tuyau 108	200	13,76	0,44	11,73	Bonne
Tuyau 123	150	-15,51	0,88	41,65	Bonne

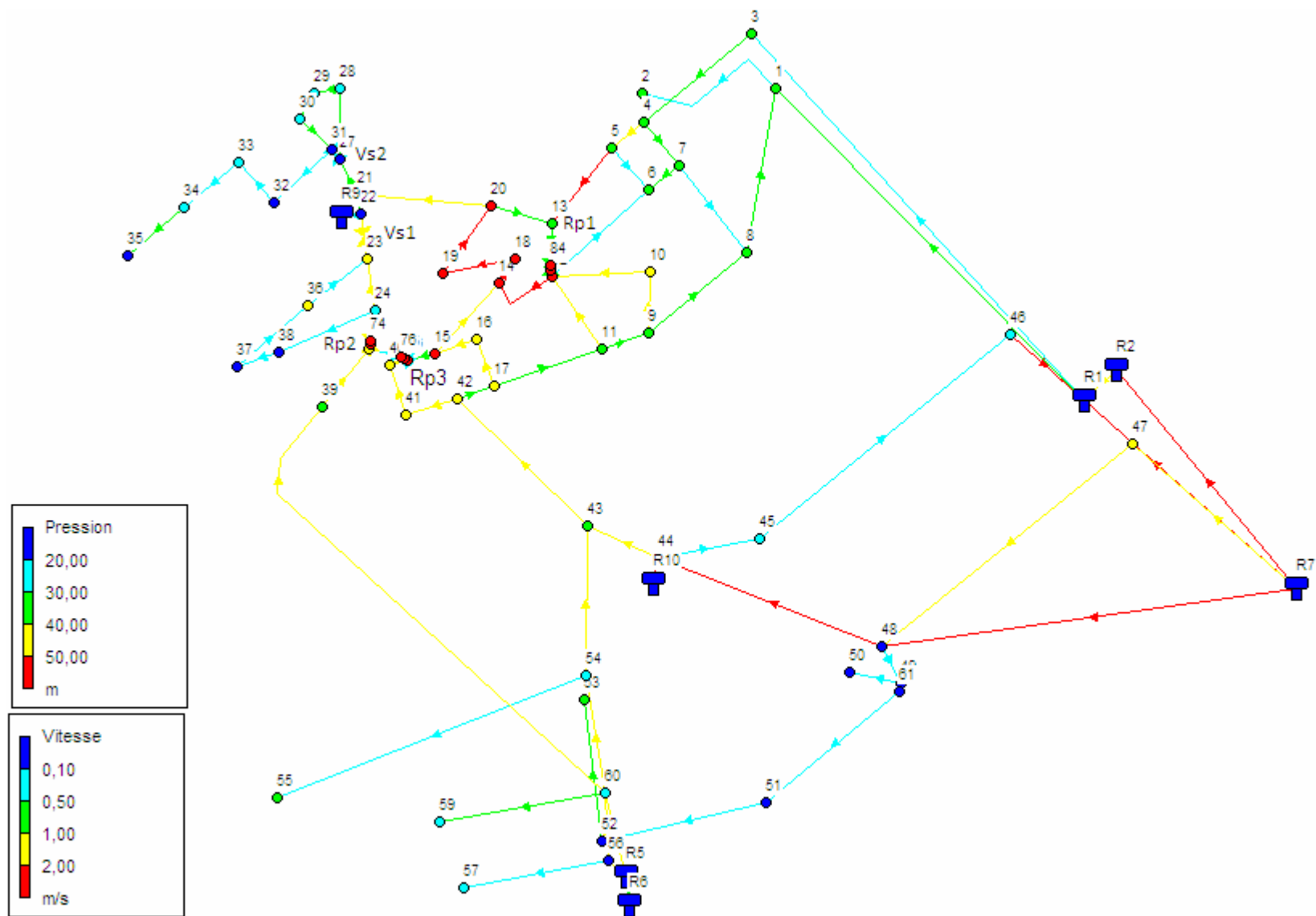


Figure (V.4) : Visualisation du fonctionnement du réseau réhabilité pour le cas de pointe+incendie

V.10) conclusion

Après une étude approfondie du réseau actuel de la ville de FOUKA, des constatations ont été faites :

Physiquement le réseau est en bon état, mais il est recommandé de changer le matériau des conduites en amiante ciment.

Hydrauliquement le réseau connaît à des endroits des dépressions et à d'autres des surpressions, des vitesses beaucoup trop élevées et d'autres très faibles, il est aussi caractérisé un rendement primaire faible et un indice linéaire de pertes important, donc il ne fonctionne pas de façon convenable.

Vu que le réseau de la ville de FOUKA ne fonctionne pas convenablement il a été jugé qu'une réhabilitation était nécessaire à ce dernier.

Nous avons procédé à la réhabilitation en changeant des diamètres qui étaient souvent trop important ou pas assez grands, en rajoutant des tronçons créant de nouvelles mailles, en intégrant des vannes de sectionnement et des réducteurs de pression.

Après que la réhabilitation ait été faite un bon fonctionnement du réseau a été remarqué, et cela s'est traduit par l'apparition de bonnes pressions aux nœuds et de très bonnes vitesses d'écoulement.

CHAPITRE VI
GESTION DU RESEAU EN TEMPS DE
CRISE

VI.1) Gestion de la ressource en eau

L'eau est une ressource naturelle autour de laquelle des enjeux de plus en plus grands se développent à travers le monde. Son inégale répartition dans le temps et l'espace induit des crises liées soit au manque ou soit à son excès. Les diverses sollicitations et pressions sur les ressources en eau conduisent à sa pollution et réduisent sa disponibilité face à une demande de plus en plus forte. Une bonne gestion des ressources en eau, une gestion planifiée, rationnelle et concertée permettront de prévenir les crises liées à cet or bleu et conduire un développement soutenu et durable.⁹

La gestion de la ressource en eau doit se faire tant d'un point de vue qualitatif (lutter contre la pollution) que quantitatif (préserver la ressource en eau : trouver d'autres alternatives, dessalement, et réutilisation des eaux usées), qui est une participation de l'être humain au cycle de l'eau.

VI.1.1) Gestion qualitative de la ressource en eau

La qualité de l'eau est l'appréciation, basée sur ses compositions physicochimique et bactériologique, de sa capacité à satisfaire certains usages comme l'alimentation en eau potable, les besoins de salubrité publique ... nécessaires à la préservation de la santé des populations. Elle s'évalue au regard des textes réglementaires et normes en vigueur, qui imposent pour chaque usage une qualité minimale bien précisée.

La qualité globale des eaux de surface dépend du niveau des quatre principaux types de pollution : taux de matières oxydables, d'ammonium, de nitrates et de phosphore. Plus ces taux sont élevés, moins la qualité des eaux superficielles est bonne. Il faut également prendre en compte la qualité bactériologique de l'eau qui est le résultat de la quantité des micro-organismes (telles les bactéries, les virus et les parasites) présents dans l'eau. Ce critère de qualité est important notamment pour les eaux de baignade. L'eutrophisation est également un facteur de dégradation des eaux de surface. Ce phénomène se traduit par des développements excessifs de végétaux aquatiques. Ces végétaux constituent un apport de matières organiques important et parfois gênant. L'eutrophisation trouve son origine dans les nutriments (phosphore et azote) associés à d'autres facteurs, comme le fort éclaircissement de la rivière, des vitesses de débits d'eau faibles, un réchauffement sensible, etc. Enfin, il est nécessaire de prendre en compte la qualité hydro biologique des milieux dans leur ensemble (qualité des habitats, etc.).

Les eaux souterraines (nappes phréatiques, aquifères karstiques et nappes profondes) sont affectées principalement par la pollution des nitrates et par les pesticides qui peuvent dégrader la qualité des nappes, notamment lors d'épisodes pluvieux importants.

La potabilité de l'eau dépend fortement de tous ces éléments.

Afin d'obtenir une eau de qualité maximale, il convient de limiter les pollutions par le développement des usages respectueux de l'environnement et de préserver les milieux aquatiques.

VI.1.2) Gestion quantitative de la ressource en eau

Tous les pays du monde même ceux considéré comme des pays à la ressource en eau confortable, ne sont pas à l'abri de problèmes de gestion car les usages de l'eau sont de plus en plus nombreux, et souvent concurrents. En particulier, l'irrigation représente un usage source de multiples tensions du fait de la pression très importante qu'elle exerce à une période où les ressources en eau sont limitées. Une réponse à la pression exercée sur la ressource en eau, en termes quantitatifs, est la création de ressources supplémentaires (barrage, exploitation de nappes plus profondes). Une telle

⁹ [Gestion Intégrée des Ressources en Eau(GIRE) _ La Voie du Développement Durable].

réponse n'est pas sans danger à long-terme (impact négatif sur les écosystèmes, compromission du patrimoine pour les générations futures) et ne prend pas en charge les autres impacts négatifs des activités productives agricoles sur l'environnement (et en particulier sur la qualité des eaux). Dans un but de durabilité écologique de la ressource en termes de qualité et de quantité, il est donc indispensable d'envisager des solutions visant à diminuer la demande en eau par l'agriculture, tout en tenant compte de la viabilité économique des exploitations agricoles et du territoire dans son ensemble, ainsi que de l'équité sociale.

VI.2) Gestion de la demande

La croissance démographique, l'urbanisation et les progrès réalisés en termes d'industrialisation se combinent pour créer une demande en eau toujours plus importante. Les écosystèmes, milieux producteurs et régénérateurs de cette ressource sont de plus en plus menacés, pollués et détruits.⁹

La gestion de la demande en eau, qui englobe un vaste éventail de mesures et pratiques, correspond essentiellement aux solutions qui réduisent les pressions sur l'approvisionnement existant. Il peut s'agir d'instruments économiques, de réformes institutionnelles, voire d'activités de sensibilisation. Equilibrer la ressource et la demande en eau, a pris une grande importance pour les régions méditerranéennes pour faire face aux pénuries d'eau qui sont inévitables au rythme du développement actuel du monde.

VI.3) Sectorisation des réseaux d'alimentation en eau potable

La sectorisation d'un réseau consiste à le décomposer en plusieurs sous réseaux ou secteurs cohérents et homogènes pour lesquels les volumes mis en distribution sont connus. La sectorisation permet de mieux gérer les réseaux, en contrôlant les volumes distribués pour chaque secteur et leur évolution.

Il existe trois niveaux de sectorisation :

1^{er} niveau : il permet un suivi annuel des volumes mis en distribution.

2^{ème} niveau : ce niveau permet une quantification des résultats de campagnes de recherches de fuites, un suivi permanent des volumes mis en distribution et les débits nocturnes, mise en évidence de l'apparition de nouvelles fuites.

3^{ème} niveau : aide à la prélocalisation des fuites par manœuvre des vannes et observation de la variation de débit.

Pour notre cas uniquement le 1^{er} niveau de sectorisation sera adopté car il est simple et ne nécessite pas d'étude particulière, de plus seulement les volumes mis en distribution par secteur nous intéressent afin que toute la ville soit équitablement alimentée tout le long de la journée.

VI .4) Sectorisation du réseau de la commune de FOUKA

Le réseau de la commune de FOUKA sera décomposé en trois secteurs, en plaçant des vannes séparant ces derniers.

Mais un plan de sectorisation n'est jamais définitif, le recul et une meilleure connaissance du réseau avec le temps sont les meilleurs moyens d'arriver à avoir des secteurs bien homogènes et cohérents.

⁹[Gestion Intégrée des Ressources en Eau(GIRE) _ La Voie du Développement Durable].

Plan de sectorisation

Comme il a été dit auparavant le réseau de la commune de FOUKA a été décomposé en trois secteurs, le plan de sectorisation est comme suit :

Tableau VI.1-Plan de sectorisation de la commune de FOUKA

Secteur	Nœuds alimentés	Linéaire des canalisations pour chaque secteur(m)	Cartiers alimentés
Secteur1	35, 34, 33, 32, 31, 30, 29,28, 27, 21, 22, 23, 24, 25, 36, 37,38, 39, 54, 55, 56, 57, 58,59 ,60.	12240	-Domaine des frères KHAIDAR. - FOUKA marine. -Hai HOUARI BOUMEDIENE. -Domaine HEDLI MOUHAMED.
Secteur2	15, 16, 17, 26, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 61, 51, 52, 53.	14467	-Centre ville de FOUKA. -Cité communale. -HAI ALI AMMARI. -Domaine BOUNAAMA. -Domaine frères BOUFEDJAR.
Secteur3	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13,14, 20, 19, 18.	13054	-Bassin Romain. -HAI SI ALI BOUGUERRA. -150 logt. -Domaine RESSAM. -Domaine MESSEGHEM. -Domaine RAMI AMOKRANE.

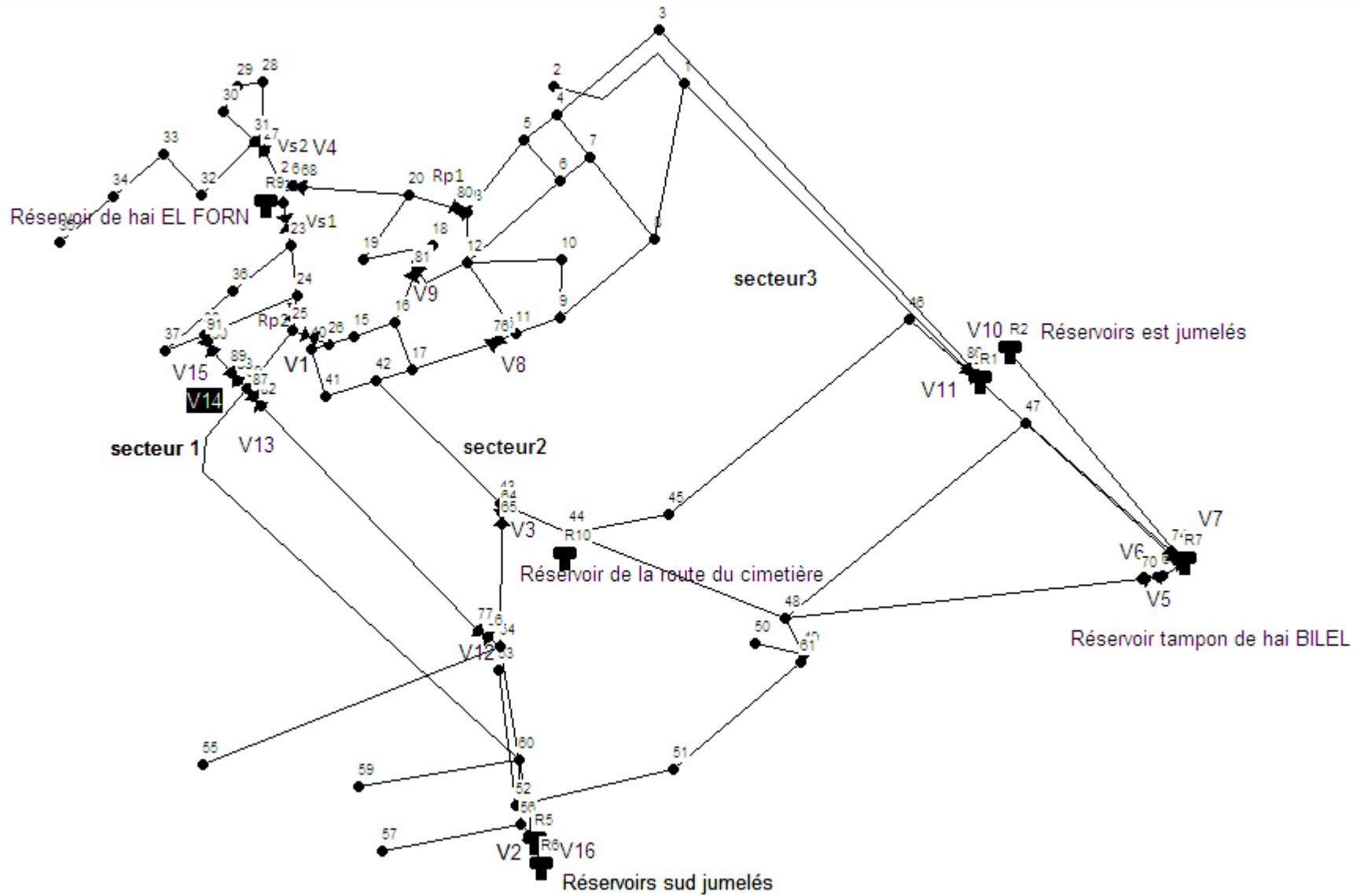
Les différents secteurs du réseau ont été séparés en plaçant 11 vannes un peu partout sur les conduites du réseau, les noms des vannes, leur symbole et leur emplacement sont montrés dans le tableau ci-dessous :

Tableau VI.2-Nom et emplacement des vannes séparant les secteurs

Numéro de la	Symbole	Emplacement (tronçon)
--------------	---------	-----------------------

vanne		
1	V1	25_40
2	V2	R5_56 (Conduite de diamètre 150mm sortant des réservoirs sud jumelés de 2* 500m ³ de capacité, alimentés par le champ de captage de BERBESSA)
3	V3	43_54
4	V4	20_21
5	V5	R7_48 (conduite de diamètre 400mm sortant du réservoir tampon de HAI BILEL à partir du compartiment de FOUKA de 2500m ³ de capacité)
6	V6	R7_47 (conduite de diamètre 300mm sortant du réservoir tampon de HAI BILEL à partir du compartiment de FOUKA de 2500m ³ de capacité)
7	V7	R7_46 (conduite de diamètre 300mm sortant du réservoir tampon de HAI BILEL à partir du compartiment de FOUKA de 2500m ³ de capacité)
8	V8	11_17
9	V9	14_16
10	V10	R1_3 (conduite de diamètre 160mm sortant des deux réservoirs est de 1000+500m ³ de capacité)
11	V11	R1_1 (conduite de diamètre 300mm sortant des deux réservoirs est de 1000+500m ³ de capacité)
12	V12	Placée au début du tronçon 54_39 (n'est ouverte qu'en cas de crise)
13	V13	Placée à la fin du tronçon 54_39 (n'est ouverte qu'en cas de crise)
14	V14	Placée au début du tronçon 39_38 (n'est ouverte qu'en cas de crise)
15	V15	Placée à la fin du tronçon 39_38 (n'est ouverte qu'en cas de crise)
16	V16	Placée à la sortie du réservoir R5 sur la conduite de diamètre 150mm

La manipulation de chaque vanne, permet l'alimentation d'une ou plusieurs cartiers de chaque secteur. Le réseau sectorisé est représenté dans la figure ci-dessous :



Figure(VI.1) Réseau sectorisé

VI.5) Demande exceptionnelle 2008 pour la commune de FOUKA (Ressource insuffisante)

Inévitablement la commune de FOUKA souffrira d'un stress hydrique, et cela lorsque la production d'eau ne satisfera plus la demande en eau ; pour faire face à cette crise une bonne gestion du réseau est nécessaire.

Une bonne gestion d'un réseau d'alimentation en eau potable doit se faire à long terme, c'est-à-dire que la crise doit être prévue.

Pour prévoir la crise pour le cas de la commune de FOUKA nous avons supposé que pour les quelques années à venir la demande en eau augmentera de 33% par rapport à la demande actuelle.

VI.5.1) Calcul des débits

$$Q_{moy}^j_{crise} = Q_{moy}^j + 33\% Q_{moy}^j \quad (VI.1)$$

$$Q_{moy}^j_{crise} = 7259,28 + 33\%(7259,28) = 9654,56m^3 / j.$$

$$Q_{max}^j_{crise} = Q_{moy}^j_{crise} * .K_{max}^j.$$

$$Q_{max}^j_{crise} = 9654,56 * 1.3 = 12550,93m^3 / j.$$

$$Q_{max}^j_{crise} = 12550,93m^3 / j.$$

Avec l'augmentation de la consommation le débit maximal journalier est de : 12550,93m³/j.

La commune de FOUKA est caractérisée par le régime de consommation montré dans la tableau ci-dessous:

Tableau VI.3-Régime de consommation de la commune de FOUKA

Heure	% de consommation	Consommation d'eau
	%	m ³ /h
0-1	3	376,5279
1-2	3,2	401,62976
2-3	2,5	313,77325
3-4	2,6	326,32418
4-5	3,5	439,28255
5-6	4,1	514,58813
6-7	4,5	564,79185
7-8	4,9	614,99557
8-9	4,9	614,99557
9-10	5,6	702,85208
10-11	4,9	614,99557
11-12	4,7	589,89371
12-13	4,4	552,24092
13-14	4,1	514,58813
14-15	4,1	514,58813
15-16	4,4	552,24092
16-17	4,3	539,68999
17-18	4,1	514,58813
18-19	4,5	564,79185
19-20	4,5	564,79185
20-21	4,5	564,79185
21-22	4,8	602,44464
22-23	4,6	577,34278
23-24	3,3	414,18069
somme	100	12550,93

D'après le tableau ci-dessus on remarquera que la demande en eau est importante entre 5h du matin et 23h, donc toute la population doit être alimentée entre ces deux heures de la journée.

La production d'eau de la commune de FOUKA ne permet en cas de crise l'alimentation H24 de cette dernière.

La production journalière d'eau pour la commune de FOUKA est de 7788,31m³/j (tiré du chapitre III), donc celle-ci reste insuffisante face à la demande qui est de : 12550,93m³/j.

Afin de pouvoir alimenter équitablement la commune, avec ce même régime de consommation, celle-ci sera alimenté pendant 13h de la journée et cela en distribuant le volume d'eau produit pour chaque secteur et sur des tranches d'heures de la journée, c'est-à-dire que chaque secteur sera alimenté en eau pendant environ 4h, entre 8h et 22h, avec une interruption d'alimentation entre 16h et 17h.

Tableau VI.4-Répartition des débits pour chaque secteur

Heure	% de consommation	Consommation d'eau	Consommation pour chaque tranche de temps	Secteur à alimenter
	%	m3/h	m ³	/
0-1	3	376,5279		
1-2	3,2	401,62976		
2-3	2,5	313,77325		
3-4	2,6	326,32418		
4-5	3,5	439,28255		
5-6	4,1	514,58813		
6-7	4,5	564,79185	/	/
7-8	4,9	614,99557		
8-9	4,9	614,99557		
9-10	5,6	702,85208		
10-11	4,9	614,99557		
11-12	4,7	589,89371	2522,73	Secteur2
12-13	4,4	552,24092		
13-14	4,1	514,58813		
14-15	4,1	514,58813		
15-16	4,4	552,24092	2133,66	Secteur1
16-17	4,3	539,68999	/	/
17-18	4,1	514,58813		
18-19	4,5	564,79185		
19-20	4,5	564,79185		
20-21	4,5	564,79185		
21-22	4,8	602,44464	2811,41	Secteur3
22-23	4,6	577,34278		
23-24	3,3	414,18069		
somme	100	12550,93	/	/

Donc comme le montre le tableau ci-dessus, on commencera par alimenter le secteur 2 à partir du réservoir de HAI BILEL, ensuite le secteur 1 à partir des réservoirs Sud jumelés alimentés eux-mêmes par le champ de captage de BERBESSA, et enfin le secteur 3 à partir des réservoirs Est alimentés par le réservoir de HAI BILEL.

Afin d'assurer le bon fonctionnement du réseau en cas de crise deux conduites ont été raccordées au réseau et qui ne seront utilisées qu'en cas de crise

La première conduite vient relier le nœud 54 et 39 à une longueur 3800m et 170mm de diamètre, la deuxième sera raccordée aux nœuds 39 et 38 à une longueur de 300m et un diamètre de 200mm.

Tableau VI.5-Calcul du débit spécifique pour chaque secteur

Heure d'alimentation	Secteur à alimenter	Qmax h (m3/h)	Qmax h (l/s)	Qconc	L (m)	qsp (l/s/mL)
8h-12h	2	702,85	195,24	/	14467	0,013
12h-16h	3	552,24	153,4	15,34	13054	0,011
16h-21h	1	602,44	167,34		12240	0,014

On remarquera un certain rapprochement entre les valeurs des longueurs des conduites de chaque secteur, ainsi que le débit spécifique de chacun, donc nous dirons qu'une bonne sectorisation a été faite, car les but était d'avoir des secteurs homogène t cohérents en ce qui concerne le linéaire des conduites et le débit spécifique.

VI.5.2) Calcul des débits nodaux pour chaque secteur

Tableau VI.6-Débits nodaux pour le 1^{er} secteur

N° des nœuds	N° des tronçons	longueur (m)	Débits route (l/s)	somme (l/s)	débits nodaux (l/s)
21	21-27	144	2,016	2,97	1,48
	21-22	68	0,952		
22	22_23	158	2,212	3,68	1,84
	R9_22	37	0,518		
	22_21	68	0,952		
23	23_22	158	2,212	7,87	3,93
	23_36	219	3,066		
	23_24	185	2,59		
24	24_23	185	2,59	11,70	5,85
	24_38	502	7,028		
	24_25	149	2,086		
25	25_24	149	2,086	9,45	4,73
	25_26	152	2,128		
	25_39	374	5,236		
27	27_21	144	2,016	6,24	3,12
	27_28	256	3,584		
	27_31	46	0,644		
28	28_27	256	3,584	4,90	2,45
	28_29	94	1,316		
29	29_28	94	1,316	2,77	1,39
	29_30	104	1,456		
30	30_29	104	1,456	3,71	1,86
	30_31	161	2,254		
31	31_32	274	3,836	6,73	3,37
	31_30	161	2,254		
	31_27	46	0,644		
32	32_33	191	2,674	6,51	3,26

	32_31	274	3,836		
33	33_32	191	2,674	6,19	3,09
	33_34	251	3,514		
34	34_33	251	3,514	7,22	3,61
	34_35	265	3,71		
35	35_34	265	3,71	3,71	1,86
36	36_37	383	5,362	8,43	4,21
	36_23	219	3,066		
37	37_36	383	5,362	7,90	3,95
	37_38	181	2,534		
38	38_37	181	2,534	9,56	4,78
	38_24	502	7,028		
39	39_25	374	5,236	5,24	2,62
54	54_43	530	7,42	29,60	14,80
	54_55	1184	16,576		
	54_60	400	5,6		
55	55_54	1184	16,576	16,58	8,29
56	56_57	518	7,252	12,46	6,23
	R5_56	112	1,568		
	56_60	260	3,64		
57	57_56	518	7,252	7,25	3,63
58	R5_58	322	4,508	12,60	6,30
	58_59	578	8,092		
59	59_58	578	8,092	8,09	4,05
60	R5_60	332	4,648	13,89	6,94
	60_56	260	3,64		
	60_54	400	5,6		

Tableau VI.7-Débit nodaux pour le 2^{ème} secteur

N° des nœuds	N° des tronçons	des longueur	Débits route	somme	débits nodaux
		(m)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
15	16_15	160	2,08	3,15	1,57
	26_15	83	1,079		
16	16_15	160	2,08	8,75	4,37
	16_14	333	4,329		
	16_17	180	2,34		
17	17_16	180	2,34	9,37	4,69
	17_42	135	1,755		
	17_11	406	5,278		
26	26_15	83	1,079	1,98	0,99
	26_40	69	0,897		
40	40_41	187	2,431	3,33	1,66
	40_26	69	0,897		
41	41_40	187	2,431	4,94	2,47
	41_42	193	2,509		
42	42_41	193	2,509	13,85	6,92
	42_43	737	9,581		
	42_17	135	1,755		
43	43_42	737	9,581	13,57	6,79
	43_44	307	3,991		
44	44_45	267	3,471	7,46	3,73
	44_43	307	3,991		
45	45_44	267	3,471	19,11	9,56
	45_46	1203	15,639		
46	45_46	1203	15,639	15,64	7,82
47	R7_47	1813	23,569	37,05	18,53
	47_48	1037	13,481		
48	48_44	852	11,076	27,21	13,60
	48_47	1037	13,481		
	48_49	204	2,652		
49	49_48	204	2,652	5,45	2,72
	49_61	30	0,39		

	49_50	185	2,405		
50	50_49	185	2,405	2,41	1,20
51	51_52	598	7,774	16,69	8,35
	51_61	686	8,918		
52	52_51	598	7,774	14,35	7,18
	52_53	506	6,578		
53	53_52	506	6,578	6,58	3,29
61	61_51	686	8,918	9,31	4,65
	61_49	30	0,39		

Tableau VI.8-Débits nodaux pour le 3^{ème} secteur

N° des nœuds	N° des tronçons	longueur	Débits route	somme	débits nodaux
		(m)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
1	1_R1	1557	17,127	30,17	30,52
	1_8	583	6,413		
	1_2	603	6,633		
2	2_1	603	6,633	6,63	3,32
3	R1_3	1754	19,294	24,73	12,36
	3_4	494	5,434		
4	4_3	494	5,434	9,24	4,62
	4_5	149	1,639		
	4_7	197	2,167		
5	5_4	149	1,639	7,61	3,81
	5_13	340	3,74		
	5_6	203	2,233		
6	6_12	450	4,95	8,68	4,34
	6_5	203	2,233		
	6_7	136	1,496		
7	7_6	136	1,496	7,92	3,96
	7_4	197	2,167		
	7_8	387	4,257		
8	8_9	461	5,071	15,74	7,87
	8_1	583	6,413		
	8_7	387	4,257		

9	9_8	461	5,071	10,41	5,20
	9_11	171	1,881		
	9_10	314	3,454		
10	10_12	349	3,839	7,29	3,65
	10_-9	314	3,454		
11	11_12	315	3,465	5,35	2,67
	11_9	171	1,881		
12	12_11	315	3,465	17,04	8,52
	12_14	251	2,761		
	12_13	184	2,024		
	12_10	349	3,839		
	12_6	450	4,95		
13	13_20	221	2,431	8,20	4,10
	13_5	340	3,74		
	13_12	184	2,024		
14	14_18	109	1,199	3,96	1,98
	14_12	251	2,761		
18	18_14	109	1,199	4,36	2,18
	18_19	287	3,157		
19	19_20	305	3,355	6,51	3,26
	19_18	287	3,157		
20	20_19	305	3,355	11,23	5,62
	20_13	221	2,431		
	20_21	495	5,445		

VI.6) Manipulation des vannes

La manipulation des vannes et à des horaires précises permettra d'alimenter les trois secteurs tout au long de la journée et à tour de rôle.

Tableau VI.9-Manipulation des vannes

Vannes	8h(2)	12h(3)	16h	17h(1)
V1	Fermée	Fermée	Fermée	Fermée
V2	Fermée	Fermée	Fermée	Ouverte
V3	Fermée	Fermée	Fermée	Fermée
V4	Fermée	Fermée	Fermée	Fermée
V5	Ouverte	Fermée	Fermée	Fermée
V6	Ouverte	Fermée	Fermée	Fermée
V7	Fermée	Fermée	Fermée	Fermée
V8	Fermée	Fermée	Fermée	Fermée
V9	Fermée	Fermée	Fermée	Fermée
V10	Fermée	Ouverte	Fermée	Fermée
V11	Fermée	Ouverte	Fermée	Fermée
V12	Ouverte	Ouverte	Fermée	Ouverte
V13	Ouverte	Ouverte	Fermée	Ouverte
V14	Ouverte	Ouverte	Fermée	Ouverte
V15	Ouverte	Ouverte	Fermée	Ouverte
V16	Fermée	Fermée	Fermée	Ouverte

VI.7) Comportement du réseau

Dans ce qui suit sera montré le comportement du réseau en cas de crise en appliquant la sectorisation, c'est-à-dire ses paramètres hydrauliques (vitesse et pression).

Tableau VI.10-Etat des nœuds du réseau

	8h_12h	12h_16h	17h_22h		8h_12h	12h_16h	17h_22h
ID Noeud	Pression (m.c.e)	Pression (m.c.e)	Pression (m.c.e)	ID Noeud	Pression (m.c.e)	Pression (m.c.e)	Pression (m.c.e)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Noeud 1	Non alimenté	15,17	Non alimenté	Noeud 21	Non alimenté	Non alimenté	5,04
Noeud 2	Non alimenté	15,33	Non alimenté	Noeud 22	Non alimenté	Non alimenté	3,96
Noeud 3	Non alimenté	34,28	Non alimenté	Noeud 23	Non alimenté	Non alimenté	64,68
Noeud 4	Non alimenté	32,15	Non alimenté	Noeud 24	Non alimenté	Non alimenté	44,97
Noeud 5	Non alimenté	25,55	Non alimenté	Noeud 25	Non alimenté	Non alimenté	27,46
Noeud 6	Non alimenté	28,33	Non alimenté	Noeud 26	65,20	Non alimenté	Non alimenté
Noeud 7	Non alimenté	31,13	Non alimenté	Noeud 27	Non alimenté	Non alimenté	11,28
Noeud 8	Non alimenté	17,30	Non alimenté	Noeud 28	Non alimenté	Non alimenté	18,85
Noeud 9	Non alimenté	17,10	Non alimenté	Noeud 29	Non alimenté	Non alimenté	17,73
Noeud 10	Non alimenté	28,31	Non alimenté	Noeud 30	Non alimenté	Non alimenté	17,87
Noeud 11	Non alimenté	19,31	Non alimenté	Noeud 31	Non alimenté	Non alimenté	8,66
Noeud 12	Non alimenté	41,33	Non alimenté	Noeud 32	Non alimenté	Non alimenté	9,04
Noeud 13	Non alimenté	61,69	Non alimenté	Noeud 33	Non alimenté	Non alimenté	15,35
Noeud 14	Non alimenté	55,62	Non alimenté	Noeud 34	Non alimenté	Non alimenté	14,29
Noeud 15	64,70	Non alimenté	Non alimenté	Noeud 35	Non alimenté	Non alimenté	7,58
Noeud 16	58,34	Non alimenté	Non alimenté	Noeud 36	Non alimenté	Non alimenté	63,61
Noeud 17	56,83	Non alimenté	Non alimenté	Noeud 37	Non alimenté	Non alimenté	37,74
Noeud 18	Non alimenté	58,98	Non alimenté	Noeud 38	Non alimenté	Non alimenté	39,33
Noeud 19	Non alimenté	72,03	Non alimenté	Noeud 39	Non alimenté	Non alimenté	13,10
Noeud 20	Non alimenté	86,60	Non alimenté	Noeud 40	58,54	Non alimenté	Non alimenté

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Noeud 41	53,60	Non alimenté	Non alimenté	Noeud 51	Non alimenté	Non alimenté	Non alimenté
Noeud 42	55,08	Non alimenté	Non alimenté	Noeud 52	Non alimenté	Non alimenté	Non alimenté
Noeud 43	38,93	Non alimenté	Non alimenté	Noeud 53	Non alimenté	Non alimenté	Non alimenté
Noeud 44	30,50	Non alimenté	Non alimenté	Noeud 54	Non alimenté	Non alimenté	10,33
Noeud 45	25,73	Non alimenté	Non alimenté	Noeud 55	Non alimenté	Non alimenté	7,41
Noeud 46	18,82	Non alimenté	Non alimenté	Noeud 56	Non alimenté	Non alimenté	7,49
Noeud 47	42,21	Non alimenté	Non alimenté	Noeud 57	Non alimenté	Non alimenté	12,04
Noeud 48	13,63	Non alimenté	Non alimenté	Noeud 58	Non alimenté	Non alimenté	13,25
Noeud 49	5,37	Non alimenté	Non alimenté	Noeud 59	Non alimenté	Non alimenté	16,56
Noeud 50	8,37	Non alimenté	Non alimenté	Noeud 60	Non alimenté	Non alimenté	6,12
				Noeud 61	8,34	Non alimenté	Non alimenté

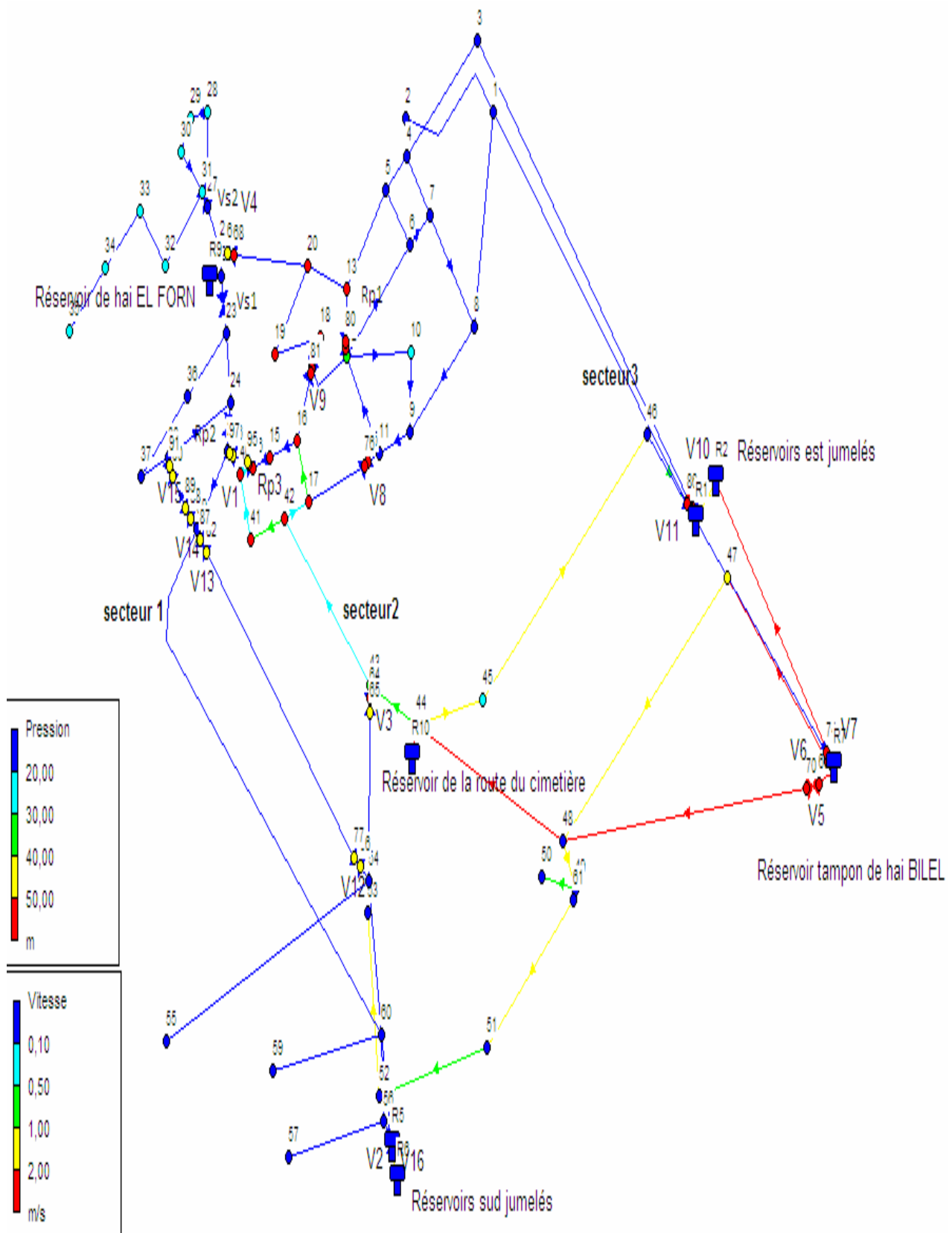
Tableau VL11-Etat des tuyaux du réseau

	8h_12h	12h_16h	17h_22h		8h_12h	12h_16h	17h_22h
ID Tuyau	Vitesse (m/s)	Vitesse (m/s)	Vitesse (m/s)	ID Tuyau	Vitesse (m/s)	Vitesse (m/s)	Vitesse (m/s)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Tuyau 2	0,00	0,92	0,00	Tuyau 35	0,00	0,00	0,56
Tuyau 3	0,00	0,72	0,00	Tuyau 36	0,00	0,00	0,43
Tuyau 4	0,00	1,82	0,00	Tuyau 37	0,00	0,00	0,57
Tuyau 5	0,00	0,89	0,00	Tuyau 38	0,00	0,00	0,68
Tuyau 6	0,00	2,21	0,00	Tuyau 39	0,00	0,00	0,52
Tuyau 8	0,00	0,37	0,00	Tuyau 40	0,00	0,00	0,97
Tuyau 9	0,00	0,28	0,00	Tuyau 41	0,00	0,00	0,93
Tuyau 10	0,00	0,01	0,00	Tuyau 42	0,00	0,00	1,36
Tuyau 11	0,00	0,39	0,00	Tuyau 44	0,22	0,00	0,00
Tuyau 12	0,00	0,35	0,00	Tuyau 45	0,33	0,00	0,00
Tuyau 13	0,00	1,71	0,00	Tuyau 46	0,65	0,00	0,00
Tuyau 14	0,24	0,00	0,00	Tuyau 47	0,25	0,00	0,00
Tuyau 20	0,00	0,36	0,00	Tuyau 48	0,46	0,00	0,00
Tuyau 21	0,00	0,21	0,00	Tuyau 49	0,60	0,00	0,00
Tuyau 28	0,00	0,00	0,00	Tuyau 50	1,36	0,00	0,00
Tuyau 30	0,00	0,00	1,46	Tuyau 51	1,16	0,00	0,00
Tuyau 31	0,00	0,00	1,15	Tuyau 52	1,81	0,00	0,00
Tuyau 32	0,00	0,00	0,97	Tuyau 53	2,53	0,00	0,00
Tuyau 33	0,00	0,00	0,74	Tuyau 54	0,56	0,00	0,00
Tuyau 55	0,67	0,00	0,00	Tuyau 23	0,00	0,00	1,22

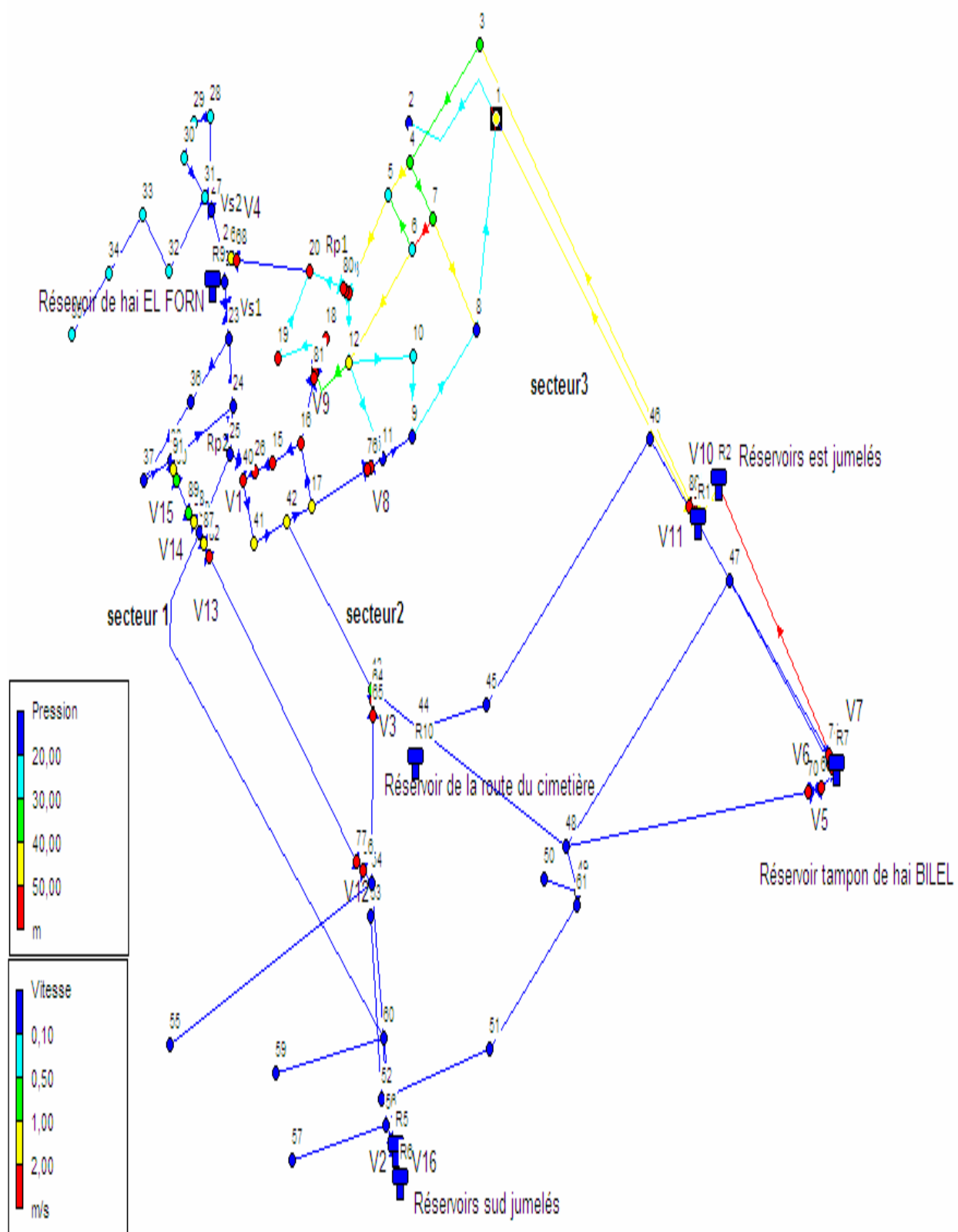
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Tuyau 56	0,48	0,00	0,00	Tuyau 15	0,76	0,00	0,00
Tuyau 57	1,06	0,00	0,00	Tuyau 43	0,00	0,00	0,84
Tuyau 58	0,59	0,00	0,00	Tuyau 25	0,00	0,00	1,60
Tuyau 59	1,16	0,00	0,00	Tuyau 19	0,00	0,49	0,00
Tuyau 61	0,00	0,00	0,83	Tuyau 66	0,00	0,00	3,19
Tuyau 62	0,00	0,00	2,24	Tuyau 70	0,00	0,00	3,19
Tuyau 63	0,00	0,00	0,57	Tuyau 77	0,00	0,00	0,29
Tuyau 64	0,00	0,00	2,63	Tuyau 88	0,00	0,00	0,00
Tuyau 65	0,00	0,00	0,73	Tuyau 91	0,00	0,00	0,00
Tuyau 71	0,00	0,00	1,98	Tuyau 92	0,00	0,00	0,00
Tuyau 72	1,89	1,89	1,89	Tuyau 93	2,81	0,00	0,00
Tuyau 74	1,29	1,29	1,29	Tuyau 94	2,81	0,00	0,00
Tuyau 75	2,22	2,22	2,22	Tuyau 96	2,07	0,00	0,00
Tuyau 76	0,70	0,00	0,00	Tuyau 97	2,07	0,00	0,00
Tuyau 79	0,00	0,00	0,20	Tuyau 99	0,00	0,00	0,00
Tuyau 82	0,00	0,41	0,00	Tuyau 100	0,00	0,00	
Tuyau 1	0,00	0,00	1,98	Tuyau 102	0,00	0,00	
Tuyau 83	0,00	1,25	0,00	Tuyau 103	0,00	0,00	
Tuyau 85	0,00	0,42	0,00	Tuyau 108	0,00	0,14	
Tuyau 78	0,00	0,00	1,51	Tuyau 113	0,00	1,09	
Tuyau 87	0,00	0,39	0,00	Tuyau 114	0,00	1,09	
Tuyau 7	0,00	1,60	0,00	Tuyau 116	0,00	1,53	
Tuyau 29	0,00	0,00	1,13	Tuyau 117	0,00	1,53	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Tuyau 16	0,79	0,00	0,00	Tuyau 24	0,00	0,00	1,42
Tuyau 17	0,00	0,60	0,00	Tuyau 34	0,00	0,00	0,69
Tuyau 60	0,00	0,00	0,00	Tuyau 26	0,00	0,00	0,32
Tuyau 68	0,00	0,00	0,00	Tuyau 27	0,00	0,00	0,00
Tuyau 80	0,00	0,00	1,25	Tuyau 73	0,00	0,00	3,19
Tuyau 81	0,00	0,00	1,25	Tuyau 89	0,00	0,00	0,00
Tuyau 84	0,00	0,00	1,25	Tuyau 90	0,00	0,00	0,00
Tuyau 86	0,00	0,00	1,20	Tuyau 95	2,81	0,00	0,00
Tuyau 106	0,00	0,00	1,20	Tuyau 98	2,07	0,00	0,00
Tuyau 107	0,00	0,00	1,20	Tuyau 101	0,00	0,00	0,00
Tuyau 104	0,00	0,00	0,00	Tuyau 67	0,00	0,00	0,00
Tuyau 111	0,00	0,24	0,00	Tuyau 69	0,00	0,00	0,00
Tuyau 115	0,00	1,09	0,00	Tuyau 18	0,00	0,00	1,25
Tuyau 118	0,00	1,53	0,00	Tuyau 22	0,00	0,00	1,25
Tuyau 105	0,00	0,00	1,20	Tuyau 109	0,00	0,00	1,20

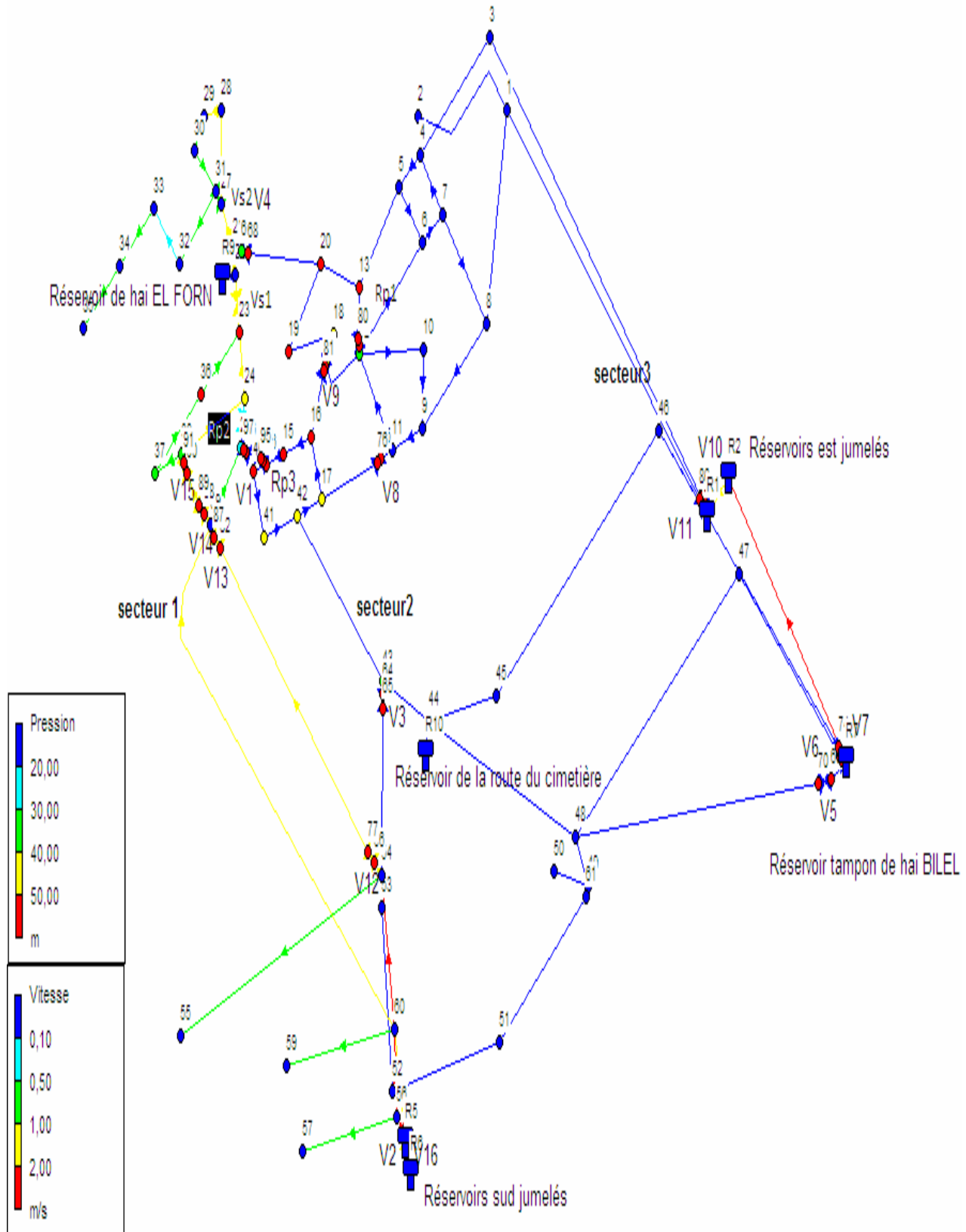
L'état des réseaux pour chaque tranche de temps et secteur est représenté dans les figures ci-dessous :



Figure(VI.2) : Visualisation du fonctionnement du réseau entre 8h et 12h



Figure(VI.3) : Visualisation du comportement du réseau entre 12h et 16h



Figure(VI.4) : Visualisation du fonctionnement du réseau entre 17h et 22h

VI.8) Conclusion

La gestion des réseaux d'alimentation en eau potable en cas de crise n'est guère une tâche facile, et les moyens pour y parvenir ne sont pas très disponibles.

L'une des méthodes qui s'est présentée afin de gérer le réseau de la commune de FOUKA en prévoyant une augmentation de la demande en eau de 33% par rapport à la production, ce qui risque sûrement d'arriver dans les quelques années à venir, et la sectorisation du réseau afin de mieux maîtriser son alimentation.

Dans ce cas où la production d'eau est insuffisante, nous avons pu alimenter les trois secteurs du réseau équitablement, et à des heures convenables de la journée, c'est-à-dire à des heures où la demande en eau est la plus importante pour les trois secteurs.

Nous avons représentés ce cas de crise à l'aide de l'outil EPANET, pour voir le comportement de chaque secteur face à cette augmentation de débit, le premier secteur a donné des pressions insuffisantes et ce qui a nécessité de connecter des conduites allant directement du réservoir au nœud 39 où la pression commençait à devenir insuffisante, ces conduites sont munies de vannes ce qui permet leur utilisation uniquement en temps de crise, mais les autres secteurs ont donné de bonnes valeurs de pressions et de vitesses.

Mais quand la ressource (construction de la station de dessalement de FOUKA) est suffisante on n'a pas besoin d'alimenter le réseau par secteur, mais ce plan de sectorisation restera valable afin de bien gérer le réseau et de lutter contre les fuites et les pertes d'eau de toutes natures.

CONCLUSION GENERALE

L'eau ne manque pas, elle est simplement mal gérée.

Equilibrer la ressource et la demande en eau, a pris une grande importance, pour faire face aux pénuries d'eau qui sont inévitables au rythme du développement actuel du monde.

Le passage d'une gestion de l'offre à une gestion de la demande doit théoriquement permettre à la fois de respecter l'environnement grâce à une utilisation plus parcimonieuse de la ressource.

En réalité, ce qu'il faut vraiment c'est une gestion intégrée des ressources en eau, c'est-à-dire la gérer depuis la ressource jusqu'au consommateur en terminant par le traitement des eaux usées.

Une conjugaison des deux gestions doit être faite entre les deux gestions ; la ressource en eau doit être bien protégée et bien préservée car elle devient de plus en plus rare et polluée, et les besoins en eau de plus en plus importants.

L'équilibre entre la ressource et la demande en eau pour la commune de FOUKA n'est pas atteint, et pour causes les importantes pertes d'eau occasionnées par des fuites et des branchements illicites, ainsi qu'une production limitée.

Le réseau de la commune de FOUKA fonctionne mal c'est-à-dire : vitesses élevées, faibles, importantes pressions ou insuffisantes, et cela est du au fait qu'il soit mal dimensionné.

La réhabilitation proposée du réseau permettra d'en améliorer le fonctionnement avec un minimum de modifications sur le réseau.

La sectorisation facilitera la gestion du réseau en cas de crise, c'est-à-dire l'alimentation de tous les secteurs de la commune équitablement, à des heures de la journée ou la demande atteint son pic.

La sectorisation permettra en dehors du temps de crise, la détection des fuites, le suivi renforcé des pertes, ainsi qu'une meilleure isolation du réseau en cas de pollution accidentelle. Aussi munir le réseau d'instruments de télégestion, d'appareils de comptage, et de vannes auto-commandées permettrait une meilleur exploitation du réseau.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

[1] : [LYONNAISE DES EAUX], « Mémento du gestionnaire de l'alimentation en eau et de l'assainissement ».

[2] : [MARCEL BOYER, SERGE GARCIA], « Régulation et modes de gestion : étude économétrique sur les prix et la performance dans le secteur d'eau potable », 2008

[3] : [IGOR BLINDU], « Outil d'aide au diagnostic du réseau d'eau potable pour la ville de Chisinau par analyse spatiale et temporelle des dysfonctionnements hydraulique » THESE DE DOCTORAT, St Etienne, 2004.

[4] : [GUEDDOUJ et OUARET], « Optimisation multicritère pour la gestion d'un réseau d'AEP ».

[5] : [ELISABETH PAGNAC], « La gestion de l'eau », 2007.

[6] : [GERALDINE BERNHARD], « Optimisation de la gestion d'un réseau de distribution d'eau potable », 2007.

[7] : [Guide technique de sectorisation des réseaux d'eau potable], 2004